

Бюллетень
РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО
КОМИТЕТА
ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ ГЕОСФЕРНО–
БИОСФЕРНОЙ ПРОГРАММЕ

№ 4, 2005

СЦКЛИО
ИМКЭС СО РАН
2005

Исследования глобальных изменений в Сибири

Исследования изменений климата в Сибири

Предисловие

Российский национальный комитет по Международной геосферно-биосферной программе (РНК МГБП) принял решение посвятить этот номер информационного бюллетеня исследованиям глобальных изменений природы и климата Сибири и поручил его подготовку Сибирскому отделению РНК МГБП (<http://scert.ru/ru/SB/>).

Действительно, сегодня Сибирь является одним из тех регионов, в которых глобальные изменения климата проявляются наиболее сильно, о чем свидетельствует, например, рост зимних температур на 4-6 градусов за последние полвека (см., например, Ипполитов и др., 2004). Проекция климатических изменений, полученные в ходе моделирования, подтверждают эту тенденцию и на будущее (см., например, Володин и др., 2004). Реакция региональных экосистем на такие изменения (см., например, Frey and Smith, 2005) может вызывать серьезные изменения и в динамике всей системы Земля. Партнерство наук о системе Земля (the Earth System Science Partnership (ESSP)) и, в частности, МГБП рассматривает Сибирь в качестве одного из регионов, чье влияние на формирование климата XXI века нельзя не учитывать.

На территории Сибири работают около 80 институтов Сибирского отделения РАН, десятки университетов и отраслевых НИИ. Большинство из них, в какой-то мере, вовлечено в исследования окружающей среды региона. Отразить всю складывающуюся картину исследований

достаточно сложно. Поэтому, при формировании этого выпуска, мы начали с обзора работы по организации интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири, проделанной СО РНК. Далее, в качестве основы, было выбрано несколько финансирующихся Президиумом СО РАН крупных междисциплинарных проектов, тематика которых непосредственно связана с исследованиями глобальных изменений природы и климата Сибири. Как правило, эти проекты выполняются большими коллективами, в состав которых входят Институты СО РАН, университеты и отраслевые НИИ. Кроме того, сюда же включены краткие описания ключевых международных проектов, выполняемых на территории региона. Завершает выпуск краткое описание активности по подготовке молодых ученых к участию в современных исследованиях природной среды региона. Надеемся, что представленная информация даст заинтересованному читателю общее представление о проводимых работах, их некоторых результатах и тех специалистах, от которых можно получить дополнительную информацию. Некоторые дополнительные сведения о работах сибирских ученых в этом направлении можно найти на веб-сайтах www.scert.ru/files/1971d.pdf и www.scert.ru/conferences/cites/2005/presentation/Presentation/Workgroup/WG_SIRS.pdf

Конечно, несмотря на значительные усилия исследователей в течение последних лет, детальное понимание динамики

ки основных компонент окружающей среды региона еще не достигнуто. В частности, отсутствующая точная информация о земном покрове этого огромного (10 млн. кв. км.) региона препятствует изучению зафиксированных изменений (см., например, Chapin et al. 2004, Zhou et al. 2003) периодов вегетации, длительности периода роста, глубины промерзания почвы, а также характеристик снежного покрова и вечной мерзлоты. В настоящее время бюджеты парниковых газов экстраполируются по измерениям на нескольких площадках, а гидрологические последствия изменений климата устанавливаются лишь на уровне корреляций. Все это, в частности не позволяет построить современную региональную климатическую модель Сибири и получить обоснованные проекции ожидаемых климатических изменений на этой территории.

Однако многие из указанных выше вопросов уже отражены в заявках и

планах исследователей. Можно надеяться, что уже в ближайшие годы скоординированные усилия сибирских ученых, их российских и зарубежных коллег приведут к научному прорыву в понимании основных особенностей динамики региональных климатических изменений и определении их обратных связей с глобальной системой. Именно на этой основе может быть получена научно-обоснованная оценка влияния изменений климата на природную среду и население региона, его социально-экономическое состояние, а также выработана эффективная и экономически целесообразная стратегия адаптации к этим изменениям.

**Редактор выпуска
Заместитель Председателя
СО РНК МГБП,
Профессор Е.П. Гордов**

Первые шаги по развертыванию интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири

В настоящее время установлено, что Сибирь является одним из регионов планеты Земля, в которых наблюдаемые следствия глобального потепления выражены наиболее остро. Об этом свидетельствует резкий рост зимних температур. Проекция на будущее, полученные на основе климатических моделей, показывают, что эта тенденция сохранится, приводя к значительным изменениям окружающей среды в регионе, включая сдвиг границы вечной мерзлоты и зоны бореальных лесов. Эти процессы могут существенно изменить региональный баланс парниковых газов и за счет этого повлиять на динамику всей природно-климатической системы Земля. Именно этим обусловлен интерес национального и международного сообщества к изучению различных аспектов поведения окружающей среды Сибири. Например, в 2003-2005 годах в Сибирском отделении РАН выполнялось 11 междисциплинарных и 7 комплексных интеграционных проектов, в той или иной мере посвященных изучению динамики окружающей среды региона. Крупные тематические проекты по этому направлению финансируются Российской академией наук, ЕС, МНТЦ, НАСА, Обществом Макса Планка и другими организациями. В 2003 г. по инициативе МГБП Партнерство наук о системе Земля (Earth System Science Partnership, ESSP) объявило [1] о развертывании Программы международных интегрированных региональных исследований (ИРИ) в районах экстремального проявления таких изменений глобального климата, последствия которых могут изменить функционирование всей климатической системы. Ниже мы кратко опишем первые выполненные и планируемые шаги по раз-

вертыванию интегрированного регионального исследования Сибири (ИРИС).

В настоящее время региональный аспект международных исследований глобального изменения климата приобретает всё большее значение. Современные технологии в природопользовании, развитие мегаполисов, широкомасштабная индустриализация, торговое и экономическое развитие в совокупности ведут к быстрым изменениям как в региональной социально-экономической системе, так и в системе планеты Земля. Последствия этих изменений важны для окружающей среды как на региональном, так и на глобальном уровне. В связи с этим особое значение приобретают интегрированные региональные исследования (ИРИ) глобальных изменений и проблем устойчивого развития, направленные на анализ изменчивости, определение горячих точек риска и симптомов деградации окружающей среды, что наиболее важно для населения, проживающего в данных регионах, и что должно обеспечивать научное обоснование устойчивого развития разнообразных ресурсов страны в рассматриваемом регионе.

Региональный подход к исследованиям также важен с точки зрения наук о Земле. Регионы могут обнаружить различия в динамике земной системы и изменения региональных биофизических, биохимических и антропогенных компонентов, которые могут привести к последствиям на глобальном уровне. Регионы являются «открытыми системами» и связь между региональными изменениями и глобальными процессами является решающей. Регионы могут функционировать как «бифуркационные» точки (в биофизическом и социально-экономическом смысле), в резуль-

тате чего небольшие изменения в региональных системах могут привести к глубоким изменениям функционирования всей системы Земля. Интегрированные региональные исследования - это комплексный подход к реконструкции поведения системы планеты Земля по характеристикам её компонентов, дополняющий подход тематических проектов, который до сих пор применяется в международных программах по глобальным изменениям.

Инициатива МГБП направленная на организацию интегрированных региональных исследований в наиболее важных регионах планеты предполагает ряд требований на такие исследования, а именно:

- разработку концепции региона как целостной единицы в контексте Земной системы;
- научное понимание в поддержку устойчивого развития в регионе;
- качественное и количественное понимание глобально-региональных связей и последствий изменений в этих связях.

При этом интегрированные региональные исследования в каждом регионе должны разрабатываться, выполняться и возглавляться учеными региона. Они должны отражать индивидуальные характеристики, интересы, научные возможности и приоритеты развития самого региона и не должны быть организованы по одному шаблону. Общность между различными интегрированными региональными исследованиями будет основываться на том, что все они должны давать ответы на общие вопросы:

- Каким будет регион, скажем, через 50 лет?
- Какими будут последствия ожидаемых изменений для благосостояния региона?

- Каковы будут последствия для Земной системы?

Понятно, что термин «регион» здесь относится к достаточно большой географической зоне, в которой происходят такие изменения, которые могут привести к глубоким последствиям для функционирования Земной системы в целом. При этом ИРИ должны перекрывать дисциплинарные границы между естественными и социальными науками, отражать частные социоэкономические и биофизические характеристики региона и быть составной частью наук о Земле. Понятие «интегрированные» в ИРИ относится к двум типам интеграции: «горизонтальная интеграция», т.е. интеграция исследований элементов и процессов в регионе и «вертикальная интеграция», т.е. изучение двухсторонней связи между регионом и глобальной системой.

Как отмечено выше, интегрированные региональные исследования для каждого региона должны организовываться, управляться и проводиться самим региональным научным сообществом. Тема устойчивого развития в ИРИ, которая является одной из центральных, будет обеспечиваться, и поддерживаться группой, заинтересованной именно в этих исследованиях. Роль международного научного сообщества по изучению глобальных изменений, как это сформулировано ESSP, заключается в способствовании изучению региональных и глобальных связей и в использовании результатов ИРИ в своем анализе и синтезе системы Земля. Единственный существующий пример ИРИ – крупномасштабный биосферно- атмосферный эксперимент в Амазонии. В настоящий момент он объединяет 80 тесно связанных и координируемых исследовательских групп, объединяющих 600 ученых из Северной и Южной Америки, Европы и Японии [2].

Учитывая приведенные выше требования к ИРИ, количество такого рода проектов может быть невелико, по-видимому, 5-6. ИРИ должны быть разработаны и приняты в международный набор проектов, курируемых EESP в зависимости от ряда критериев: соответствие данным определениям; способность регионального научного сообщества спланировать и выполнить такое исследование и возможность найти для него финансирование (со значительными источниками за пределами региона). Каждое отдельное ИРИ должно управляться соответствующей региональной административной структурой. Для целей, относящихся к глобально-региональным связям и последствиям для системы планеты Земля, должен быть создан международный управляющий научный комитет, включающий в себя участников из каждой программы, ведущей исследования глобальных изменений (ESSP), самого ИРИ и независимых экспертов по наукам о Земле.

Одним из районов, перспективных для организации таких фундаментальных и прикладных региональных исследований динамики окружающей среды, является Сибирь [3]. Действительно, наблюдаемые региональные последствия глобального потепления, например, аномальный рост зимних температур [4], наиболее остро выражены в Сибири. Эта тенденция подтверждается результатами моделирования климата для XX-XXII столетий [5]. Этот процесс не только ставит под угрозу разрушения большую часть добывающей и транспортной инфраструктуры Сибири за счет сдвига на север границы вечной мерзлоты, но и может изменить динамику всей природно-климатической системы за счет высвобождения большого количества парниковых газов. Хотя исследованиям современной динамики окружающей среды Сибири посвящено значи-

тельное число проектов, поддерживаемых национальными (в том числе и программами РАН и СО РАН) и международными программами (ЕС, IGBP-2, NEESPI и др.), поведение основных компонент региональной климатической системы известно лишь приближенно. Обзор современного состояния исследований окружающей среды Сибири может быть найден в Интернете (см., например, www.scert.ru/conferences/cites/2005/presentation/Presentation/Workgroup/WG_SIRS.pdf и www.scert.ru/files/1971d.pdf). Региональные бюджеты важнейших парниковых газов CO₂ и CH₄ все еще экстраполируются по измерениям, выполняемых лишь в нескольких местах. Реакция бореальных лесов и болот Сибири на изменение климата, равно как и возникающие при этом обратные связи, влияющие на динамику климата через обмены энергией, влажностью, моментом, парниковыми газами и аэрозолями, до сих пор недостаточно хорошо определены [6].

Именно этими обстоятельствами обусловлена высокая международная активность по изучению различных аспектов поведения окружающей среды Сибири. Лидирующую роль здесь играют специалисты из Европы. В частности, в Сибири выполнено несколько крупных проектов ЕС, направленных на изучение динамики различных компонент окружающей среды Сибири, таких как "Multi-sensor concept for Greenhouse Gases Accounting in Northern Eurasia" (Siberia 2, <http://www.siberia2.uni-jena.de/index.php>), "Terrestrial Carbon Observation System - Siberia" (http://www.bgc.mpg.de/public/carboeur/web_TCOS/). В настоящее время в рамках МНТЦ выполняется финансируемый Обществом Макса Планка проект "Zotino Tall Tower Observation" (ZOTTO), направленный на изучение обмена расти-

тельности и атмосферы парниковыми газами. Международный институт прикладного системного анализа ведет работу в рамках проекта Forestry (IIASA, <http://www.iiasa.ac.at/Research/FOR/index.html>). Ключевую роль в этих проектах играют Институты СО РАН. В частности, Институт леса СО РАН выступает ответственным исполнителем и координатором в 14 международных проектах, финансируемых международными фондами и исследовательскими агентствами (CRDF, INTAS, NASA, NSF, EC, Max-Planck Society, USDA Forest Service, Japan Environmental Agency). Эти проекты сфокусированы на оценке роли сибирских лесов в глобальном кругообороте парниковых газов, оценке газовых эмиссий в атмосферу от лесных пожаров, реконструкции изменений климата с высоким временным разрешением на интервалах от столетий до тысячелетий, разработке новых систем космического слежения за состоянием и продуктивностью сибирских лесов.

Многие Институты СО РАН также ведут большую работу в этом направлении в рамках своей госбюджетной и инициативной тематики, но при сохранении существующей практики, в силу их разрозненности, эти исследования вряд ли приведут к появлению цельной картины современных природно-климатических изменений в Сибири. Островками согласованных усилий в Сибирском отделении являются несколько Комплексных и Интеграционных проектов Президиума СО РАН. Так, в 2003-2005 гг. Президиум Сибирского отделения финансировал 12 комплексных и 11 междисциплинарных проектов, в той или иной степени направленных на изучение окружающей среды Сибири. Несмотря на значительные ресурсы, привлекаемые для работы в этом направлении, эффективность работы не очень ве-

лика, т.к. выделяемое финансирование недостаточно и отсутствует какая-либо координация между проектами. Для преодоления этих недостатков необходима специальная работа. В частности, ИМКЭС вовлекает в работу по этой тематике и координирует усилия многих научно-образовательных организаций России. Примером является непосредственно направленный на изучение динамики региональной системы междисциплинарный интеграционный проект «Сибирская геосферно-биосферная программа: интегрированные региональные исследования современных природно-климатических изменений» (<http://sgbp.scert.ru>), объединяющий усилия 20 организаций Сибири и Москвы. То же можно сказать и о междисциплинарном интеграционном проекте «Комплексный мониторинг Большого Васюганского болота: исследования современного состояния и процессов развития», направленном на изучение динамики этого планетарно значимого образования и его роли в формировании регионального климата. В этом проекте участвуют 15 научных и научно-образовательных организаций Сибири. Важные направления по изучению динамики отдельных компонент атмосферы региона закрываются интеграционным проектом «Аэрозоли Сибири» (<http://www-sbras.nsc.ru/win/sbras/rep/rep2002/t1-2/64/64.htm>). Выяснению влияния городов на изменения гидротермодинамических свойств и состава атмосферы и влияния этих изменений на качество жизни и здоровье населения региона посвящен интеграционный проект «Экологические проблемы городов Сибири».

Значительную научную, научно-образовательную и научно-организационную работу по этим направлениям на национальном и международном уровне ведет организованный по инициативе ИМ-

КЭС Международный исследовательский центр СО РАН «Сибирский центр климат-экологических исследований и образования» (СЦ КЛИО). Первым существенным шагом здесь явился проект 6 Рамочной программы ЕС ENVIROMIS SSA (Environmental Observations, Modelling and Information Systems Special Support Action, 2004-2005). В ходе выполнения проекта сформирована основа для взаимодействия ведущих исследовательских организаций Белоруссии, Казахстана, России, Украины и Узбекистана, работающих в области наук об окружающей среде, создана открытая информационная система, дающая доступ к соответствующим информационным ресурсам (<http://enviromis.scert.ru/ru/>) и проведены два научно-образовательных мероприятия, объединяющих международные конференции и тематические школы молодых ученых, ENVIROMIS 2004 (<http://scert.ru/en/conferences/enviromis2004/>) и CITES 2005 (<http://scert.ru/en/conferences/cites2005/>). В частности, в каждом из них приняло участие около 80 молодых ученых, что позволяет надеяться на прирост квалифицированной научной смены в этих областях науки. Вторым шагом будет проект 6 Рамочной Программы ЕС, подготовленный центром: Man-induced Environmental Risks: Monitoring, Management and Remediation of Man-made Changes in Siberia (Enviro-RISKS), который начнет выполняться в сентябре 2005 г. Он нацелен на выработку научно-обоснованного понимания экологических рисков, вызванных антропогенными факторами, их влияния на окружающую среду региона и определение оптимальных путей уменьшения этих рисков. Проект координируется Датским метеорологическим институтом и будет выполняться консорциумом из 10 профильных российских и европейских организаций, 5 из которых рас-

положены в Сибири.

Все вышеизложенное, равно как и содержание всего этого номера Бюллетеня, показывает, что у интегрированного регионального исследования Сибири уже есть надежная научная основа. Ситуация с научно-организационным подкреплением ИРИС развивается значительно медленнее. Первое предложение по развертыванию интегрированного регионального исследования Сибири, как совместной Программы СО РАН и МГБП, было сделано Исполнительным Секретарем МГБП Вилом Стеффеном в 2002 г. во время конференции по бореальным лесам в Красноярске. После обсуждения с ним и с Президентом МГБП Ги Брассером дальнейшая работа в этом направлении велась проф. Е.П. Гордовым вместе с остальными авторами этой статьи. Первым серьезным шагом здесь явился проведенный в рамках конференции ENVIROMIS 2004 специальный семинар INTAS Strategic Scientific Workshop “Towards integrated multidisciplinary study of the Northern Eurasia climatic Hot Spots”. Среди его организаторов были ИВМ РАН, ИЛ СО РАН, ИМКЭС СО РАН, СЦ КЛИО, а также International Institute of Applied System Analysis (IIASA), Max Planck Institute for biogeochemistry (Jena) и MEDIAS-France (Toulouse). Проведенное детальное обсуждение текущих и планируемых исследований современных природно-климатических изменений в Сибири позволило выработать рекомендации по развертыванию ИРИС, как составной части ESSP (<http://scert.ru/en/conferences/enviromis2004/recommendations/>). В частности, было предложено организационно оформить уже сложившуюся в ходе выполнения совместных проектов по изучению окружающей среды Сибири инициативную группу специалистов из институтов СО РАН,

РАН и других организаций и поручить ей координацию активности по развитию ИРИС.

На основе выработанных Рекомендаций инициативная группа (авторы этой статьи, Dr. G. Vegni (MEDIAS-France), проф. А. Швиденко (IASA, Austria), Dr. M. Heimann (MPI for Biogeochemistry, Germany)) подготовила предложения, на основе которых недавно было создано Сибирское отделение Национального Российского Комитета по МГБП (СО РНК) [7]. Создание СО РНК можно считать первым организационным шагом СО РАН по развертыванию Интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири в рамках 2 этапа МГБП и Партнерства наук о системе Земля. В его структуре отражено наличие пяти направлений работы:

- биологическое – ак. Е.А. Ваганов (координация биосферных исследований);
- климато-экологическое – чл.-корр. М.В. Кабанов (координация исследований современных природно-климатических изменений);
- палео-климатическое – ак. М.И. Кузьмин (координация изучения палеоклимата Сибири);
- вечная мерзлота – ак. В.П. Мельников (координация изучения криоосферы Сибири);
- информационная инфраструктура – проф. Е.П. Гордов (организация информационной поддержки исследований окружающей среды, хранение данных и доступ к ним).

Организационная поддержка работы Сибирского отделения НК МГБП (веб-сайт <http://scert.ru/ru/SB/>, переписка, база данных и проч.) возложена на ИМКЭС СО РАН и СЦ КЛИО. СО РНК приняло решение, что на первом этапе развер-

тывания ИРИС исследования должны концентрироваться на следующих четырех направлениях:

- количественное определение бюджета парниковых газов наземной растительности (в особенности, их обменов с атмосферой);
- мониторинг и моделирование региональных климатических изменений и их влияния на окружающую среду;
- создание информационно-вычислительной инфраструктуры ИРИС,
- разработка региональной стратегии по адаптации к климатическим изменениям и уменьшению их негативных последствий.

Именно эти направления работы обсуждались на первом заседании Рабочей Группы (РГ) по ИРИС, организованном СО РНК 23 марта 2005 г. в рамках конференции CITES 2005. Перед заседанием РГ была проведена междисциплинарная секция конференции «Научная основа ИРИС». Материалы этой секции, отражающие современное состояние исследований окружающей среды в регионе, доступны по адресу: <http://www.scert.ru/conferences/cites/2005/presentation/ConferenceRus.html>. Рекомендации Рабочей Группы (<http://www.scert.ru/conferences/cites/2005/presentation/WorkgroupEng.html>) в первую очередь нацеливают научное сообщество региона на кластеризацию соответствующих Интеграционных проектов СО РАН и на установление связей с профильными программами на национальном и международном уровне. Следующей задачей является формирование детального плана научных исследований в рамках ИРИС, объединяющего до сих пор разрозненные проекты в когерентную структуру, отражающую концепцию ИРИС.

Таким образом, выполняемые в

настоящее время Интеграционные и международные проекты создают основу для развертывания Интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири как Международной Программы координированных фундаментальных и прикладных исследований, в которой СО РАН играет адекватную роль, а СО РНК может рассматриваться как орган управления этой Программы.

В то же время недавно появились более масштабные национальные и международные инициативы по развертыванию подобного исследования на территории всей Северной Евразии. Так, возникла совместная программа РАН (ак. А.С. Исаев) и НАСА (Д. Дириг), получившая название Northern Eurasia Environment Study Partnership Initiative (NEESPI), в рамках которой планируется скоординированное проведение широкомасштабного изучения динамики окружающей среды Северной Евразии, в первую очередь, boreальных лесов. При этом предполагалось, что НАСА будет финансировать российские институты, участвующие в совместных исследованиях. К сожалению, пока на практике все свелось к появлению проектов НАСА по изучению окружающей среды Сибири, в которых российские организации и специалисты играют роль поставщиков услуг. В настоящее время в этой инициативе произошли некоторые изменения. В частности, в Российской академии наук готовится Программа Президиума РАН, направленная на целевую поддержку этих исследований, а коллеги из США вывели NEESPI из НАСА и активно превращают эту программу в международную, поддерживаемую несколькими национальными агентствами США (НАСА, НОАА, ННФ и др.), см. <http://www.neespi.org/>. Следует отметить, что на недавнем Международном симпозиуме по дистанци-

онному зондированию окружающей среды (18-24 июня 2005 г., Санкт Петербург) пропаганде NEESPI был посвящен специальный Семинар, два пленарных доклада и два заседания секции Land cover change. Из доступных материалов следует, что инициаторы NEESPI стремятся выстроить эту программу как некоторую вертикальную структуру, координирующую исследования окружающей среды Северной Евразии на уровне проектов. При этом предполагается, что именно NEESPI, как целое, взаимодействует с МГБП, ESSP и другими международными Программами, посвященными различным аспектам глобальных изменений.

В связи с этим возникает вопрос о взаимодействии ИРИС с этими инициативами. Мы считаем, что ИРИС должно взаимодействовать как с национальными, так и с международными Программами по исследованию окружающей среды Северной Евразии как целое. Только такой подход позволит Сибирскому отделению выполнить соответствующую часть своей миссии в регионе: обеспечить прирост научного знания основных закономерностей динамики окружающей среды Сибири и ее основных подсистем в условиях изменения климата и создать основу для научно обоснованной стратегии уменьшения негативных последствий таких изменений и адаптации к ним. Предварительные обсуждения сложившейся ситуации показывают, что включение ИРИС в планируемую Программу Президиума РАН в качестве финансируемого автономного блока, координируемого специалистами СО РАН, вполне реалистично. Полагаем, что такое же понимание будет достигнуто и с управляющими структурами NEESPI, МГБП, ESSP и составляющими его Программами.

ЛИТЕРАТУРА

1. Brasseur G. 3rd IGBP Congress overview. Global Change Newsletter. 2003. N 55. P. 2–4.
2. <http://lba.cptec.inpe.br/lba/indexi.html>
3. Е.Н. Муратова, Е.А. Ваганов, К. Берген, М. Аппс. Международная конференция “Средообразующая роль бореальных лесов: локальный, региональный и глобальный уровни” и совещание рабочей группы GOFС/GOLD (Красноярск, Россия). Лесоведение, 2003, т. 6, с. 74–75.
4. Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Комаров А.И., Кусков А.И. Закономерности современных природно-климатических изменений в Сибири: наблюдаемые изменения среднегодовых приземных температур и давления. // География и природ. ресурсы. 2004. - №3.
5. Dymnikov, V.P., V.N. Lykosov, E.M. Volodin, V.Ya. Galin, A.V. Glazunov, A.S. Gritsoun, N.A. Dianskii, M.A. Tolstykh, and A.I. Chavro (2005). Modelling of climate and climate change. In: Modern problems of numerical mathematics and mathematical modeling. Moscow, Nauka, v. 2, pp. 36–173.
6. Schulze E.-D., Prokuschkin A. G., Arneth A., Knorre N. A., Vaganov E. A. Net ecosystem productivity and peat accumulation in a Siberian Aapa mire // Tellus. - 2002. - Series B. - Vol. 54, No 5. - P. 531–536.
7. Бюллетень 3 Bulletin of the Russian National Committee for the International Geosphere Biosphere Programme, № 3, 2004, p.30.
*Е.А. Ваганов¹, Е.П. Гордов^{2,3},
М.В. Кабанов³, В.Н. Лыкосов⁴*
*¹ Институт леса СО РАН,
660036 Красноярск, Академгородок,
institute@forest.akadem.ru*
*² Сибирский центр климато-
экологических исследований
и образования,
634055 Томск, пр. Академический 10/3,
gordov@scert.ru*
*³ Институт мониторинга климатических
и экологических систем СО РАН, 634055
Томск, пр. Академический 10/3,
kabanov@iom.tomsknet.ru*
*⁴ Институт вычислительной математики
РАН, 119991, Москва, ГСП-1, ул. Губкина
8, lykossov@inm.ras.ru*

Информация о выполняемых проектах

Междисциплинарный Интеграционный проект СО РАН № 121 “Хронология и периодичность глобальных изменений климата и природной среды в позднем кайнозое Сибири и их воздействие на развитие человека”

Одной из существенных особенностей климата последнего столетия является неуклонное повышение температуры воздуха, которое составило 0,6–0,7 °С относительно конца малого ледникового периода (1850 г). Особо быстрое потепление происходит после 1960-х годов. Оно составляет 0,2° за 10 лет для Земного шара и 0,29°

за 10 лет для Северного полушария. В последнее десятилетие, ставшим самым теплым за тысячелетие, потепление приобрело катастрофический характер, а 1998 год оказался наиболее теплым за это время в целом на планете. Площадь многолетнего ледового покрова в Арктике в теплый период за последние 50 лет сократилась на

10-15%, а его толщина в конце лета на 40%. Происходит существенное сокращение горных ледников, деградирует «вечная мерзлота». По оценкам численного моделирования, исходя из развития энергетики, без учета естественных изменений климата, среднегодовая температура воздуха к 2100 году может увеличиться до 1,4 – 5,8° С. Тем не менее, проблема изменений климата все еще далека от понимания, а неопределенности, связанные с прогнозом изменений в будущем, скорее возросли, нежели уменьшились в последние годы. До сих пор не установлен вклад естественных и антропогенных процессов в современное потепление. Трудности прогнозирования изменений климата и их последствий на ближайшее будущее определяются значительным количеством взаимодействующих процессов и факторов, действующих на климатическую систему, множеством обратных связей, недостатком как эмпирических, так и модельных данных.

Исследование глобальных изменений становятся высоко приоритетными в современных международных научных программах. Сибирь – площадь огромного глобального значения вследствие своих размеров, истории, экологической изменчивости, крупных, но и уязвимых территорий и предполагаемых драматических климатических изменений в течение этого века. В изучении этого важнейшего региона планеты высока роль СО РАН, способного объединить усилия различных академических институтов.

С 1997 года палеоклиматические исследования объединены в рамках Интеграционных программ, сочетающих естественно-научные и гуманитарные области исследования. Результатом выполнения этих программ явились исследования региональных последовательностей изменений природно-климатических ситуаций в

Северной Азии за последние 5 млн. лет. По результатам исследований было издано 7 монографии, 3 тематических сборника и более 300 статей в России и за рубежом. Важнейшим достижением является получение 200 и 600 м кернов осадков оз. Байкал. Полученные в этом проекте (Институт геохимии СО РАН (ИГХ), Лимнологический институт СО РАН (ЛИН)) высокоразрешающие палеоклиматические записи Внутренней Азии оказали большое влияние на развитие палеоклиматических исследований в Сибири.

Реконструкция основных этапов горообразования Центрально-Азиатского горного пояса и их корреляция с главными рубежами изменения климата в сторону похолодания в позднем кайнозое Западной Сибири (Институт геологии СО РАН (ИГ)) выявила их отчетливое совпадение. Установлено, что расширение высоко поднятых площадей во Внутренней Азии привело к существенному изменению глобальной циркуляции атмосферы, деформации снеговой линии, увеличению альбедо и значительному похолоданию климата к началу четвертичного времени.

Археологами СО РАН в различных регионах Сибири получен большой объем информации по климатам, палеосреде и культуре древнего социума различных этапов плейстоцена, основанный на датированных разнородных материалах из разрезов многослойных археологических памятников. Установлено, что, например, на северо-западе Алтая начальный этап верхнего плейстоцена представлен эпохой теплого и умеренно влажного климата, средний этап – прохладного и холодного влажного и холодного сухого климата и фазами переходного характера, заключительный этап – прохладно влажного, холодного сухого, максимально сухого и фазами переходного характера. Эпохи по-

холоданий верхнего плейстоцена характеризуются не столько понижением среднегодовых температур, сколько увеличением влажности климата.

Дендрохронологическими и дендроэкологическими исследованиями (Институт леса СО РАН (ИЛ)) в различных районах Сибири получены длительные региональные (генерализированные) древесно-кольцевые хронологии и сделаны количественные реконструкции изменений температуры и увлажнения за последние 300–2000 лет, показывающие как пределы естественных колебаний основных климатических переменных, так и наличие сверхвековых (160–170 лет) и внутривековых (45–50, 30–33, 22 и 11 лет) циклов. Для севера Евразии установлено, что изменения температуры коррелируют с основными климатообразующими факторами – солнечной радиацией, вулканической активностью и концентрацией углекислоты

в атмосфере и что текущее потепление не превышает пределов естественных изменений в период средневекового потепления или более кратковременных потеплений в первой половине первого тысячелетия н.э. Создается база данных по палеоклимату Сибири, включающая инструментальные климатические данные (350 станций), сеть длительных древесно-кольцевых хронологий (более 320), данные спорово-пыльцевых спектров (более 100 разрезов) и исторические сведения о климатически обусловленных явлениях.

Цель проекта – разработка хронологии глобальных изменений климата и природной среды в Сибири в позднем кайнозое, выявление их пространственных особенностей по меридиональным и широтным трансектам в различных районах, выявление природы разномасштабной периодичности и анализ реакции человека на изменения среды обитания.

Структурная схема проекта:

Горизонтальная структура:

«**временное окно 1**» - расшифровка палеоклиматов и природных изменений последних 2000 лет с шагом один год – один сезон;

«**временное окно 2**» - расшифровка палеоклиматов и природных изменений в эпоху плейстоцена и раннего голоцена с шагом 100 – 1000 лет;

«**временное окно 3**» - расшифровка палеоклиматов и природных изменений в эпоху плиоцена с шагом 10000 – 100000 лет.

Вертикальная структура включает 6 блоков:

Блок 1. Тенденции и периодичности изменений климата Сибири в голоцене и их влияние на динамику экосистем и хозяйственную деятельность человека».

Основные подходы и направления: дендроклиматические и дендроэкологические исследования; расширение сети станций дендроклиматического мониторинга в Евразии, пополнение базы данных по косвенным индикаторам изменений климата в Северной Евразии включением новых длительных древесно-кольцевых хронологий, палиноспектров, ледовых кернов, анализ динамики верхней границы леса последних тысячелетий в районах Полярного Урала и Плато Путорана, дендрохронологический анализ компонентов цикла углерода на региональном и локальном уровнях, анализ пространственной неоднородности засух в ряде регионов в историческом прошлом и при прогнозируемом потеплении, анализ динамики южной границы распространения лесной растительности в период голоцена, комплексное палеобиогеоэкологичес-

кое изучение экосистем, формирующихся на моренных комплексах малой ледниковой эпохи в бассейнах Центрального Алтая. Исполнители и методы: ИЛ (дендрохронологические исследования, палинологический и карпологический анализ, анализ метеорологических данных); ИВМ (Институт вычислительного моделирования СО РАН) (база данных по климатам Сибири). Соисполнители: ИВЭП (Институт водных и экологических проблем СО РАН) (палеоэкологические и дендрохронологические исследования Алтая); ИАЭ (Институт археологии и этнографии СО РАН), ИЗК (Институт земной коры СО РАН) (археологические и исторические данные); БИП (Байкальский институт природопользования СО РАН) (дендрохронологические и архивные исследования в Забайкалье); СИФИБР (Сибирский институт физиологии и биохимии растений СО РАН) (дендрохронологические исследования); ЯБПК (Якутский институт биологических проблем криолитозоны СО РАН); КГПУ (Красноярский государственный педагогический институт); НГПИ (Новосибирский государственный педагогический институт).

Блок 2. «Реконструкция природной среды и климата Южной Сибири в плейстоцене и их воздействие на человека и его культуру».

Основные подходы и направления: комплексные исследования многослойных археологических объектов (пещерные и открытые стоянки) Южной Сибири с использованием климатостратиграфии, магнитостратиграфии, «абсолютного» датирования; корреляции региональных летописей с высокоразрешающими глобальными записями климата; региональные (сведения о рельефе, климате и биоресурсах отдельного региона) и локальные (оценка локального расположения объекта/объектов и условий существо-

вания его обитателей); палеоэкологические реконструкции районов концентрации древнейших стоянок; анализ воздействия природных факторов на механизмы культурной адаптации и природопользования. Исполнители и методы: ИАЭ (Институт археологии и этнографии СО РАН) (комплексные исследования археологических объектов на Алтае и Прибайкалье, палинологический, палеонтологический, палеопедологический и геохимические анализы, комплекс археологических методов, направленных на анализ реакции человека и его культуры на смену палеоокружения и климатические флуктуации; анализ литоресурсов древнего человека); ИГ (Институт геологии СО РАН) (анализ обстановок осадконакопления, геоморфологические, палеопедологические исследования, геохронологическое датирование, палеонтологический и палеомагнитный анализы); ЛИИ (палинологический анализ). Соисполнители: КГПУ.

Блок 3. «Реконструкция палеоклиматов Сибири по высокоразрешающим палеозаписям озерных осадков»

Основные подходы и направления: междисциплинарные исследования по расшифровке палеоиндикаторов; абсолютные, корреляционные и спектральные датировки; экспериментальная геохимия; нейтронно-осколочная радиография; калибровка палеосигналов. Исполнители и методы: ЛИИ (экспериментальная геохимия; палеолимнология, диатомовый, спикульный и палинологический анализ и расшифровка геохимических записей палеоклиматов; разработка ядерно-физических методов для получения сверхвысокоразрешающих записей с целью выявления запаздывания и опережения различных откликов, получение и расшифровка этих записей; исследование распределения органических геохимических маркеров

методами хроматографии; исследование геохимии урана и фосфора; урановая стратиграфия колонок методом ICP-MS; корреляционные, спектральные, торий-урановая и уран-урановая датировки; поиск событий плейстоцена в осадках Академического хребта). Соисполнители: ОИГГиМ (Объединенный институт геологии, геофизики и минералогии СО РАН) и Бурятский ГИ (торий-урановая датировка; нейтронно-осколочная и вэтра-радиография; анализ радионуклидов, нейтронно-активационный анализ, геохимические анализы, анализ обстановок осадконакопления); ИЯФ (Институт ядерной физики СО РАН) (сканирующий РФА-СИ анализ для получения палеозаписей с пространственным разрешением 100 мкм, в том числе и для дендрохронологических исследований; дифракционный анализ).

Блок 4. «Закономерности и цикличность изменений климата и природной среды севера Азии (трансект Байкал-дельта Лены-море Лаптевых) в плейстоцен-голоцене по данным изучения высококоразрешающих континентальных и морских записей и их влияние на экосистемы Северного полушария»

Основные подходы и направления: междисциплинарные исследования высококоразрешающих записей, сравнительный анализ изменений природной среды и климата по меридиональному трансекту, выявление цикличности климатических изменений по долговременным климатическим записям и установление на этом фоне неперiodических резких изменений климата и природной и их влияния на экосистемы и развитие человека. Исполнители и методы: ИГ (получение высококоразрешающих записей; расшифровка геохимических сигналов палеоклиматов, торий-урановая, уран-урановая, палеомагнитная и термолюминисцентная датиров-

ки; исследования диагенеза органического вещества; глинистые минералы; геохимическое моделирование); ЛИИ (палинологические исследования), ИГ (метод рентгеновской порошковой дифрактометрии и ИК-спектроскопии и метод моделирования сложных рентгеновских дифракционных профилей).

Блок 5. «Мерзлотно-геотермические исследования динамики криолитозоны под влиянием климатических ритмов»

Основные подходы и направления: анализ и разработка количественной оценки палеотемператур позднего кайнозоя по геокриологическим и геотермическим данным; анализ эволюции и динамики криолитозоны в позднем кайнозое под влиянием климатических ритмов; (развитие представлений о глобальной температуре, как терморезонансной системе; разработка методики оценки изменений параметров палеокриолитозоны по данным о современной мерзлоте и климатических ритмах); прогноз геокриологических условий в Сибири, построение палеосценариев, электронных карт эволюции криолитозоны. Исполнители и методы: ИГФ (Институт геофизики СО РАН) (сбор данных, геотермические исследования в Западной Сибири, инверсии термограмм), ИЭК (сбор данных, геотермические исследования в Байкальском регионе, инверсии термограмм). В качестве соисполнителей возможно привлечение специалистов из ИМЗ (Институт мерзлотоведения СО РАН), ИКЗ (Институт криосферы земли СО РАН).

Блок 6. «Хронология и периодичность глобальных изменений природной среды и климата в позднем кайнозое Сибири по материалам естественных разрезов»

Основные подходы и направления: комплексные детальные исследова-

ния разрезов лессово-почвенной формации, замкнутых озерных котловин, донных осадков озер, речных и ледниковых отложений, торфяников по широтному и меридиональному трансектам; база данных по радиоуглеродной хронологии; разработка хронологии изменений природной среды и климата; установление флуктуаций ледников; выявление и анализ разномасштабной периодичности и направленности; сравнительный анализ пространственных изменений; выявление зависимости различных компонентов природной среды от глобальных климатических и геологических событий. Исполнители и методы: ИГ (сопряженный анализ, литолого-генетические, палеопедологические, геохимические, палеотемпературные, палеомагнитные, петромагнитные, палеонтологические и палеобиогеографические,

геоморфологические, гляциологические, геохронологические (радиоуглеродный и термолюминесцентный и палеомагнитный методы) исследования, компонентный анализ природной среды, метод палеоаналогов), разработка полуколичественных показателей климатических флуктуаций по магнитным характеристикам; ЛИН (палеонтологические исследования), ОИГГиМ (метод рентгеновской порошковой дифрактометрии и ИК-спектроскопии и метод моделирования сложных рентгеновских дифракционных профилей).

*Ваганов Е.А.
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО
РАН,
Красноярск, 660036, Россия
E-mail: institute@forest.akadem.ru*

Интеграционный междисциплинарный проект СО РАН № 138 «Сибирская геосферно-биосферная программа: интегрированные региональные исследования современных природно-климатических изменений» (СГБП)

Состав исполнителей:

Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Институт химии нефти СО РАН, Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Институт леса СО РАН, Томский филиал института геологии нефти и газа СО РАН, Институт вычислительной математики и математической геофизики СО РАН, Институт вычислительного моделирования СО РАН, Институт географии СО РАН, Институт солнечно-земной физики СО РАН, Институт ката-

лиза СО РАН, Институт химической кинетики и горения СО РАН, Сибирский центр климато-экологических исследований и образования, Институт вычислительной математики РАН, Алтайский государственный университет, Томский государственный университет, Томский политехнический университет, Томский университет систем управления и радиоэлектроники, Югорский государственный университет, Югорский НИИ информационных технологий

Основные цели проекта:

1. Создание системы мониторинга мезомасштабных природно-территориаль-

ных комплексов Сибири и поддерживающей ее информационной инфраструктуры.

2. Подготовка научно-методической и вычислительной основы для моделирования основных процессов развития природно-территориальных комплексов региона с учетом взаимодействия между основными компонентами и прогнозирования геосферно-биосферных изменений в Сибири в контексте устойчивого развития региона.

Полученные за первые три года выполнения проекта результаты:

Для исследования влияния электромагнитного поля Земли на климатические, биотические и сейсмические характеристики создана первая очередь сети мониторинга атмосферного и литосферного электричества в 3-х климатических зонах (Прибайкалье, Красноярский край и Томская область).

На основе анализа многолетних рядов наблюдений гидрометеорологических характеристик выявлены тренды поведения температуры воздуха, осадков в различных районах Сибири и начата работа по выявлению набора климатических параметров, наиболее сильно влияющих на биоценозы Сибири. В частности, статистический анализ температурного режима Сибири по полученным за последнее столетие инструментальным данным показал, что обнаруженные повышенные темпы потепления в Сибири имеют ярко выраженную пространственную неоднородность (до 0,5 град за 10 лет в отдельных районах).

На основе совместной модели циркуляции атмосферы и процессов на земной поверхности выполнен первый этап моделирования регионального климата и гидрологии Сибири. Одномерная модель процессов на поверхности учитывает обмен энергией, водой, парниковыми газами и моментом между атмосферой и поверхностью суши, которая может быть

3. Исследование изменений регионального климата, вызванных природными и антропогенными факторами и влияния региона на глобальные процессы.

4. Подготовка научно-организационной основы и научного коллектива для адекватного представления программы и ее блоков в крупных международных проектах.

покрыта растительностью, озерами, wetlands (например, болотами) или льдом. Показано, что при измененной удвоением CO₂ динамике растительности, поверхностный сток и дренаж сибирских рек в среднем возрастает на 10 - 15%.

Создана интерактивная ГИС для работы с гео-информационными ресурсами по Интернету. Сервер обеспечивает возможность работы с картами при векторном способе хранения и передачи пространственных данных, приемлемое время доступа к пространственным данным при интерактивной работе с электронной картой и позволяет осуществить избирательный принцип защиты информации (ограничения доступа) на уровне отдельных картографических слоев.

На основе синхронных измерений изменчивости микрофизических характеристик и химического состава атмосферных аэрозолей, выполненных в различных почвенно-климатических зонах Западной Сибири в различные сезоны идентифицированы типы источников и мощности эмиссии аэрозолей в атмосферу. Выявлена пространственно-временная изменчивость массовой концентрации и химического состава аэрозолей на фоновых территориях и в районах, подверженных техногенной нагрузке в южных и северных районах Западной Сибири. Определен состав биогенной компоненты атмосферных

аэрозолей Сибири, состав типичных газо-аэрозольных эмиссий от лесных пожаров.

Разработана и применена для анализа структуры лесоболотных комплексов Западной Сибири методика использования эколого-географических данных, космических снимков и ГИС-технологий. Выявлена высокая степень подверженности загрязнению (нефтяному, химическому) и механическим воздействиям, связанным со строительством и эксплуатацией автомагистралей этих гидроморфных объектов.

Проведен международный рабочий семинар “Организация комплексного мультидисциплинарного исследования климатических “горячих пятен” в Северной Евразии” (http://scert.ru/ru/conference/enviromis2004/workshop_rus/) и заседание

Рабочей группы по развертыванию интегрированного регионального исследования современных природно-климатических изменений на территории Сибири (<http://scert.ru/ru/conference/cites2005/group/>), создавшие организационную основу для вхождения проекта в тематические международные программы.

Дополнительная информация о ходе и результатах проекта представлена его сайте (<http://sgbp.scert.ru>). Этот же сайт используется для научно-организационной поддержки выполнения проекта, улучшения координации работ исполнителей и дает участникам проекта доступ к накопленным партнерами информационным ресурсам.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ипполитов И.И., Кабанов М.В., Комаров А.И., Кусков А.И. Современные природно-климатические изменения в Сибири: ход среднегодовых температур и давления // География и природные ресурсы 2004. №3. с.90-96.

2. Кабанов М.М., Капустин С.Н., Колтун П.Н., Крутиков В.А., Малахов Р.Ю., Милованцев П.Б. ГИС-Портал на открытых кодах. Подход к проектированию и разработке. // Вычислительные технологии. Т. 9, ч. 1, 2004, с. 103-111.

3. Полищук Ю.М., Иродова В.П., Перемитина Т.О. Геоинформационный анализ климатических особенностей юго-востока Западной Сибири на основе метода главных компонент // География и природные ресурсы. –2004.–№ 4.– с. 139-143.

4. Дымников В.П., Е.М. Володин, В.Я. Галин, А.В. Глазунов, А.С. Грицун, Н.А. Дианский, В.Н. Лыкосов. Чувствительность климатической системы к малым внешним воздействиям. - Метеорология и гидрология, 2004, № 4, 77-92.

5. К.П. Куценогий, О.В.Чанкина, Г.А.Ковальская, Т.И. Савченко, А.В. Иванов, П.А. Тарасов. Постпирогенные изменения элементного состава лесных горючих материалов и почв в сосновых лесах Средней Сибири. Сибирский экологический журнал, 2003, N 6, стр. 735-742.

6. Gordov E.P., Begni G. Siberia Integrated Regional Study development. Вычислительные технологии, т.10, часть 2, Специальный выпуск, 2005, стр. 149-155.

Е.П. Гордов

634055 Томск пр. Академический 10/3,

СЦ КЛИО

E-mail: gordov@scert.ru

Комплексный мониторинг Большого Васюганского болота: исследования современного состояния и процессов развития Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 137

Организации исполнители

СО РАН: Институт мониторинга климатических и экологических систем, Институт водных и экологических проблем, Институт оптики атмосферы, Институт химии нефти, Институт почвоведения и агрохимии, Филиал института геологии нефти и газа, Институт гидродинамики им М.А. Лаврентьева, Институт вычислительной математики и математической геофизики, Институт вычислительного модели-

рования, Сибирский центр климато-экологических исследований и образования.

СО РАСХН: Сибирский НИИ торфа.

ВУЗы: Томский государственный университет, Сибирский физико-технический институт при ТГУ, Томский политехнический университет, НИИ экологического мониторинга при Алтайском государственном университете.

Цели проекта

1. На основании фундаментальных и прикладных мультидисциплинарных исследований одного из уникальных природно-климатических комплексов Западной Сибири (БВБ) показать роль значение и научно-обоснованные пути развития БВБ как планетарно значимого природного образования для глобальных и региональных изменений окружающей среды и климата.

2. Обеспечить дальнейшее развитие технологий мониторинга БВБ по биологической, физической, химической и техногенной компонентам, методов многофакторного анализа и прогноза региональных изменений под воздействием природных и антропогенных факторов в дополнение к традиционным технологиям мониторинга и прогнозирования регионального состояния окружающей среды и климата.

Основные задачи проекта

- Создать банк данных по характеристикам протекающих на территории БВБ биологических, физических, химических, техногенных процессов.

- Исследовать сценарии эволюции БВБ в интерактивной связи с опубликованными сценариями изменений глобального климата.

- Исследовать закономерности функционирования болотной геосистемы БВБ в условиях воздействия природных и антропогенных факторов.

- Изучить современные ритмы движения земной коры в Западной и Вос-

точной Сибири и, на этой основе, выявить особенности геодинамических процессов на территории БВБ.

- Провести апробацию базовой методологии мультидисциплинарных исследований природно-климатических комплексов на примере БВБ по результатам совместных экспедиционных и стационарных натурных наблюдений, применения современных геоинформационных технологий и измерительной техники нового поколения.

Объект исследований

Большое Васюганское болото (БВБ) представляет собой самый крупный по масштабам в Западной Сибири и на планете природный комплекс (53 тыс. км² в Новосибирской, Омской и Томской областях). В соответствии с размерами этого комплекса уникальными являются и другие параметры БВБ: возраст – 6-10 тыс. лет, запасы воды – 400 км³, разведанные запасы торфяных залежей – более 1

млрд. тонн. Основные функции БВБ как устойчивого природного образования играют важную роль в формировании региональных особенностей, которые влияют на мезомасштабные изменения окружающей среды и климата. Особое значение БВБ среди других болот Западной Сибири состоит в том, что это южное болото до последнего времени не подвергалось значительным техногенным воздействиям.

Результаты исследований

● Проведена инвентаризация флоры сосудистых растений и мохообразных (выделено 586 видов из них 12 видов печеночников, 19 видов листостебельных мхов и 5 видов сосудистых растений обнаружено на данной территории впервые).

● Выявлены закономерности формирования флоры и растительности торфяных болот. При изменении климата многие виды растений из плакорных местообитаний вытесняются на торфяные болота, где находят для себя подходящее убежище и сохраняются в течение длительного времени. Этим определяется роль болот в сохранении и поддержании биоразнообразия.

● Разработаны принципы и построена многоуровневая классификация схем болотных ландшафтов юго-востока Западной Сибири, позволяющая использовать весь набор признаков при сравнительно небольшом числе выделяемых классификационных единиц на каждом уровне. Выделены три уровня: зонально-географический, геолого-геоморфологический и ландшафтно-гидрологический.

● Оценка составляющих биологического круговорота в экосистемах БВБ показала, что интенсивность биологического круговорота, оцениваемая величиной первичной продукции, значительна и достигает 14.3 т/га в год.

● Установлена высокая эффективность применения торфов БВБ для очистки водных микроэмульсий нефти (степень очистки промышленных водных отходов достигает 88-75 %), что определяет высокую рентабельность и перспективность использования торфов БВБ в качестве дешевого адсорбента для очистки сточных вод.

● Проведено природоохранное и эколого-хозяйственное районирование территории БВБ. Определены границы репрезентативного участка болота, наиболее пригодного в соответствии с природными особенностями и местоположением для организации особо охраняемой территории, выделены площади под государственный межрегиональный заказник федерального значения.

● Предложены научные подходы для разработки методов согласования природно-хозяйственных отношений и регламентирования пространственного размещения объектов нефтедобывающего комплекса на основе оценки уровня уязвимости болотных экосистем к различным типам воздействий.

● Определены пространственные масштабы стабилизирующего влияния БВБ на межсезонные колебания среднемесячной температуры до высот в 10 км. На-

блюдаемые температурные контрасты с прилегающими территориями в приземном слое достигают в феврале 5 °С, а в июле 2 °С.

● На территории БВБ выделены три зоны, которые в последнее десятилетие заметно отличаются темпами устойчивого потепления при одновременном уменьшении годовых сумм осадков в юго-западной зоне и увеличении осадков в северной зоне.

● По результатам изучения стратиграфии компонентов олиготрофных грядово-озерных комплексов БВБ и абсолютного возраста до 6.5 тыс. лет выявлен новый генетический тип комплексов с дифференцированным микрорельефом минерального дна, обуславливающим разнотипный характер заболачивания и блоковую стратиграфию торфяной залежи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Большое Васюганское болото. Современное состояние и процессы развития / Под общ. ред. чл.-корр. РАН М.В. Кабанова. – Томск: изд-во ИОА. 2002. – 230 с.

2. Васюганское болото (природные условия, структура и функционирование) / 2-е изд., под ред. чл.-корр. Л.И. Инишевой. - Томск: ЦНТИ, 2003, - 212 с.

3. Лапшина Е.Д. Флора болот юго-востока Западной Сибири. Томск. Изд-во Том. ун-та. 2003. - 296 с.

*М.В. Кабанов, Шишилов В.И.
Институт мониторинга климатических
и экологических систем СО РАН
634055 г. Томск, пр. Академический 10/3.
e-mail:kabanov@iom.tomsknet.ru*

Междисциплинарный интеграционный проект фундаментальных исследований СО РАН “Биоразнообразие и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование” № 145.

Координаторы проекта:

Шокин Ю.И., академик РАН, директор ИВТ СО РАН (ict@ict.nsc.ru)

Шумный В.К., академик РАН, директор ИЦиГ СО РАН (shumny@bionet.nsc.ru)

Ответственные исполнители проекта:

Колчанов Н.А., чл.-корр. РАН, зам. Директора ИЦиГ СО РАН
Федотов А.М., чл.-корр. РАН, зам. Директора ИВТ СО РАН

Ученый секретарь – д.б.н. Сергеев М.Г., зав. кафедрой НГУ,
Технический секретарь – к.б.н. Коваль В.С., с.н.с. ИЦиГ СО РАН (kovalvs@bionet.nsc.ru)

Организации – участники проекта и ответственные исполнители от институтов:

ИВТ СО РАН (д.ф.-м.н. Федотов А.М.)
ИЦГ СО РАН (д.б.н., проф. Колчанов Н.А. к.б.н. Коваль В.С., к.б.н. Матушкин Ю.Г.)
ИМ им Соболева СО РАН (д.ф.-м.н. Голубятников В.П.)

ИВМ и МГ СО РАН (д.т.н. Пяткин В.П., Подколотный Н.Л.)
ЮНИИ ИТ г.Ханты-Мансийск (к.т.н. Алсынбаев К.С., Суляев Я.)
ЦСБС СО РАН (д.б.н. Ермаков Н.Б.)

ИПА СО РАН (к.б.н. Дитц Л. А., д.б.н. Танасиенко А.А.)

ИСиЭЖ СО РАН (д.б.н. Равкин Ю.С.)

ИЛ СО РАН г. Красноярск (д.б.н. Абаимов А.П., д.б.н. Назимова Д.И. к.б.н. Рыжкова В.А.)

ИБФ СО РАН г. Красноярск (к.ф.-м.н. Рогозин Д.Ю.)

ЛИН СО РАН г. Иркутск (к.б.н. Щербачков Д.Ю., к.б.н. Лихошвай Е.В.)

НГУ (д.б.н. Сергеев М.Г., зав. кафедрой)

Основные направления и результаты исследований в 2004-2005 гг.

Прогноз динамики видовой и экосистемного разнообразия требует 1) описания фактического биоразнообразия, 2) выявления основных закономерностей и разработки подходов к формализации данных и 3) создания на их основе математических моделей с последующей верификацией. Задача затруднена чрезвычайной гетерогенностью, как первичных данных, так и традиционных подходов к их представлению и формализации, континуальностью экосистем и разномасштабностью процессов в них. Информационная система (ИС), описывающая экосистему, должна обеспечить не только анализ ее текущего состояния, но и дать возможность накопления данных и расчета динамики поведения практически любых вариантов экосистем, могущих возникнуть на базе такого эталона.

В рамках первого направления ИВТ СО РАН работает над ИС нового поколения - электронными библиотеками (ЭБ). Отличительная черта ЭБ - способность в едином информационном пространстве накапливать и использовать разнородную информацию с сохранением ее свойств, особенностей представления и пользовательских возможностей манипуляции. Так, можно получить информацию в виде электронных документов с сохранением специфики исходного текста (что позволяет использовать опыт и стандарты традиционной библиографии), в сочетании с нетекстовой информацией (изображения, видео и т.д.). При этом ЭБ ката-

логизирует всю хранимую информацию по единому унифицированному формату, что позволяет организовать эффективную навигацию, параллельно используя разные поисковые механизмы и средства доступа к электронным данным. На этих принципах в СО РАН создана ЭБ "Биоразнообразие животного и растительного мира Сибири" http://web.ict.nsc.ru/~cancel/new_atlas, объединяющая ресурсы, описывающие разные аспекты биоразнообразия от экосистемного (атлас "Растительные сообщества Северной Евразии", банк аннотированных фотографий "Фотографии ландшафтов Сибири" и др.) и организменного ("Каталог сосудистых растений Сибири", банк аннотированных фотографий дневных бабочек Северной Азии в естественных условиях, атлас "Сибирские растения в гербарных коллекциях" и др.) до цитогенетического ("Каталог аномалий веретена деления растительной клетки", "Chironomus-NPCV (природные популяции и хромосомная изменчивость у хирономид (Diptera, Chironomidae)", "Линии пшеницы с межсортовыми хромосомными замещениями", "Моносомные линии пшеницы" и т.д.), а также ресурсы, содержащие смежную информацию (например, атлас "Аэрозоли Сибири"). Всего в настоящее время разрабатывается более 20 различных баз данных и информационных ресурсов, поддерживаемых различными учреждениями СО РАН (ЦСБС, ИЦиГ, ИСиЭЖ). Доступ к ним возможен через любой Интернет-браузер, но коллекции

разных авторов исходно доступны только им, либо по локальной сети. В будущем планируется более гибкая политика открытого доступа.

Продолжаются также многолетние мониторинговые исследования с целью сбора информации для моделирования и/или верификации моделей поведения хозяйственно значимых природных экосистем в условиях антропогенного воздействия (изучение биопродуктивности и динамики генетических, физико-химических и др. свойств черноземов и темно-серых лесных почв типичной лесостепи Западной Сибири (Предсалаирье) – ИПА СО РАН) или климатических изменений (изучение динамики паразитарных систем трематод и связанной с ними динамикой паразитарных заболеваний в районе эвтрофного озера Чаны (Новосибирская область) в условиях естественных циклических изменений уровня воды – ИСиЭЖ СО РАН). В ИЛ СО РАН ведется построение карт распределения биоразнообразия основных лесобразующих хвойных пород (*Pinus sylvestris*, *Larix sibirica*, *L. sukaczewii*, и *L. gmelinii*) по территории Сибири.

В рамках второго направления в ИСиЭЖ СО РАН развиваются подходы к применению технологий географических информационных систем (ГИС) в картографии и изучении пространственно-типологической структуры населения мелких млекопитающих и птиц Западной Сибири. После пересчета разнородных исходных данных по обилию животных на универсальные единицы (условно абсолютное значение на площадь), усреднения их по выделам карты-основы для нивелировки годовых и индивидуальных отличий и выравнивания показателей по доле в суммарном коэффициенте разнообразия Шеннона, кластерный анализ позволяет выявить основные структурообразующие факторы

среды и их неразделимые сочетания (режимы). По ним на основе географических карт, аэрокосмических снимков и результатов классификации сообществ возможно легендирование и производство ГИС-средствами карт населения мелкими животными и карт прогноза такого населения. В ИЛ СО РАН также разработаны подходы к прогнозу потенциального разнообразия лесобразующих хвойных пород Сибири на базе анализа вышеуказанных карт биоразнообразия хвойных пород и климатических трансферных функций. В ИПА СО РАН разработан формат структуры ЭБ “Микроорганизмы как компонент почвенной экосистемы” для паспортизации микроорганизмов с учетом типологии и метаморфоза почв и реализации экспертно-аналитических возможностей ГИС в этой области. В ИЦиГ СО РАН ведется разработка ИС для компиляции, визуализации и моделирования структурно-функциональных взаимодействий в экосистемах. Данные экспериментов и наблюдений будут представлены как иерархическая система вложенных друг в друга и раскрываемых по желанию пользователя диаграмм взаимодействий между компонентами биогеоценоза с учетом их пространственного расположения и временной динамики. Возможно также расширение иерархии на нижележащие уровни организации живого (организменный, органо-тканевый, клеточный, молекулярно-биологический).

В рамках третьего направления усилиями ряда институтов СО РАН (ЦСБС, ИЦиГ, ИЛ, ИСиЭЖ, ИВТ, ИПА) и ЮНИИ ИТ создана ГИС “Биоразнообразие и динамика экосистем Урала и Сибири”, где различные информационные уровни биоразнообразия отражают этапы преобразования первичной информации о компонентах экосистемы в наиболее ин-

формационно ёмкий вид – тематические карты. На каждом уровне разработаны тематические базы данных: “БД геоботанических описаний”, “БД типов растительных сообществ”, “БД пространственных единиц растительности – карта растительных сообществ”, “БД почвенных разрезов”, “БД типов почв”, и др.. Все тематические БД, а также вышеуказанная БД по животному населению служат тематическим информационным ядром ГИС. ГИС позволяет быстро и ёмко проводить выборку любой почвенно-геоботанической информации, совмещать ее с имеющимися зоогеографическими данными, а при использовании космических снимков генерировать новые слои тематической информации на основе последовательной обработки имеющихся в базах первичных данных и дешифровочных признаков (рис. 1). На основе этой ГИС в ЦСБС СО РАН разработан алгоритм моделирования пространственной организации экосистем, реализованный при создании ГИС-модели лесных экосистем Западного Саяна. Разработаны предсказательные модели распространения растений в связи с разными сценариями изменения климата.

Возникновение биоразнообразия моделировалось в ЦСБС, ИЦиГ и ИМ, и ЛИН СО РАН. Созданным в ЦСБС компьютерным методом SINAP промоделированы филогенетические связи рода молочай (*Euphorbia*). В ИЦиГ и ИМ проведена компьютерная оценка дивергенции последовательностей дисков в хромосомах 63 видов хириноид. Установлено, что число разрывов хромосом растёт, а средние размеры их консервативных фрагментов падают с ростом филогенетической дивергенции. Проведено также моделирование молекулярно-эпигенетических механизмов биоразнообразия, показана принципиальная возможность существования “ла-

тентного” фенотипа, переход к которому определяют лишь эпигенетические факторы, не сводясь к генетически детерминированным альтернативным режимам функционирования типа молекулярного триггера. В ЛИН моделировались процессы дивергентного видообразования с последующей верификацией по данным молекулярной филогении различных бентосных видов литорали Байкала (олигохет, ракообразных, моллюсков), чьи популяции географически четко очерчены.



Рис. 1. Картосхема распределения суммарной воздушно-сухой биомассы (т/га) почвенных многоклеточных беспозвоночных (включая моллюсков) в системе растительных формаций Западно-Сибирской равнины

Основные публикации за 2004 - 2005 г.

По итогам Интеграционного проекта № 145 в 2004 году опубликован специальный выпуск Сибирского экологического журнала № 5, 2004 “Биразнообразии и динамика экосистем: Информационные технологии и моделирование”, сдана в печать коллективная монография “Биоразнообразии и динамика экосистем: информационные технологии и моделирование”.

Координаторы проекта:

¹ Шокин Ю.И. (ict@ict.nsc.ru)

² Шумный В.К. (shumny@bionet.nsc.ru)

¹ *Институт Вычислительных Технологий СО РАН, Новосибирск, Россия*

² *Институт цитологии и генетики СО РАН, 630090, Новосибирск, пр. ак. Лаврентьева, 10*

E-mail: shumny@bionet.nsc.ru и kol@bionet.nsc.ru

WWW: <http://www.bionet.nsc.ru/>

**Интеграционный проект СО РАН № 49
«Биологическое разнообразие Западно-Сибирской равнины;
пространственно-структурная организация, современное
состояние и основные треиды развития»**

Исполнители: Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Институт систематики и экологии животных СО РАН, Институт проблем освоения севера СО РАН.

В качестве модельного полигона была выбрана лесостепная зона Западно-Сибирской равнины. Проведено выявление видового разнообразия в наземных и водных лесостепных экосистемах высших растений, водорослей и мхов. Зарегистрировано 997 видов высших растений, 126 – мохообразных и 1245 – водорослей. Сравнительный анализ показал, что, по сравнению с другими зонами, лесостепь характеризуется наибольшим разнообразием высших растений и водорослей.

На основе составленной в 2003 году карты растительности рассчитаны запасы надземной и подземной фитомассы основных типов лесных экосистем (табл. 1).

Изучены основные направления территориальной изменчивости летнего населения птиц лесостепной зоны. Построенный методом корреляционных плеяд граф, отобразил пространственно-типоло-

гическую структуру летнего населения птиц (рис. 1).

Структурная схема демонстрирует наличие трех слабо связанных между собой систем населения. Особенно сильно отличается система населения птиц застроенных пространств, характеризующаяся наиболее специфичным видовым составом численно преобладающих видов и самым уровнем суммарного обилия птиц. Слабее выражены различия между системами населения птиц незастроенных территорий и водно-высоким околородных местообитаний.

Анализ пространственной структуры, выявленной для подтипов населения, показывает тесную сопряженность изменчивости орнитокомплексов и гидротермического режима местообитаний, определяющего формирование того или иного типа растительного покрова. Информативность такого представления о пространственной структуре населения, оцененная по доле учтенной дисперсии коэффициентов сходства между всеми исходными (не усредненными) вариантами населения, достигает

**БЮЛЛЕТЕНЬ РОССИЙСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА
ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ ГЕОСФЕРНО-БИОСФЕРНОЙ ПРОГРАММЕ**

36%, что соответствует коэффициенту корреляции, равному 0,6. Проведенный анализ дает основание говорить о структурно-организационном единстве населения птиц всей Западно-Сибирской равнины, поскольку и во всех остальных природных зонах, а не только в лесостепной, оно организовано преимущественно по гидротермическому принципу.

Создана база данных о таксономическом разнообразии членистоногих сибирской лесостепи, включающая более 4 тысяч видов. Проведена экологическая ординация видов на стандартной матрице экологических условий, составленной катенами, по 5 позиций каждая, в семи широтных зонах Западно-Сибирской равнины. Установлено, что виды членистоногих лесостепного фаунистического комплекса относятся к 10 экологическим группам: травяно-болотным гигрофилам, неморально-лесным гигрофилам, неморально-лесным мезофилам, лесо-луговым мезофилам, луговым мезофилам, луговым гало-мезофилам, остепненно-луговым ксеромезофилам, лугово-степным мезоксерофилам, луговым облигатным галофилам, типично-степным ксерофилам.

Обращает на себя внимание, что 6 групп из 10 имеют в своем названии индекс луговой.

Именно эти виды достигают в лесостепи наиболее высокой численности, наибольшего таксономического разнообра-

зия, выделяются своей экологической толерантностью и, как правило, имеют полизональные ареалы.

Таким образом, получены следующие основные характеристики лесостепных экосистем – видовое разнообразие высших растений, водорослей и мохообразных, запас подземной фитомассы, разнообразие членистоногих, запас надземной фитомассы, территориальное распределение летнего населения птиц.

*Координаторы проекта:
д.б.н., проф. В.П.Седельников
д.б.н., проф. Ю.С.Равкин
Центральный сибирский ботанический сад СО РАН*

*630090, Новосибирск, Россия
E-mail: root@botgard.nsk.su
WWW: http://csbg.narod.ru*

**Запасы фитомассы и продуктивность основных лесостепных формаций
Западно-Сибирской равнины**

№ п/п	Формация	Площадь, км ²	Фитомасса		Продукция	
			г/га ²	тонн/га	тонн/год	общая
1.	Вечнозеленые широколиственные и высокоствольные	673000	3500	2355300000	1500	1009500000
2.	Широколиственные леса	37000	37000	1369000000	2200	81400000
3.	Луговые степи, остепненные луга	2143000	2500	5357500000	1300	2783900000
4.	Засоленные луговые степные формации	57000	1600	92000000	500	28500000
5.	Травянистые выдота	31000	1500	465000000	700	21700000
6.	Мелколиственные леса	239000	20000	4780000000	800	191200000
7.	Объемная растительность	31000	8500	2635000000	1200	37200000
	Всего	3211000		11263200000		7155400000

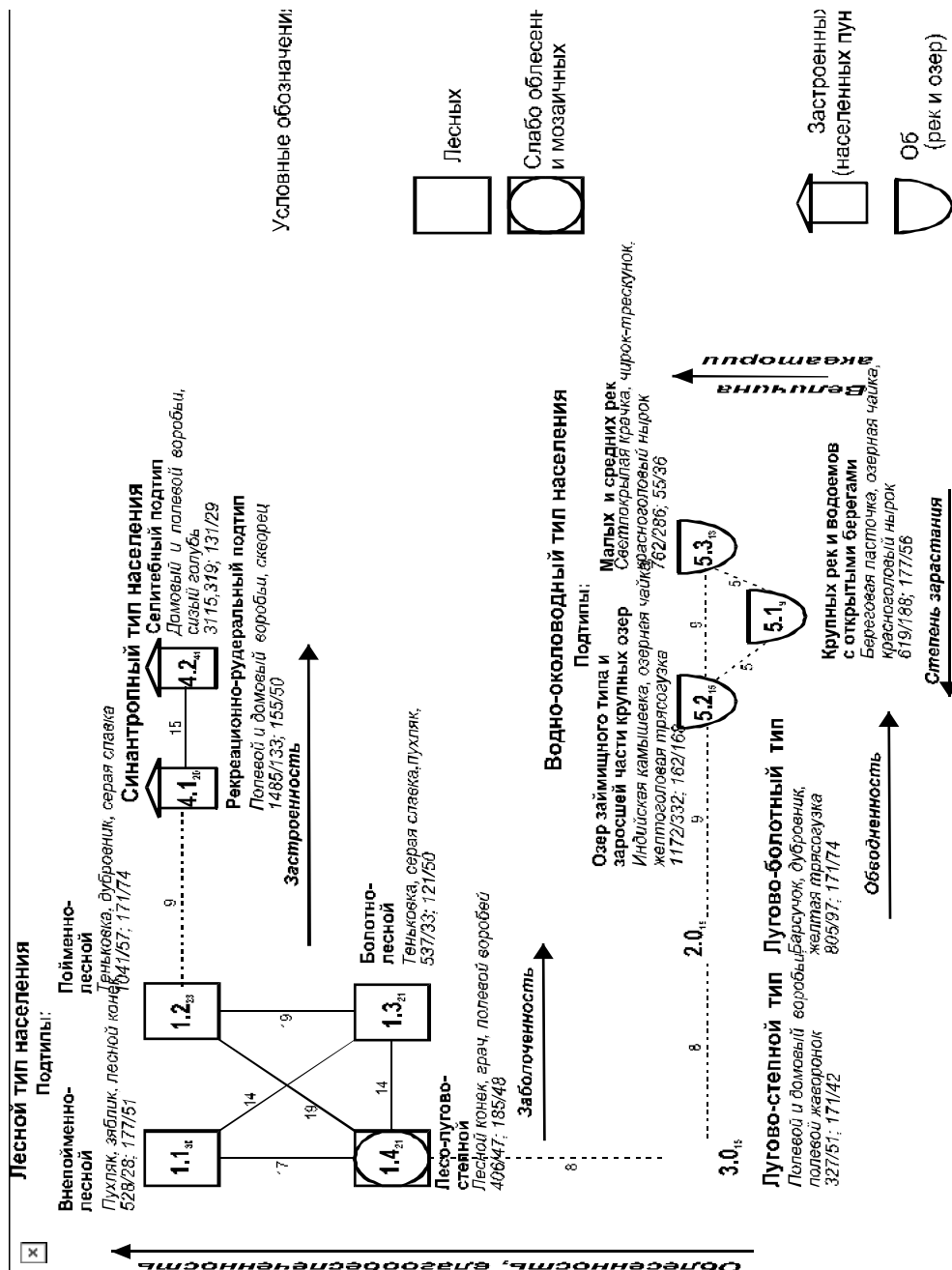


Рис. 1. Пространственно-типологическая структура летнего населения птиц лесостепной зоны Западно-Сибирской равнины

**Междисциплинарный интеграционный проект СО РАН № 99
«Анализ и моделирование трансформации вещества в системе
«река Селенга – дельта – оз. Байкал»»**

В условиях прогрессирующей антропогенной нагрузки на окружающую природную среду все более актуальной становится задача сохранения уникальных экосистем слабо затронутых хозяйственной деятельностью. Однако размеры экосистемы и сложность взаимосвязей живых организмов между собой и с окружающим миром затрудняют задачу оценки факторов влияющих на их эволюцию и тем более определить степень трансформации

биогенной компоненты под влиянием внешних условий. Поэтому особое значение приобретает изучение ключевых локальных участков акватории озера и прилегающего побережья, где можно провести детальные исследования основных элементов экосистемы, количественные и качественные изменения вещества и энергии, определить их индикаторы. Таковым объектом является дельта р. Селенги.

ЛИТЕРАТУРА

1. Синюкович В.Н., Жарикова Н.Г., Жариков В.Д. Сток р. Селенги в её дельте // География и природные ресурсы 2004. №3. с.64-69.

2. Сорокикова Л.М., Тулохонов А.К., Синюкович В.Н., Томберг И.В., Башенхаева Н.В., Максименко С.Ю., Поповская Г.И. Качество воды дельты р. Селенги // География и природные ресурсы 2005. № 1.

3. Хажеева З.И., Урбазаева С.Д., Тулохонов А.К., Плюснин А.М., Сорокикова Л.М., Синюкович В.Н. Тяжелые ме-

таллы в воде и донных отложениях дельты р. Селенга // Геохимия 2005. № 1. с.105-111.

Тулохонов А.К.

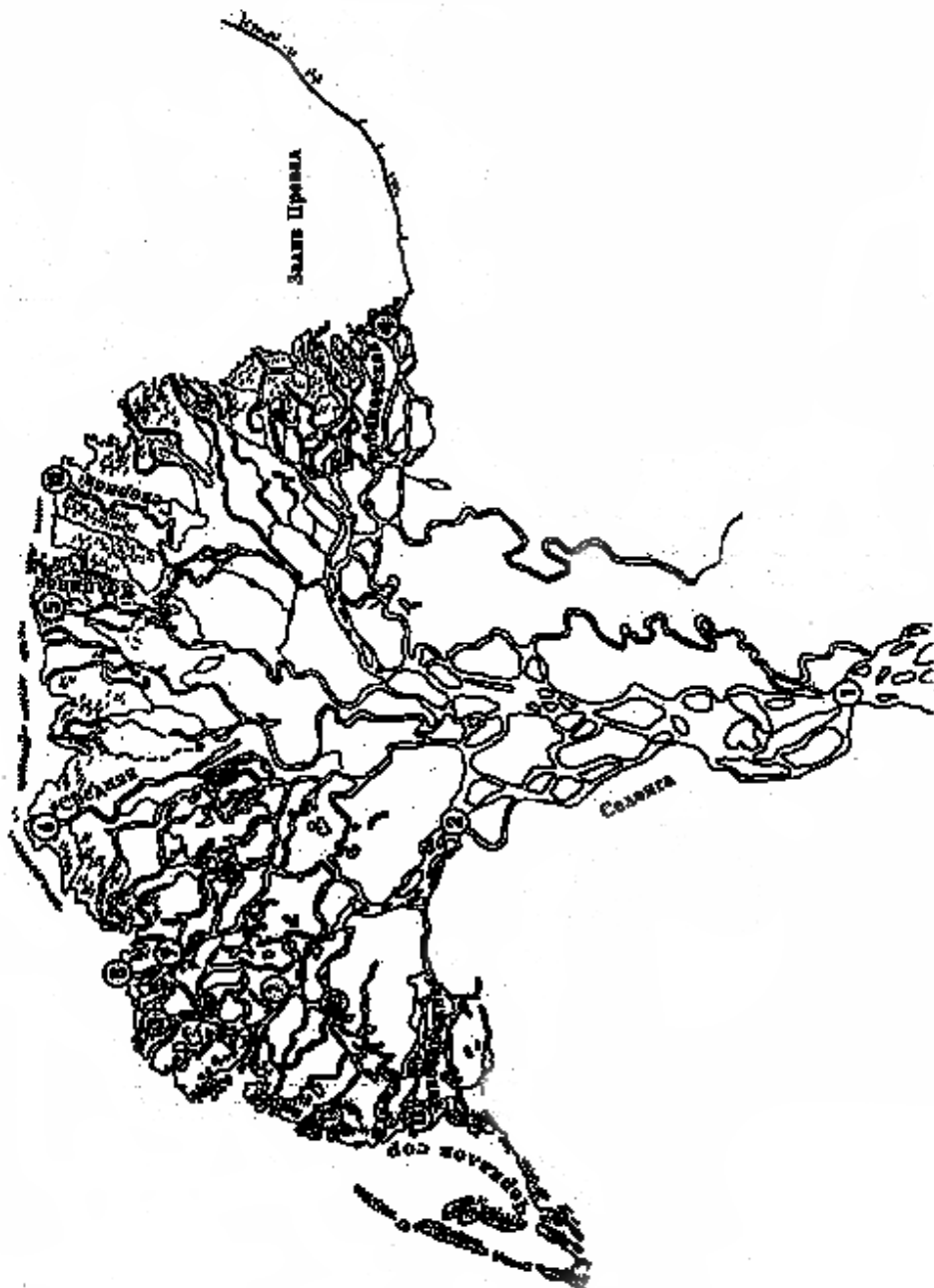
Байкальский институт природопользования СО РАН

Россия, 670047, г. Улан-Удэ, ул. Сахьяновой, 6,

Тел.: (3012) 433380, 433676, Факс: (3012) 434259

E-mail: bip@bsc.buryatia.ru

Озеро Байкал



Интеграционный проект СО РАН №169 “Аэрозоли Сибири-2. Гетерогенная химия и физика атмосферы. Влияние атмосферных аэрозолей на биогеохимические циклы в биосфере”

Цели проекта:

- изучение закономерностей образования, трансформации и переноса аэрозолей в Сибирском регионе и Арктическом бассейне России на локальном, региональном и глобальном уровнях для выяснения их основных источников и стоков;
- оценка влияния атмосферных аэрозолей на качество атмосферного воз-

духа, уровни загрязнения растительности, почвы и воды, скорости миграции различных веществ и элементов в объектах окружающей среды;

- выяснение воздействия атмосферных аэрозолей различной природы на атмосферные процессы, здоровье людей и животный мир.

Исследования ведутся в рамках четырех тематических блоков:

1. Мониторинг атмосферных аэрозолей в Сибирском регионе и Арктическом бассейне России.
2. Лабораторно-стендовые и полигонные исследования.

3. Модели образования, трансформации и распространения атмосферных аэрозолей.

4. ГИС-технологии и базы данных.

Результаты

На территории Западной и Восточной Сибири, а также в Арктическом бассейне России создана система мониторинга атмосферных аэрозолей, которая состоит из наземных пунктов наблюдений, расположенных на территориях сильной техногенной нагрузки (крупные промышленные центры), в пригородных зонах и на фоновых территориях. В дополнение к наземным наблюдениям, ведутся исследования с использованием космического мониторинга, а также с использованием самолетов и судов.

Используя космический мониторинг, собрана важная информация о лесных пожарах в бореальных лесах Сибири. Эти данные позволяют идентифицировать отдельные лесные пожары и области задымления от них. Области влияния дымовых шлейфов имеют не только локальные, но и региональные масштабы. Структура источников газо-аэрозольных эмис-

сий достаточно сложная. Она зависит от пространственного расположения и интенсивности индивидуальных пожаров, типа лесных массивов и метеорологических условий. Данные космического мониторинга обеспечивают только часть необходимой информации для описания экологических последствий лесных пожаров. Для получения недостающих сведений на специальном полигоне проводятся наземные и авиационные эксперименты, в которых определяется величина газо-аэрозольных эмиссий в зависимости от типа лесных горючих материалов и режимов горения. Получены первые экспериментальные данные, позволяющие определить коэффициенты эмиссии основных реакционно-активных газовых и аэрозольных продуктов горения по массе сгоревшего лесного горючего материала, а также химический состав образующихся аэрозолей субмикронной и грубодисперсной фрак-

ции. Эти результаты позволяют оценить влияние газообразных и аэрозольных эмиссий на климатические и экологические последствия лесных пожаров в boreальных лесах Сибири. По результатам наземного и самолетного мониторинга впервые получены данные о составе биокомпоненты атмосферных аэрозолей Сибири и его пространственно-временной изменчивости. Для пыльцевого компонента атмосферных аэрозолей Западной Сибири выявлены закономерности суточной и сезонной изменчивости массовой и счетной концентрации, а также видового состава.

Результаты десятилетних исследований показали, что атмосферные аэрозоли Сибирского региона и Арктического бассейна России – сложная динамическая система, свойства которой определяются взаимодействием физических, химических и биологических процессов, происходящих в биосфере. Накопленный к настоящему времени экспериментальный материал и его анализ позволили выделить ряд общих закономерностей и построить в первом приближении ряд параметризованных моделей для описания основных характеристик изучаемой системы.

Дисперсный состав атмосферных аэрозолей Сибири можно аппроксимировать трехмодовым нормально-логарифмическим распределением. Согласно существующей классификации, атмосферные аэрозоли Сибири наиболее близко соответствуют континентальным атмосферным аэрозолям удаленных территорий. Определены параметры этого распределения. Предложена динамическая модель суточной и сезонной изменчивости дисперсного состава, счетной и массовой концентраций субмикронной фракции атмосферных аэрозолей, учитывающая процессы фотохимической конверсии, коагуляцию образующихся частиц, суточную изменчи-

вость высоты пограничного слоя атмосферы и влажность атмосферы. Предложенная модель позволяет оценить возможную изменчивость характеристик этой фракции в разных почвенно-климатических зонах, с учетом химического состава этой фракции выяснить влияние на процессы образования туманов и облаков, изменение видимости и радиационный теплообмен. Данные о химическом составе атмосферных аэрозолей Сибири и его изменчивости в зависимости от размера частиц, времени года в различных почвенно-климатических зонах позволили предложить критерии разделения вклада антропогенных и естественных источников газо-аэрозольной эмиссий. Пространственно-временная изменчивость химического состава атмосферных аэрозолей, учет динамики атмосферной циркуляции позволяют выделить вклад различных типов источников локального, регионального и глобального масштаба (кислотные осадки, лесные пожары, крупные промышленные центры, промышленные предприятия различного типа, автотранспорт, почвенная и водная эрозия). Совместное определение ионного состава атмосферных аэрозолей, мокрых выпадений и поверхностных вод позволило выяснить роль взаимодействия атмосфера - гидросфера – литосфера для определения экологической опасности появления феномена “кислотных дождей” в зависимости от специфических особенностей почвенно-климатических зон. Изучение сезонной и суточной динамики морфологического состава пыльцевой компоненты атмосферных аэрозолей позволило выяснить ее конкретные источники, оценить важность вклада этой компоненты в массовую концентрацию грубодисперсной фракции атмосферных аэрозолей Сибири, составить сезонный календарь изменчивости этой компоненты для юга Западной

Сибири, а также предложить метод прогноза выявленных закономерностей на другие районы Сибири. Предложена тематическая модель образования грубо-дисперсной фракции атмосферных аэрозолей при конвективной стратификации атмосферы. Для оценки длительного влияния на загрязнение подстилающей поверхности (почвы, снежного покрова) предложены полуэмпирические модели локального и регионального масштаба, хорошо описывающие экспериментальные данные. Для выяснения детальных механизмов элементарных стадий физических и химических процессов образования, трансформации и переноса атмосферных аэрозолей от естественных и антропогенных источников созданы лабораторно-стендовые установки. Предложена методика цифровой стереофотограмметрии с использованием ГИС-технологии для получения гео-пространственных данных при оценке состояния экосистем. Совокупность получаемых экспериментальных данных и теоретического обобщения этой информации с использованием полуэмпирических моделей – необходимый этап для

корректной интерпретации методов дистанционного зондирования.

Результаты таких комплексных исследований позволили получить достаточно полную картину пространственно-временной изменчивости атмосферных аэрозолей на территории Сибири. Итогом этого стало существенное заполнение пробела в наших знаниях о характеристиках атмосферных аэрозолей Сибири – одного из крупнейших регионов континентальных территорий Северного полушария. Это крайне важно при построении глобальной модели атмосферных аэрозолей.

Итоги первого этапа исследований являются исходными для разработки оптимальной программы будущих исследований и в Сибирском регионе, и в будущих Всероссийских и международных программах по экологии и глобальным изменениям.

Куценогий К.П.

*Институт химической кинетики и
горения СО РАН*

630090 г. Новосибирск, ул. Институтская, 3

E-mail: koutsen@kinetics.nsc.ru

Экологические проблемы городов Сибири Междисциплинарный проект СО РАН №130

В состав исполнителей входят сотрудники следующих Институтов Сибирского отделения РАН: вычислительной математики и математической геофизики (ИВМиМГ), оптики атмосферы (ИОА), химической кинетики и горения (ИХКиГ), мониторинга климатических и экологических систем (ИМКЭС), солнечно-земной физики (ИСЗФ), теплофизики (ИТ), теоретической и прикладной механики (ИТПМ), систематики и экологии животных (ИСиЭЖ), почвоведения и агрохимии (ИПА), химической биологии и фундамен-

тальной медицины (ИХБФМ), Центрального Сибирского ботанического сада (ЦСБС), Сибирского центра климато-экологических исследований и образования (СЦ КЛИО), Байкальского института природопользования (БИП), а также других организаций и учреждений: Центральной клинической больницы СО РАН (ЦКБ СО РАН), ГНЦ вирусологии и биотехнологии “Вектор” (ГНЦ ВБ «Вектор»), Западно-Сибирского регионального центра приема и обработки космических данных (РЦПОД).

Цель проекта состоит в проведении междисциплинарных научных исследований по решению фундаментальных вопросов, выясняющих, как города изменяют гидротермодинамический режим и состав атмосферы и каким образом эти изменения могут влиять на качество жизни, здоровье населения и качество природной среды. Одним из практических результатов работы проекта должна быть методика проведения междисциплинарных экологических экспертиз для оценки состояния качества окружающей среды и изменений, вносимых потенциально опасными объектами, как действующими, так и

планируемыми. Концепция экспертизы предусматривает несколько этапов: проведение сценарных оценок изменений качества атмосферы на базе математического моделирования с использованием данных наземного, самолетного и космического мониторинга; сравнительный анализ всех доступных данных о состоянии био- и экосистем и здоровья людей в исследуемых регионах; анализ тенденций возможных изменений при различных вариантах антропогенных воздействий, выделение ситуаций, характеризующихся повышенной степенью риска/уязвимости к этим воздействиям.

Основные направления работы и задачи проекта

1. Математическое моделирование как инструмент интегрирования знаний и оценок экологических перспектив:

- Развить комплекс моделей и систему моделирования мезоклиматов и переноса загрязнений для типичного города на фоне динамично меняющихся крупномасштабных процессов.

- Разработать методику решения обратных задач с целью обнаружения источников вредных примесей и оценки их параметров с использованием данных мониторинга.

- Исследовать возможные изменения мезоклиматов города и качества окружающей среды в результате изменения режимов землепользования.

- Разработать методику выявления предпосылок возникновения экологически неблагоприятных ситуаций в городских условиях.

- Построить схемы районирования территорий промышленных регионов по степеням экологических рисков и уязвимости для биосферы и человека.

2. Некоторые аспекты атмосферной химии для учета специфики городов Сибири:

- Провести анализ различных механизмов трансформации примесей в атмосфере и их осаждения для различных категорий землепользования.

- Разработать методику оценок появления токсичных продуктов трансформации для типичных наборов веществ-предшественников в городской атмосфере.

3. Направленный мониторинг для обеспечения исследований и решения конкретных задач экологической экспертизы:

- С помощью мобильных средств (автомобильная станция и самолет-лаборатория) провести в характерные сезоны года комплексное обследование состояния окружающей среды одного из городов юга Западной Сибири с целью получения фактической информации по общему содержанию аэрозоля в атмосфере, спектральной интенсивности ультрафиолетовой радиации, газовому и аэрозольному составу атмосферы, характеристикам загрязнения почвы и элементов надпочвенного покрова)

- Использовать результаты дистанционного зондирования высокого пространственного разрешения для оценки динамики ареала антропогенных изменений подстилающей поверхности в городских и пригородных зонах.

- Периодически осуществлять мониторинг газового состава выбросов тепловых станций городов Сибирского региона по концентрациям CO, CO₂, NO, NO₂, SO₂. Определение экологических и технологических параметров сжигания топлива. Выработка рекомендаций по оптимальным режимам работы топливосжигающих установок.

4. Анализ медицинских и биологических аспектов качества жизни человека и динамики экосистем

- Изучение и выявление видового состава лишайников как апробированных индикаторов состояния атмосферного воздуха в разных по степени загрязнённости районах г. Новосибирска и его окрестностей.

- Изучение биогенной компоненты атмосферного аэрозоля городов. Анализ и обобщение новых и ранее накопленных данных. Разработка подходов к выявлению влияния биогенной компоненты городского аэрозоля на здоровье населения.

- Изучение почв, как фактора, влияющего на загрязнение атмосферы и растений.

- Изучение изменения биотопов в различных условиях антропогенных нагрузок.

- Выявление возможных взаимосвязей между факторами окружающей среды и здоровьем человека с позиций фундаментальной медицины.

- Систематизация сведений о воздействии различных антропогенных факторов на элементы природной среды и здоровье человека в специфике городских условий.

- Анализ состояния здоровья, заболеваемости, качества жизни в различных микрорайонах Новосибирского научного центра (ННЦ) с учетом результатов мониторинга и экологической экспертизы.

5. Развитие информационных технологий для обеспечения исследований по тематике проекта

- Создать базы данных для обеспечения исследований для конкретных городов, объектов, ситуаций и сценариев моделирования. На основе Интернет-технологий разработать структуру Интернет-доступных баз данных.

- На основе геоинформационных технологий построить набор программных средств, позволяющих отображать на цифровой карте города различные типы данных.

- Создать систему и Интернет сайт для отображения экологической ситуации на примере г. Томска и его Академгородка.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.В. Пененко, Б.Д. Белан, А.Ю. Харитонов “Экологические проблемы городов Сибири” – междисциплинарный проект СО РАН// География и природные ресурсы, 2004, Специальный выпуск, 140-143

2. Б.Д. Белан, Г.А. Иевлев, В.А. Пирогов, Е.В. Покровский, Д.В. Симонен-

ко, Н.В. Ужегова, А.В. Фофонов. Сравнительная оценка состава воздуха промышленных городов Сибири в холодный период. // География и природные ресурсы, 2004, Специальный выпуск, 152-157.

3. А.И. Бородулин, А.С. Сафатов, Б.Д. Белан, М.В. Панченко, В.В. Пененко, Е.А. Цветова. Высотные профили концен-

трации биоаэрозолей в тропосфере юга Западной Сибири.//ДАН, 2005 (в печати)

4. В.В.Пененко, Е.А.Цветова. Модели и методы для оценок взаимодействий в системе город-регион.// Вычислительные технологии, 2005, т. 10, часть 2, Специальный выпуск, стр. 70-78.

¹Пененко В.В., ²Белан Б.Д.,

³Харитонов А.Ю.

¹Институт вычислительной математики и математической геофизики
СО РАН,

Новосибирск, 630090,
проспект Лаврентьева 6,
e-mail: penenko@sscc.ru

²Институт оптики атмосферы СО
РАН, Томск,
e-mail: bbd@iao.ru

³Институт систематики и экологии
животных СО РАН, Новосибирск,
e-mail: pc@eco.nsc.ru

Интеграционный проект институтов СО РАН и ДВО РАН № 4 “Развитие информационных и телекоммуникационных технологий мониторинга природной среды на основе данных спутников нового поколения”

Координатор проекта – директор ИВТ СО РАН, академик Ю.И.Шокин (ict@ict.nsc.ru).

Организации – участники проекта: ИВТ СО РАН (отв. исполнитель – зам. директора, чл.-к. РАН А.М.Федотов), КНЦ СО РАН (отв. исполнитель – зам. председателя, к.ф.-м.н. В.М.Владимиров), ИАПУ ДВО РАН (отв. исполнитель – зав. лабораторией, к.т.н. А.И.Алексанин).

Основной целью проекта является развитие информационных и телекоммуникационных средств и технологий мониторинга природной среды на основе данных спутников нового поколения (TERRA, AQUA, MTSAT), поставляющих при лучшем пространственном и яркостном разрешении в 5-10 раз больше информации о быстро меняющихся процессах океана и атмосферы, чем широко используемые спутники NOAA и GMS-5 для: 1) информационной поддержки фундаментальных и прикладных исследова-

ний институтов ДВО и СО РАН в таких областях как моделирование природных и антропогенных катастроф, физика атмосферы и океана, океанология, природопользование, экология, гидрология, оценка запасов полезных ископаемых и т.д.; 2) мониторинга опасных метеоявлений и природных катастроф (тайфуны, цунами, лесные пожары, наводнения); оценки их последствий, включая экологический контроль и прогноз; 3) создания единой инструментальной и алгоритмической базы регионального спутникового мониторинга (PCM); 3) формирования архивов и баз данных PCM на общей инструментальной платформе; 4) развития средств доступа к информационно-справочным ресурсам спутниковых данных СО РАН и ДВО РАН; 5) координации исследований в реализации целей и задач проекта; 6) информационной поддержки хозяйственных приложений: контроль и прогноз развития опасных метеоявлений и природных катастроф (тайфуны, лесные пожары, наводнения),

оценка рыбных промыслов; ледовая проводка судов; экологический контроль и прогноз (разливы нефти, пылевые и тепловые загрязнения атмосферы и т.п.); оценка снего- и влагозапаса.

В рамках проекта организован канал связи, обеспечивающий передачу данных между СО РАН и ДВО РАН. В ИВТ СО РАН разработана технологическая среда интеграции информационных ресурсов, включая данные спутникового мониторинга. В Региональном спутниковом центре мониторинга окружающей среды ДВО РАН развиваются современные телекоммуникационные технологии поставки данных и разрабатываются углубленные методы обработки спутниковой информации. Три антенных станции позволяют получать данные полярно-орбитальных спутников NOAA, FY-1C, FY-1D и геостационарных спутников GMS-5, FY-2B, FY-2C, MTSAT. Одна антенна модернизируется для приема данных радиометра MODIS/AQUA. Совместная обработка различных спутниковых данных позволяет получать более полную информацию во времени и в пространстве о явлениях на поверхности моря и в атмосфере. Различные специализированные методики развиваются для

обнаружения, прослеживания и оценки гидродинамических параметров поверхности моря. Базовыми продуктами являются калиброванные изображения в проекции Меркатора (пространственное разрешение 1.1 км). Дополнительно в выходные продукты включаются такие карты как: комбинации различных спектральных каналов; температура поверхности моря в изолиниях и в виде изображений 24 и 48 градаций цвета; вектора поверхностных течений, рассчитанных оператором методом прослеживания морских маркеров; термические структуры моря на основе доминантных ориентаций термических контрастов и т.д. Все выходные продукты были протестированы в течение реальной оперативной работы. Для доступа к спутниковым данным Центра ДВО РАН создан сайт (<http://www.satellite.dvo.ru>). Пользовательский интерфейс, средства регистрации и идентификации обеспечивает возможность удаленному клиенту оформить заказ на конкретную обработку спутниковой информации. WEB и ftp интерфейс развиты как для интерактивного, так и для автоматического доступа к метаданным и данным (<ftp://ftp.satellite.dvo.ru>).

ЛИТЕРАТУРА

Гербек Э.Э., Алексанин А.И., Алексанина М.Г., Прошьянц Ю.Г., Наумкин Ю.В. Реализация регионального спутникового мониторинга океана и атмосферы // Вестник ДВО РАН. 1996, № 6. С. 103-119.

*Ю.И.Шокин
Институт вычислительных технологий
СО РАН, Новосибирск, Россия
(ict@ict.nsc.ru)*

Научные исследования области криологии Земли

Институт криосферы Земли СО РАН (директор академик В. П. Мельников, член Королевской Академии наук Бельгии) выполняет исследования по проблемам, связанным с глобальными изменениями

криолитозоны под воздействием природных и антропогенных факторов в рамках трех интеграционных программ Президиума РАН: «Опасные природные явления на поверхности суши: механизм и катастро-

фические следствия» (13); «Фундаментальные проблемы океанологии: физика, геология, биология, экология» (14); и «Природные процессы в полярных областях Земли и их вероятное развитие в ближайшие десятилетия» (П-34).

Проект «Фундаментальные проблемы функционирования и эволюции криосферы в условиях глобальных изменений природной среды» (13) позволил выявить закономерности распространения и разнонаправленные изменения многолетнемерзлых толщ, криогенных процессов и условий, связанных с динамикой природных экзо- и эндогенных факторов, техногенных воздействий, которые могут использоваться в качестве основы планирования рационального природопользования при возрастающей антропогенной нагрузке в России.

На основе картографических информационно-модельных реализованных в виде компьютерных цифровых карт разного уровня генерализации с соответствующими базами данных, выработана методика оценки тенденций изменения нестабильных природных зон в Западной Сибири и в криолитозоне России в целом. Базы включают характеристики состава, льдистости, температуры и глубин промерзания-протаивания пород, ландшафтных, геоморфологических, геологических и инженерно-геокриологических условий, распространения экзогенных геокриологических процессов, климатические параметры и др. Анализ взаимосвязанных картографических информационно-модельных глобального, регионального и локального уровней генерализации, пополнение баз данных обеспечили создание серии мелкомасштабных прогнозных карт и разработку сценариев возможных изменений ландшафтно-геокриологических условий в осваиваемых районах Сибири в XXI в.

К исследованиям факторов, определяющих глобальные изменения, относится разработанная численная модель Солнечной системы, программа численного решения вращательного движения Земли для расчетов эволюции инсоляции и сопоставления с динамикой изменения криосферных процессов.

Получены результаты, уточняющие теоретические представления о ходе криогенных и сопутствующих физико-геологических процессов в разных средах, позволяющие прогнозировать состояние криолитозоны, загрязнений в арктической водной среде, поступление газообразных потоков в состав атмосферы и оценить его вторичное влияние на динамику верхней границы многолетнемерзлых толщ – деятельного слоя на фоне глобальных изменений климата.

Проект «Динамика морских берегов Российской Арктики» (14) объединяет весь комплекс проблем взаимодействия суши и арктического океана. За предыдущие годы изучены закономерности динамики морских берегов, разработана уникальная ГИС морских берегов Российской Арктики, содержащая детальную информацию обо всех арктических берегах, включая данные об их ландшафтной структуре, геологии, геоморфологии, геокриологии, динамическом типе и количественных характеристиках их динамики. В оценке взаимодействия суши и Арктического океана учтено влияние глобальных изменений природной среды, изменения климата и повышение уровня Мирового океана.

Впервые на основе обстоятельных полевых исследований составлен достоверный баланс и оценена роль морских побережий в поступлении твердого материала, органического углерода и растворимых солей на Арктический шельф. Вы-

полнены первые количественные оценки влияния высвобождающихся парниковых газов на изменение состава атмосферы при разрушении морских берегов в Арктике. Создана основа для исследования фундаментальной проблемы формирования и динамики субаквальных криогенных толщ на Арктическом шельфе. Проводимые исследования имеют фундаментальный характер, но при этом имеют большое прикладное значение, главным образом в связи с освоением нефтегазовых месторождений Российской Арктики.

Проект «Криолитозона и природные процессы в прибрежно-шельфовой области полярных морей Евразии» выполняется с соисполнителями ИМЗ СО РАН, ИПРЭК СО РАН в рамках направления «Наземное оледенение и вечная мерзлота полярных регионов» программы П-34. Исследования направлены на изучение условий формирования и эволюции подводной мерзлоты и завершение работы по созданию ГИС морских берегов. Основная цель программы – углубление фундаментальных исследований полярных областей Земли и подготовка к Международному полярному году, намеченному на 2007-2008 гг. В итоге работ этого года, помимо новых научных разработок по каждому проекту, должен быть подготовлен план развития этих исследований в рамках Международного полярного года. Необходимо разработать основные идеи предстоящих исследований, планы их проведения, пути сотрудничества с другими научными организациями в России и за рубежом, наметить перечень данных, которые пред-

полагается получить, определить способ и место их хранения и пути обмена.

Институт выполняет международные проекты: Береговая динамика в Арктике (ACD, 2001-2004) и Циркумпольярный мониторинг деятельного слоя (CALM, 2000-2003; 2004 – 2007). Работы по проектам включают проведение исследований на разных объектах криолитозоны, мониторинг характеристик криолитозоны - ландшафтов, температурных условий, деятельного слоя и др. В результате выполнения разработана международная легенда, созданы ГИС-базы данных, изданы карты геоэкологических условий и растительности разного масштаба, в т. ч. электронные версии. Академик В.П.Мельников является представителем России в Международной ассоциации по мерзлотоведению и председателем Научного совета по криологии Земли РАН.

С 1996 года институт организует ежегодную Международную конференцию, объединяющую криологические исследования литосферы, биосферы, гидросферы, техносферы, криологию планет Солнечной системы, оценки взаимодействия инженерных сооружений и методологии рационального природопользования в криолитозоне. С 1997 издается журнал «Криосфера Земли» (kriozem@online.ru). В Тюменском государственном нефтегазовом университете институтом созданы научно-учебные центры, кафедра «Криология Земли» и Субарктический научно-учебный полигон, в рамках которого будут проводиться международные студенческие практики.

ЛИТЕРАТУРА

1. Мельников В.П. Смутьский И.И. Астрономические факторы воздействия на криосферу Земли и проблемы их исследования. // Криосфера Земли, 2004, №1, с.3-14.

2. Drozdov D.S., Korostelev Yu.V., Malkova G.V., Melnikov E.S., Vasiliev A.A. The segmentation of the Russian Northern Coast-line of the coastline for the Purposes

of the Arctic Coastal Dynamics Project.// Reports of Polar and Marine Research, 2004, - 482, p.21-26.

3. Павлов А.В., Ананьева Г.В. Оценка современных изменений температуры воздуха на территории криолитозоны России // Криосфера Земли, 2004, т. VIII, № 2, с. 3-9.

4. Москаленко Н.Г., Пономарева О.Е. Изменения растительности и геокриологических условий бугров пучения, нарушенных линейным строительством в северной тайге Западной Сибири Криосфера Земли, VIII, №2, 10-16

5. Moskalenko N.G., Walker D.A., Raynolds M.K. etc. Circumpolar Arctic Vegetation Map. Scale 1:7 500 000. 2003, U.S. Fish and Wildlife Service, Anchorage, Alaska. – карта

Готовятся к печати в 2005 г.

1. Дроздов Д.С. Информационно-картографическое моделирование природно-техногенных сред в геокриологии. - монография

2. Мельников Е.С., Васильев А.А., Лейбман М.О., Москаленко Н.Г. Динамика сезонноталого слоя в Западной Сибири. Криосфера Земли. – статья в журнале

3. Спецвыпуск журнала «Криосфера Земли» по вопросам взаимодействия моря и берегов в криолитозоне Арктики.

Слагода Е.А.

Институт криосферы Земли СО РАН

625 000, г. Тюмень, а/я 1230;

E-mail: sciensec@ikz.ru

http://www.ikz.ru/

Проект Международного научно-технического центра № 2757 Отклик биогеохимических циклов на изменения климата в Евразии

В рамках проекта строится научная обсерватория с высотной мачтой (300 м) в удаленном от промышленных центров регионе для проверки предположения, что значительные тренды в атмосферно-экосистемном обмене происходят в результате потепления, наблюдаемого в прошлые десятилетия. Измерения в Сибири будут проводиться параллельно с измерениями, проводимыми с вышки, установленной недавно в Северной Баварии (Германия). Район действия вышки в Германии, охватывающей крупный промышленный и сельскохозяйственный регион, будет служить контрастом измерениям в Сибири, где наблюдается относительно однородный лесной ландшафт. Далее мы предлагаем использовать стабильные изотопы, которые позволят различить антропогенные и биологические потоки. Эти измерения включают в

себя $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в CO_2 , CH_4 и CO , $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$ в CO_2 , $^{15}\text{N}/^{14}\text{N}$ в N_2O , а также измерение соотношения O_2/N_2 . В проекте будут так же использованы данные, полученные в результате недавно проведенных и текущих наземных исследованиях, проводимых двумя институтами- партнерами в области лесной таксации, динамики роста насаждений, динамики лесных пожаров, а также в области обменных процессов между экосистемой и атмосферой, для репрезентативного набора экосистем, характерных для данного региона. Дальнейшее моделирование атмосферных и биогеохимических процессов послужит для интерпретации атмосферных наблюдений и свяжет их с сезонной и межгодовой изменчивостью растительности.

В разделы деятельности проекта входят: 1) строительство вышки и лаборатории возле нее в Центральной Сибири

(90 E, 60 N); 2) постоянные измерения концентраций и потоков атмосферных составляющих, связанных с циклом углерода и метеорологией; 3) регулярный забор образцов воздуха в емкости на вышке и их транспортировка в Красноярск и Йену для дальнейших анализов.

*Ваганов Е.А.
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО
РАН,
Красноярск 660036, Россия
e-mail: institute@forest.akadem.ru*

Полный углеродный бюджет наземных экосистем на национальном и региональном уровне

В настоящее время пост-Киото переговорный процесс рассматривает частичный углеродный бюджет, связанный с землепользованием, изменениями в землепользовании и лесоводстве (LULUCF): зачетные механизмы Киотского Протокола включают обязательные мероприятия, предусмотренные статьей 3.3 (лесоразведение, лесовосстановление и обезлесивание после 1990 г. в результате человеческой деятельности), и добровольные - согласно статье 3.4 (лесное хозяйство, управление пастбищами и восстановление растительности). Вместе с тем очевидно, что только полный углеродный бюджет (точнее – полная оценка основных биогеохимических циклов) соответствует духу и основополагающим целям Рамочной конвенции ООН по климатическим изменениям. В течение последнего десятилетия Международный институт прикладного системного анализа (IIASA) совместно с русскими научными учреждениями (Ин-т леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск; Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, Москва; Дальневосточный н.-и. ин-т лесного хозяйства, Хабаровск и другими) и рядом зарубежных партнеров выполнил исследования по разработке методологии и оценке полного углеродного бюджета наземных экосистем – для России в целом и для большого региона, в качестве которого была выбрана Средняя Сибирь.

На обоих масштабах – континентальном (национальном) и региональном

- методология познания углеродного цикла (ПУБ) исходит из его понимания как очень сложной динамической открытой нечеткой (слабо организованной, fuzzy) системы, образованной сложным переплетением нестационарных случайных процессов. Минимизация неопределенности результатов оценивания является главной научной целью ПУБ. Особенности системы предопределяют необходимость 1) последовательного применения принципов системного анализа и 2) интеграции различных информационных источников, методов и моделей. В «идеальном» виде ПУБ релизуется в системном объединении методов, оценивающих потоки и динамику резервуаров углерода; исчерпывающем описании природных ландшафтов в виде интегральной земельной информационной системы (ИЗИС); использовании данных мониторинга земельного покрова и состояния экосистем (базируясь на концепции многосенсорного дистанционного зондирования из космоса) и комбинированном применении экологических моделей различных классов. Прямые измерения потоков и атмосферных концентраций используются для параметризации моделей. Инверсное моделирование служит средством независимого контроля. ИЗИС представляется в виде многослойной ГИС (включая цифровые карты ландшафтов, почв, растительности, земельного покрова и др.) и связанных с ними атрибутивных баз дан-

ных. Ландшафтно - экосистемный подход является основой моделирования основных компонентов ПУБ. Результаты оценивания представляют собой пространственно распределенную структуру, описывающую в явном виде динамику резервуаров и потоков углерода для ландшафтных единиц целесообразного масштаба. Существенное место в подходе занимает обобщение экспериментальных данных различного типа и «полуэмпирические» модели, в частности, связывающие измеряемые показатели (например, дистанционными методами) с компонентами ПУБ.

Для уровня страны было показано, что растительные экосистемы Рос-

сии служили поглотителем атмосферного углерода порядка $0.35 \text{ Пг} (=10^{15} \text{ г}) \text{ С год}^{-1}$ в течение 1988-1992 гг. , т.е. начального периода действия Протокола Киото (рис.1). Чистая первичная продукция (ЧПП) и гетеротрофное дыхание (ГД) являются базовыми компонентами ПУБ, однако потоки вследствие природных и антропогенных нарушений и потребления растительных продуктов, т.е. «управляемая» часть ПУБ, значительны и могут достигать порядка 20% ЧПП. Погрешность оценки чистой биомной продукции составила порядка 50%. Однако, следует учесть, что этот результат относится к средней величине за 5 лет и получен путем инвен-

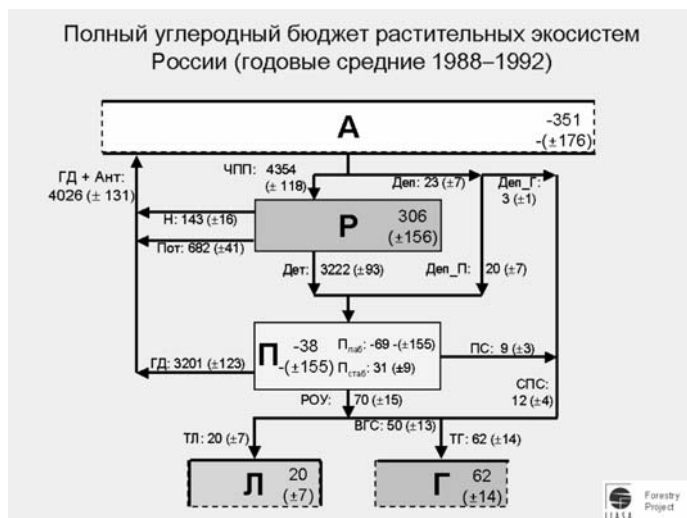


Рис. 1: Полный углеродный бюджет растительных экосистем России (годовые средние потоков и изменения резервуаров за период 1988–1992 гг). Все величины даны в Тг С ($=10^{12} \text{ г}$) год⁻¹. Резервуары: А-атмосфера, Р-растительность, П-почва (разделенная на 2 резервуара – С лабильного и стабильного органического вещества), Л-литосфера, Г-гидросфера. Потоки: ЧПП-чистая первичная продукция, Деп-сухое и влажное осаждение, ГД-гетеротрофное дыхание, Н и Пот - потоки, обусловленные нарушениями и потреблением растительных продуктов; Дет-детрит; ВТ (водный транспорт С) как сумма поверхностного стока ПС и внутригрунтового стока ВГС; РОУ-растворимый органический углерод; ТЛ и ТГ- С транспорт в литосферу и гидросферу, соответственно. Неопределенности оценок (в скобках) приведены для доверительной вероятности 0.9.

таризационного подхода, что обуславливает некоторое «скрытое» усреднение результатов во времени.

Базируясь на модельных модификациях влияния показателей внешней среды на основные компоненты ПУБ, оценках динамики потоков, обусловленных природными и антропогенными нарушениями, данных динамики землепользования, инвентаризации земельного и лесного фондов и т.д., было показано, что в 1988-2002 гг. растительные экосистемы России в среднем поглощали из атмосферы $520 \pm 128 \text{ Тг С год}^{-1}$, из которых 78% приходится на лесные, лесоболотные и болотные системы. Межгодовая изменчивость основных компонентов бюджета высока, величины годового стока углерода колебались за этот период от 180 до 750 Тг С год⁻¹. Было также показано, что часто обсуждающаяся проблема «потерянного стока» (“missing sink”) в рамках ПУБ не существует, а порождена неполнотой учета.

Оценка ПУБ на региональном уровне имеет свои особенности, связанные, главным образом, с возможностью оперативного отслеживания показателей внешней среды и более детального представления состояния и динамики земельного покрова. Это предопределяет необходимость системного применения дистанционных методов в целях ПУБ. Два крупных проекта такого типа было выполнено в последние годы европейскими (7 партнеров) и российскими (4) институтами в Средней Сибири. Проекты финансировались Европейским Союзом и координировались университетом им. Фридриха Шиллера в Иене, Германия (проф. К. Шмуллиус). Проект SIBERIA (SAR Imaging for Boreal Ecology and Radar Interferometry Applications) исследовал перспективы применения радаров с синтезированной апертурой с европейских

(ERS-1 и ERS-2) и японского (JERS) спутников. В результате было составлено около 100 листов карты лесов юга Средней Сибири на площади около 100 млн га по состоянию на 2000 г. в масштабе 1:200000. Результаты проекта показали, что методу присуща высокая чувствительность к идентификации площадей с небольшими запасами надземной фитомассы, что позволяет надежно диагностировать быстрые изменения лесного покрова вследствие нарушений или лесовозобновления, оценивать надземную фитомассу не лесных и не покрытых лесом земель, а также проводить надежное обновление лесоучетных данных. Использование перспективных радарных технологий при зимней устойчивой погоде (пиксел 20 м) позволяет оценивать запас древостоев и надземную фитомассу с погрешностью $\pm 20\text{-}30\%$ в пределах таксационного выдела, хотя точность снижается для древостоев с запасами, превышающими 120-150 м³ га⁻¹. Вместе с тем, подтверждены низкие пороговые значения насыщения (что происходит при 30, 50 и 150-200 т/га сухой массы соответственно при длине волны ~6см (C band), ~24 см (L band) и ~70 см (P band), а также существенные ограничения, порождаемые горным рельефом. Радаров с P band пока на спутниках не было, хотя сейчас ESA и NASA обсуждают возможность запуска спутника с такой длиной волны, что позволит оценивать запас 80-90% бореальных лесов с градицией порядка 10-15 т га⁻¹.

Проект SIBERIA-II (Multi-Sensor Concepts for Greenhouse Gas Accounting of Northern Eurasia, 2002-2005) создал прототип современной системы учета ПУБ на больших территориях бореальной и умеренной зон и продемонстрировал существенный прогресс, достигаемый при системном применении спутниковых систем

(изучались возможности ~20 различных сенсоров, работающих в различных спектральных диапазонах), совместно с использованием информации из иных источников (например, данных учета лесов) в применении к двум основным типам моделей – адаптированным к району глобальным динамическим моделям растительности (ГДМР, модели LPJ и SDGVM) и ландшафтно-экосистемному методу, развиваемому ИАASA совместно с российскими институтами и лесоустройством. В части применения методов дистанционного зондирования, получены перспективные результаты в разграничении и динамике классов земельного покрова; оценке процессов лесовосстановления; идентификации гарей и других нарушений; параметризации интенсивности пожаров, что имеет решающее значения для надежности оценивания пожарных эмиссий; оценке фенологических, климатических и иных показателей внешней среды, которые применяются почти во всех классах моделей (характеристики вегетационного периода; гидрологические показатели, такие как глубина снега и запасы воды в снеге; динамика таяния и замерзания грунтов; показатели, важные для процессных моделей, таких как листовой индекс, поглощаемая часть фотосинтетически активной радиации и др.); ряд других результатов. Вместе с тем, спутниковые методы сами по себе не исчерпывают потребности информационного обеспечения ПУБ, и значительный синергизм обеспечивается их использованием совместно с другими источниками информации.

Созданная многослойная ГИС в масштабе 1:1 млн содержит исчерывающую численную характеристику ~30000 полигонов района (на общей площади свыше 300 млн га) в унифицированной иерархической классификации земельного по-

крова. Параметризация полигонов представлена детальным описанием экосистем, включая основные компоненты полного бюджета основных парниковых газов (такие как содержание углерода и азота в различных резервуарах, фракционный состав фитомассы, ЧПП, ГД, эмиссии N_2O и CH_4 , и многие другие). «Регионализация» ГДМР (в частности, использование реального, а не потенциального земельного покрова; разработка специальных региональных блоков, например, таких как влияние многолетней мерзлоты на гидрологию и продуктивность экосистем и т.д.) существенно приближает получаемые результаты этого класса моделей к «реальному миру» и представляет важный материал для понимания функционирования экосистем в меняющейся окружающей среде, хотя пока еще не обеспечивает точности, целесообразной на региональном уровне. С другой стороны, межсезонная изменчивость основных компонентов ПУБ велика, поэтому в рамках «полуэмпирического» ландшафтно-экосистемного подхода требуется коррекция используемых средних величин на погодные и иные особенности конкретного вегетационного сезона. Точность основных показателей ПУБ на региональном уровне оказалась примерно в два раза выше, чем таковая для страны в целом.

В рамках названных проектов созданы многочисленные базы данных различных типов экспериментальных измерений; «полуэмпирические» модели разных типов - роста основных лесобразующих пород страны; динамики фитомассы в лесных экосистемах; трансформации органического вещества и др. Эмпирически подтвержден начавшийся процесс акклимации лесов России к климатическим изменениям. Создан оригинальный метод оценки ЧПП лесных экосистем. Применение этого метода подтвердило высказан-

ное ранее предположение, что существующие оценки ЧПП лесов существенно занижены: новая оценка для лесов страны с использованием данных учета лесого фонда 2003 г. составила в среднем $306 \text{ г С м}^{-2} \text{ год}^{-1}$, что почти на треть выше предыдущих оценок, базировавшихся, в основном, на сводке Н.И. Базилевич (1993).

Результаты упомянутых выше проектов подтвердили принципиальную важ-

ность системного рассмотрения проблемы. В части информационного обеспечения, фундаментальное решение состоит в разработке и внедрении интегральных систем наблюдений, которые понимаются как непрерывно функционирующие системы мониторинга, охватывающие все составляющие биосферы (земельный покров, атмосферу и гидросферу) с целесообразной периодичностью и детальностью.

ЛИТЕРАТУРА

1. Нильссон С., Ваганов Е., Швиденко А., Столбовой В., Рожков В., МакКаллум И., Йонас М. Углеродный бюджет растительных экосистем России. Доклады Академии наук. 2003. Т. 393, No 4. С. 541-543.

2. Швиденко А.З., Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон, Ю.И. Булый. Система моделей роста и динамики продуктивности лесов России (таблицы хода роста). Лесное хозяйство, 2003, 6. Стр. 34-38.

3. Швиденко А., Ваганов Е., Нильссон С. Босферная роль лесов России на старте третьего тысячелетия: углеродный бюджет и протокол Киото. Сибирский экологический журнал, 2003, No 6. С. 649-658.

4. Швиденко А.З., Д.Г. Щепашенко, С. Нильссон, Ю.И. Булый. Система моделей роста и динамики продуктивности лесов России (таблицы биологической продуктивности). Лесное хозяйство, 2004, No 2. С. 40-44.

5. Ciais, Ph., I. Janssens, A. Shvidenko, C. Wirth, Y. Malhi, J. Grace, E.-D. Schulze, M. Heimann, O. Phillips and H. Dolman. The potential for rising CO₂ to account for the observed uptake of carbon by tropical, temperate, and boreal forest biomes. Chapter 7 in H. Griffiths and P.J. Jarvis, *The Carbon Balance of Forest Biomes*, Garland Science/BIOS Scientific Publishers, 2004. P.109-149.

6. Kajii Y., Kato S., Streets D., Tsai N., Shvidenko A., Nilsson S., McCallum J., Minko N., Abushenko N., Altyntsev D., and

Khodzher T. Vegetation fire in Russia in 1998: Estimation of area and emissions of pollutants by AVHRR satellite data. *Journal of Geophysical Research*, 108, 2004, doi:10.1029/2001JD001078.

7. Lapenis A., Shvidenko A., Shepashenko D., Nilsson S. and Aiyyer A. Acclimation of Russian forests to recent changes in climate. *Global Change Biology*, 2005 (in press).

8. Nilsson S., Shvidenko A., Stolbovoi V., et al. Full Carbon Account for Russia. Interim Report IR-00-021. International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, 2000. P. 180.

9. Nilsson S., M. Jonas, V. Stolbovoi, A. Shvidenko, M. Obersteiner, and I. McCallum. The missing "missing sink". *The Forestry Chronicle*, 2003, 79, No 6. P. 1071-1074.

10. Nilsson S., Shvidenko A., and M. Jonas. Uncertainties of the regional terrestrial biota full carbon account: A systems analysis. *Proceedings of the International Workshop "Uncertainties of the Full Carbon Account"*, Warsaw, September 25-26 2004. P. 1-15.

11. Shvidenko A., Nilsson S. A synthesis of the impact of Russian forests on the global carbon budget for 1961-1998. *Tellus* 55B, 2003. P. 391-415.

*А.Швиденко, С. Нильссон,
Международный институт прикладного
системного анализа, IIASA, A-2361
Laxenburg Austria, shvidenk@iiasa.ac.at*

Лесная Программа ИАСА

Международный институт прикладного системного анализа (ИАСА), расположенный в Лаксенбурге, Австрия, поддерживается 16 странами из Африки, Азии, Европы и Северной Америки. Россия является одним из основателей института. Исследования, выполняемые в ИАСА, посвящены международным и междисциплинарным исследованиям в области внешней среды, экономики, новых технологий, экологических и социальных проблем современности. Являясь, по сути, институтом глобальных изменений, ИАСА исследует важнейшие вопросы, связанные с состоянием и динамикой биосферы, энергетическими проблемами современности, экономикой переходного мира, растительными экосистемами, демографией, трансграничными загрязнениями, водными ресурсами, динамикой землепользования и земельного покрова, теорией и практикой применения системного анализа. Системный анализ и использование новейших достижений в моделировании являются базовыми составляющими научной методологии работ института. Основанный в 1972 году, ИАСА известен как авторитетный исследовательский центр международного сотрудничества, место многочисленных конференций и симпозиумов и важное звено мирового сообщества ученых и научных организаций, изучающих глобальные изменения.

Лесная Программа ИАСА рассматривает леса планеты как важнейшее природное образование, как объект и движущую силу стабильности природной среды, важнейший фактор самого существования человеческого общества. В течение последних 15 лет основное внимание программа уделяла бореальным лесам планеты и, в особенности, лесам России, как

объектам глобального значения. Несмотря на широкое распространение природных и антропогенных нарушений в бореальных лесах, они остаются одной из наиболее устойчивых лесных формаций на планете. Однако, экстремальные климатические изменения ожидаются именно здесь (в высокоширотной Евразии, особенно в Сибири), что ставит под вопрос устойчивость бореальных экосистем и судьбу гигантского количества углерода, запасенного в лесных и болотных экосистемах бореального биома. С другой стороны, бореальные леса являются важнейшим сырьевым источником, и практически только они имеют достаточный потенциал для удовлетворения в ближайшем будущем растущего мирового спроса на древесину. Поэтому количественная оценка роли бореальной растительности в современной и будущей климатических системах земли и разработка упреждающей системы адаптации бореальных лесов к глобальным изменениям и смягчения нежелательных последствий этих изменений представляют собой задачу большой международной значимости. Поэтому ИАСА, совместно с многочисленными российским институтами (в некоторые годы лесная исследовательская сеть, сформированная программой в России, включала до 20 исследовательских и производственных организаций), исследовала состояние, динамику, сырьевые ресурсы и биосферную роль лесов России. Философской основой этих исследований является признание того, что только знание полного бюджета основных биофильных элементов может быть основой целенаправленных усилий мирового сообщества по сдерживанию негативных климатических изменений. Это привело к разработке системной ме-

тодологии оценки биосферной роли лесов, реализованной в ряде проектов последнего десятилетия (таких как *Полный углеродный бюджет растительных экосистем России, SIBERIA, SIBERIA-II*).

Вместе с тем, сохранение и поддержание ресурсного потенциала, жизненности, биосферных и экологических функций лесов мира требуют целенаправленной лесной политики и лесоуправления. В 1988-1996 гг. Лесная программа ИАСА изучала возможности перехода к устойчивому управлению лесами России во всех отношениях – ресурсном, экономическом, экологическом, и осуществила ряд попыток практического внедрения результатов, проведя профессионально-общественные слушания в 5 лесных районах России. Программа представляла базовые доклады о состоянии лесов планеты и России на многочисленных международных симпозиумах и конгрессах, например, Мировой комиссии по устойчивому развитию и лесному хозяйству, XII Мировом лесном конгрессе, конгрессах IUFRO. В ряде обобщающих публикаций, программа регулярно представляет оценки состояния и тенденций динамики лесов и лесного сектора планеты.

Принятый план работы Лесной программы на 2006-2010 гг. усиливает тенденции системного анализа лесов на планетарном масштабе. Начало третьего тысячелетия свидетельствует о существенном изменении парадигмы взаимодействия человека и леса. Управляемость лесами мира и возможности международного и национального воздействия на этот процесс становятся одной из определяющих проблем лесного сектора. Одним из краеугольных камней перехода к устойчивому управлению является последовательное внедрение новейших технологий и знаний экологии и научного лесоводства.

Эти вопросы, на фоне преобладающего значения средообразующей роли лесов, являются центральными в будущей деятельности программы. Важное место занимают также исследования, связанные с проблемой управления углеродным бюджетом лесов на глобальном масштабе (координруемый программой проект INSEA - Integrated Sink Enhancement Assessment). Проект, финансируемый Европейским союзом, разрабатывает системные методы и аналитические средства для оценки экономического и средообразующего эффекта увеличения стока углерода и снижения эмиссий парниковых газов в сельском и лесном хозяйстве. Вместе с тем, глобальные рассмотрения приобретают особый практический смысл, если они преломляются в конкретных обстоятельствах. Поэтому программа планирует развивать углубленные исследования лесного сектора таких узловых стран мира, как Китай, Индия и Россия.

Подробную информацию о Лесной программе ИАСА можно получить на www.iiasa.ac.at/Forestry

*А.Швиденко, С. Нильссон,
Международный институт прикладного
системного анализа, ИАСА, А-2361
Laxenburg Austria, shvidenk@iiasa.ac.at*

Enviro-RISKS: Man-induced Environmental Risks: Monitoring, Management and Remediation of Man-made Changes in Siberia (FP6 INCO CA project, 2005-2008)

Partners:

Danish Meteorological Institute (Co-ordinator), Copenhagen, Denmark; Siberian Center for Environmental Research&Training (NIS Co-ordinator), Tomsk, Russia; Max-Planck-Institut fuer Biogeochemie, Jena, Germany; International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria; Institute for Numerical Mathematics RAS, Moscow, Russia; V.N. Sukhachev Institute of For-

est SB RAS, Krasnoyarsk, Russia; KazGeo-Cosmos, Almaty, Kazakhstan; Ugra Research Institute of Information Technologies, Khanty-Mansiisk, Russia; Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems SB RAS, Tomsk, Russia; and Institute of Computational Mathematics and mathematical Geophysics SB RAS, Novosibirsk, Russia.

Context and objectives:

Siberia environment has been subjected to serious man-made transformations during last 50 years. Current regional level environmental risks are: direct damages to environment caused by accidents in process of petroleum/gas production and transporting; caused by deforestation variations in Si-

berian rivers runoffs and wetland regimes; influence of forest fires, flambeau lights and losses of gas and petroleum during their transportation on regional atmosphere composition; deposition of hazardous species leading to risks to soil, water and consequently to risks in the food chain.

Strategic objective

Strategic objective of the project is to facilitate elaboration of solid scientific background and understanding of man-made associated environmental risks, their influence on all aspects of regional environment and optimal ways for it remediation by means of coordinated initiatives of a range of relevant RTD projects as well as to achieve improved integration of the EU research giving the projects additional synergy in current activities and potential for practical applications.

Scientific background is formed by a number of different levels RTD projects devoted to near all aspects of the theme but in virtue of synergy lack not resulting in improvement of regional environmental situation. The set comprise coordinated/performed by Partners EC funded thematic international projects, Russian national projects and other projects performed by NIS Partners.

One of the project tasks is a possible development of Siberia Integrated Regional Study (SIRS). Accordingly to present knowledge, Siberia is the region where the most pronounced consequences of climate changes already happen and will happen. Various models have been developed to address different dimensions of this issue. Variability in space and time as well as regions of critical importance ("hotspots") have been evidenced through in situ and remote sensing measurement techniques and were forecasted by advanced climatic models. Siberia environment has been subjected to serious man-made transformations during last 50 years. Current regional level environmental risks are: direct damages form accidents on nuclear enterprises and transportation of nuclear materials as well as long term influence on neighborhood of those via air and water transport of radio-

nuclides; direct damages to environment caused by accidents in process of petroleum/gas production and transporting including their influence on water, soil, vegetation and animals; caused by deforestation (cutting and forest fires) variations in Siberian rivers runoffs and wetland regimes; direct and indirect influence of forest fires, flambeau lights and losses of gas and petroleum during their transportation on regional atmosphere composition; deposition of hazardous species leading to risks to soil, water and consequently to risks in the food chain. These regional problems are typical for number of NIS and some European countries, whose territory are crossed by pipelines and/or are used for petroleum production and for near all Northern countries.

Elaboration of solid scientific background and understanding of man-made associated environmental risks, their influence on all aspects of regional environment and

optimal ways for it remediation is required to get practical results in enhancing of environment and diminish environmental risks. The region requires a new research paradigm. An overarching vision of regional aspects and its various connections to global aspects is now needed in line with the defined by the Earth System Science Partnership Integrated Regional Studies (IRS) approach, which could lead to Siberia IRS (SIRS) program. This requires bringing together scientists from several disciplines and sub-regions into a much wider approach and setting up the relevant structures (institutions, regional and trans-regional and international networks, funding) to lead such integrative studies. Results of such studies should be bridged with and acknowledged by relevant decision policy makers in order to implement proper mitigation and remediation actions at managerial and political decision levels.

Activities:

The main activities, aimed at realization of the Enviro-RISKS objective and coordination of number (18) of environmentally oriented Projects, will be realized into 11 interrelated workpackages and include:

- Development and support of the Project web portal and environmental information distributed database;
- Gathering and systematization of information resources obtained;
- Gathering, analysis and synergy search in different level projects on Siberian environment;
- Organization of first conference and experts meeting;

- Preparation of technical implementation plan on finished Projects;
- Gathering of information on recently started projects in Siberia;
- Search for synergy between the different projects on Siberian environment and elaboration of recommendation for new Projects;
- Organization of second conference and experts meeting;
- Documentation and dissemination;
- Exchange of research personnel and postgraduates.

Expected results and outcomes:

Direct impact of the Project is in elaboration of on the base of dedicated studies of the expert groups practical recommendations for regional level activities in basic and applied environmental problems solving.

It includes based on satellite remote sensing methods, local measurements and numerical modeling early detection and monitoring of accidents in process of petroleum/gas production and transporting including their influence

on water, soil, vegetation and animals; appearance of new forest fires and flambeau lights, variations in Siberian rivers runoffs and wetland regimes; best approaches to mitigate environmental risks in process of industrial activity in the region and modern technologies for remediation of damaged territories.

Strategic impact of the CA is in dissemination of effective approaches and tools for monitoring, management and remediation of man-made environmental risks in Siberia and in suffering from similar problems regions of NIS. Due synergism and synchronization in project performance it also improves the state-of-the-art of Environmental Science and

applications in Russia, NIS and EU. Elaborated by the expert groups practical recommendations being implemented at the Siberian federal District will lead to improvement of well being and security of local population.

*Project Co-ordinator A. Baklanov
Danish Meteorological Institute, Denmark
E-mail: alb@dmi.dk, <http://www.dmi.dk/>
Project NIS Co-ordinator E. Gordov
Siberian Center for Environmental
Research and Training,
Akademicheskii Ave. 10/3, Tomsk, 634055
Russia
E-mail: gordov@scert.ru, <http://scert.ru/en/>*

CIRCLE - Climate Impact Research Coordination for a Larger Europe (EC ERA-NET project, 2005-2009)

Climate change is increasingly seen as one of the greatest issues facing the world in the 21st century, and Europe is taking a leading role in responding to its challenges. Climate change impacts have enormous economic implications – at the regional, national and European level (cp. various analysis of re-insurance companies). Impacts of Climate Change do not stop at borders but require cross-border cooperation in all aspects.

CIRCLE plans to foster such European cross-border cooperation regarding national research activities taking a crucial look on the topic of socio-economic developments from Climate change impacts. Whatever the success of mitigating climate change may be, certain impacts are unavoidable and European countries will need to adapt to those impacts. Their adaptation response must be informed by a coherent body of research and it is CIRCLE's prime objective to contribute to such efforts by aligning national research programmes using a complete application of the ERA-Net principles.

Presently, numerous excellent groups work at national level on Climate Change impacts. The FP6 funds research projects with European consortia, but there is a strong lack of cooperation between national research programmes on climate change impact and weak administrative linkages between national research programmes and the FP6.

CIRCLE initiates enhanced cooperation of national programmes within the EU (including the new member states). It provides a platform for cooperation activities among programmes, establishes a sound knowledge base on national activities and prepares the base for a multi-national network of research programmes throughout Europe. As an ERA-Net SSA of partners from 7 countries, CIRCLE already established a sound basis for co-operation, an information base for national programme scientific content and management structures and through this preparatory work paved the way towards this CIRCLE CA project with 17 countries tak-

ing part in it and remaining open for additional regional and national pertinent programmes.

The means of integration comprise four serial activities leading to an in-depth integration. The partners aim to learn about each others programmes, will plan how to address specific issues (e.g. legal and financial constraints and evaluation procedures) and then will start to connect their research programmes by aligning their research agendas and management procedures in order to fulfill an in-depth integration by providing options for col-laborative research (four options, including a geographical return principle). Four cross-cutting activities will support this process. The coordinator will lead the action; the partners will address how to continue the integration beyond the life of the CA. The programmes will be enabled to group on a geo-climatic/socioeconomic scale (e.g. Mediterranean countries, Nordic countries, Continental central and Eastern Europe, Alpine/Mountainous countries and Atlantic coastal countries) to address specific regional transboundary impacts. Knowledge will be spread to stakeholders by designed interaction processes.

Long-term objective of the Project is a strong network of European research programmes in this field with multi-national joint calls and strong cooperation with the FP7. To reach this goal, CIRCLE will establish new contacts, arrange conferences and workshops with research programme managers and research policy makers, analyse funding mechanisms and structures for the different national programmes, establish working groups regarding management/financing mechanisms and evaluation structures of programmes, exchange best practices and set up a preliminary database of experts, advisors and evaluators.

Although Climate Change Impact and adaptation needs form an international

phenomenon, pertinent research funding mechanisms are not yet sufficiently coordinated in Europe. This field of research is very dynamic and new programmes emerge as successors of old programmes or are being initiated especially in the new member states and in Eastern Europe. Owing to this dynamic state, a systematic approach of research coordination is urgently needed.

The essential objective of CIRCLE is to coordinate European research on Climate Change Impact Assessment and Adaptation to facilitate the research needed by European and national decision makers to design effective yet economically efficient and feasible adaptation strategies.

CIRCLE defines a clear focus by including Assessment and Adaptation issues and by excluding mitigation efforts. The chosen field of research encompasses a wide range of disciplines and scientific and policy questions.

The Associated Partners including Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems (IMCES) SB RAS, Tomsk, Russia, are a valuable component of CIRCLE, because they actively take part in the exchange among the programmes and, although to a smaller degree than the consortium members, contribute to certain Tasks. Each of the Associated Partners puts some valuable expertise and qualification into CIRCLE and, in return, benefits from the exchange with all of the members of the project. The general purpose of associating organisations to CIRCLE is to enable the establishment of new pertinent research programmes in the respective countries or regions to fully join CIRCLE in the future. The developed by IMCES and the Siberian Center for Environmental research and Training Siberia Integrated Regional Study is one of examples of such programmes.

CIRCLE will remain an open partnership. Most of the pertinent research pro-

grammes in Europe are now integrated in this initiative, but few still are not. New programmes will likely be installed, especially by the current Associated Partners, which will then change their eligibility status. CIRCLE offers further partners that they be included as consortium members, provided the Commission will support this desire.

Martin Koenig
Head of Austrian Bureau for Climate
Change
and co-ordinator ERA-Net CIRCLE
Austrian Federal Environment Agency,
Spittelauer Lände 5, A-1090 Vienna,
Austria.
E-mail:
martin.koenig@umweltbundesamt.at
http://www.umweltbundesamt.at/klima

Northern Eurasia Earth Science Partnership Initiative (NEESPI)

NEESPI is an interdisciplinary program of internationally-supported Earth systems and science research that addresses large-scale and long-term manifestations of climate and environmental change. NEESPI addresses all Northern Eurasian ecosystems and needs to draw on all environmental scientific disciplines during the coming decade. Northern Eurasia is undergoing rapid and significant changes associated with warming climate and with socio-economic changes during the entire 20th century. Climatic changes over this largest land mass in the northern extratropics (and ~ 20% of the global land mass) interact and affect the rate of the Global Change through atmospheric circulation and (which is a unique feature of the region) through strong biogeophysical and biogeochemical feedbacks. These feedbacks arise from changes in surface energy, water, and carbon budgets of the continent. How this carbon-rich, cold region component of the Earth system functions as a regional entity and interacts with and feeds back to the greater global system is to a large extent unknown. Thus, the capability to predict future changes that may be expected to occur within this region and the consequences of those changes with any acceptable accuracy is currently uncertain and hampers projections of the Global Change rates.

One of the primary reasons for this lack of regional Earth system understanding is the relative paucity of well-coordinated, multidisciplinary and integrating studies of the critical physical and biological systems. Furthermore, the critical measurements needed to monitor changes in the area are not available. **NEESPI strives to understand how the land ecosystems and continental water dynamics in northern Eurasia interact with and alter the climatic system, biosphere, atmosphere, and hydrosphere of the Earth.** Its overarching Science Question is: *How do we develop our predictive capability of terrestrial ecosystems dynamics over Northern Eurasia for the 21st century to support global projections as well as informed decision making and numerous practical applications in the region?* The foci of the NEESPI research strategy are the deliverables, which support both national (e.g., the National Climate Change Science Programs) and international science (e.g. IGBP) programs. Major NEESPI-related research deliverables, in approximately ten years, will be a suite of process-oriented models for each major terrestrial process in all its interactions; a suite of global and regional models that seamlessly incorporate all major regionally specific feedbacks associated with terrestrial processes; an integrated observational knowl-

edge data base for environmental studies; and an environmental hazards warning system in place that can serve the emergency needs of the society. A synergetic approach to projections of the future changes is a core of the NEESPI.

NEESPI Science Plan Preparation Team (that worked in 2003-2004) included more than 90 scientists from 11 countries with the majority of them being from the United States and Russia. From the beginning, three terms characterize the NEESPI: **Global, Interdisciplinary, and Active.**

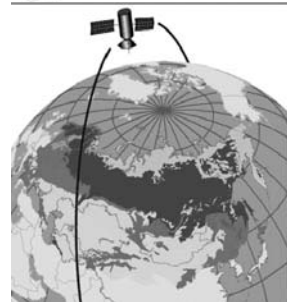
- **Global** - Priorities were assigned to projects and topics that address regional changes that affect (or may affect) Global Earth System

- **Interdisciplinary** –It was early recognized and shown in examples, that strong interactions within the system terrestrial ecosystem, hydrosphere, cryosphere, atmosphere, and human society in the region require interdisciplinary studies



- **Active** - Preparation of the NEESPI Science plan (2003-2004) occurred simultaneously with pilot projects initiation and the writing of proposals (some of them have been already funded)

Over the past three years the NEESPI Science Plan has been developed, peer-reviewed and adopted (<http://neespi.org>), and NEESPI scientists have secured funding for

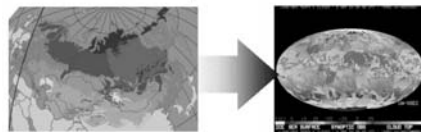
 **The NEESPI Study Area** 



NEESPI Study Area includes:
Former Soviet Union, Northern China, Mongolia, Fennoscandia, & Eastern Europe

 **GEOSS Vision in the NEESPI Interpretation** 

- Enable a healthy public, economy, and planet through an integrated, comprehensive, and sustained Earth observation system



From a Regional View to a Global Analysis and Projections

more than twenty five new research projects mostly through NASA but also through NOAA, NATO, Russian, Chinese, and Finnish Academies of Sciences, and EU INTAS Programs. Figures in this page provide the current NEESPI statistics (as of July 2005) only for funded projects. Always peer-reviewed and with international participation these first-tier projects cover a broad spectrum of the Earth Science disciplines in the region. Another 25 NEESPI related projects are currently waiting for decisions from funding Agencies. Among the first NEESPI public steps were:

- Presentations at the International Conferences, including Open Science Sessions at the American Geophysical Union Fall Meeting (San Francisco, USA, December 2004) and at the 31st International Symposium on Remote Sensing of Environment (St. Petersburg, Russia, June 2005),

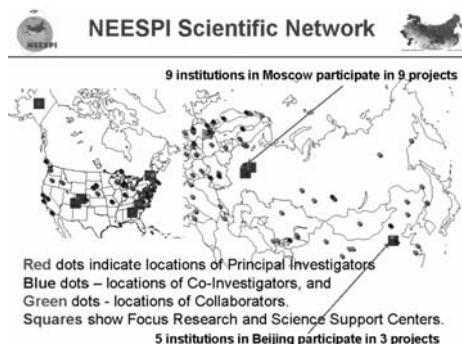
- Proposals to the International Polar Year,

- Preparation of the special NEESPI issue of “Global and Planetary Change” journal, and

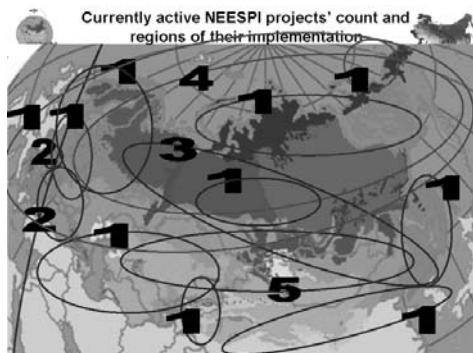
- Establishment of the network of the NEESPI Focus Research and Science Support Centers in the United States, Russia, China, and Germany.

As a result of these steps, NEESPI is widely recognized and endorsed as being

potentially valuable to the international scientific community for development of the scientific plan that fostered regional research and has already created scientific research partnerships around the world. Several International Projects such as Global Water System Project, Global Carbon Project, Global Land Project, and the WCRP Climate and Cryosphere Project endorsed NEESPI while major Earth Science Programs (in particular, IGBP and WCRP) have been requested to consider NEESPI as their *Integrated Regional Study Programs*. During the Science Plan preparation phase, most of the NEESPI logistics and scientific coordination work has been conducted by volunteers and/or within separately funded activities of NOAA, NASA, Roshydromet and Russian Academy of Sciences. Now, with up to 50 projects to



be activated in the next year within the Initiative, it became an imperative to coordinate them within the NEESPI Integrated Regional Study Program. The NEESPI benefits will only be realized through strong leadership and an active ongoing coordination function of the Program. It will provide synergism, build common infrastructure, minimize duplication for research activities involving agencies and nations, and will harmonize scientific work across disciplines and cultural groups.



*Pavel Ya. Groisman,
NEESPI Project Scientist and
UCAR Project Scientist
at National Climatic Data Center, USA
E-mail: neespi@neespi.org
<http://www.neespi.org/>*

Картирование пожаров в России на основе спутниковых данных NOAA/AVHRR

Проект NASA NRA-04-OES-01: Моделирование и мониторинг воздействия площади и интенсивности пожаров на баланс углерода, эмиссии, здоровье и устойчивость лесов Средней Сибири

Необходимость в непротиворечивом, широкомасштабном глобальном подходе к картированию лесных пожаров, привела к новым технологиям обнаружения и энергетической диагностики пожаров с использованием спутниковых систем дистанционного зондирования. Документирование того, когда и где произошел пожар, важно для понимания влияния пожара на земные экосистемы и атмосферу. Те, кто занимается контролем пожаров и земель, нуждаются в точных картах прошлых пожаров, для того, чтобы они могли управлять ландшафтом. Исследователей климата интересует измерение выгоревшей площади для понимания того, как выбросы от пожара влияют на атмосферу. Программы, такие как Международная геосферно-биосферная программа (IGBP - International Geosphere-Biosphere Program), Глобальное наблюдение за динамикой лесов и земного покрытия (GOFC/GOLD - Global Observation of Forest and Landcover Dynamics), Международная программа Система глобального наблюдения за Землей (GTOS – Global Terrestrial Observing System), включают интегрированный и всесторонний учет глобальных пожаров и поддерживают использование методов дистанционного зондирования Земли из Космоса. Большая площадь и удаленность Восточной России делают дистанционное зондирование важным источником информации для изучения пожаров и последствий пожара в данном регионе.

В данной работе представлена и обсуждается база данных пожарной актив-

ности в России, полученная при обработке спутниковых снимков дистанционного зондирования с разрешением 1 км за период 1995-2002 гг. Описывается процедура, используемая для оценки площади пройденной огнем, включая различные подходы к картированию действующих пожаров и оценке пожарищ. Обнаружение пожаров основано на вероятностном подходе при использовании снимков от радиометра высокого разрешения NOAA/AVHRR Национальной Администрации по океану и атмосфере США.

Созданы карты распределения пожаров для всей России в период 1995-1997 гг. и восточной части России (к востоку от Уральских гор) для 1995-2002 гг. с использованием комбинации данных AVHRR, принятых в Красноярске, Институте леса СО РАН, и данных из спутникового архива США. Впервые получен наиболее полный набор ежегодных карт распределения пожаров в России.

Оценки площади, пройденной пожарами являются заниженными из-за того, что в статистику не были включены мелкие пожары.

Анализ с использованием геоинформационной базы данных о пожарах показал, что в среднем в Восточной России между 1996 и 2002 гг. пожары были зафиксированы на площади 7.7×10^6 га в год, и что пожары были распределены неравномерно по территории в разных регионах. Оценки выгоревшей территории на основе спутниковых данных показали 2-х – 5-ти кратное превышение площадей пожарищ, по сравнению с тем, что значи-

лось в официальной правительственной статистике. Данные показали, что существует значительная межгодовая изменчивость в площадях выгоревшей территории, от низкой, 1.5×10^6 га в 1997, до высокой в 12.1×10^6 га 2002. Сезонные модели динамики числа и площади пожаров аналогичны моделям, наблюдаемым в Северо-Американских штатах.

Отмечено четкое зональное распределение пожаров в России: 65% пожаров приходилось на зону тайги, что вклю-

чает в себя южные, средние и северные подзоны тайги, 20% приходилось на степные и лесостепные зоны, 12% на зоны смешанных лесов, и 3% на зоны тундры и лесотундры. Лесные земли занимали 55% всей выгоревшей территории, в то время как площади посевов и пастбищ, болот, травы и кустарника занимали 13%-15% каждая.

Обсуждено применение результатов мониторинга пожаров в контексте контроля пожаров и углеродного цикла.

ЛИТЕРАТУРА

1. Sukhinin, A.I., N.H.F. French, E.S. Kasischke, J. H. Hewson, A.J. Soja, I.A. Csizsar, E.J. Hyer, T. Loboda, S.G. Conard, V.I. Romasko, E.A. Pavlichenko, S.I. Miskiv, O.A. Slinkina. 2004. Satellite-based mapping of fires in Russia: New products for fire management and carbon cycle studies. *J. Remote Sensing of Environment*, No. 93, p. 546-564.

2. Soja, A.J., Sukhinin, A.I., Cahoon, D.R., Shugart, H.H., & P.W. Stackhouse . (2003). AVHRR-derived fire frequency, distribution, and area burned in Siberia. *International Journal of Remote Sensing*, Volume 25, Number 10, 20 May 2004, 1939-1960.

3. Sukhinin, A.I. (2004). Dynamics of the forest fire situation in the Asian part of Russia during the fire season of 2003 (April-September). *Int. Forest Fire News* No. 29, p.113-118.

4. Sukhinin A.I. "Aerospace Monitoring of Wildfires in Central Siberia" // Climate Disturbance Interactions in Boreal Forest Ecosystems, *Proceedings of IBFRA Conference 2004 May 3-6, Fairbanks, Alaska, USA*, p.186-189.

5. Soja, A.J., W.R. Cofer III, H.H. Shugart, A.I. Sukhinin, P.W. Stackhouse Jr., D.J. McRae, and S.G. Conard (2004b), Estimating fire emissions and disparities in boreal Siberia (1998 through 2002), *Journal of Geophysical Research*, 109(D14S06), doi:10.1029/2004JD004570.

А.И. Сухинин
Институт леса
им. В.Н. Сукачева СО РАН,
Красноярск 660036, Россия
e-mail: boss@ksc.krasn.ru

Программа AEROSIBNET

Аэрозоль, наряду с парниковыми газами и облачностью, играет важную роль в радиационно-климатических процессах. Одним из эффективных подходов определения оптических характеристик атмосферного аэрозоля являются методы фотометрии прямого ("метод прозрачности") и рассеянного солнечного излучения. В настоящее время, наиболее развитой си-

стемой, с точки зрения автоматизации измерений, оперативности получения данных и глобального охвата, является сеть аэрозольных наблюдений AERONET (<http://aeronet.gsfc.nasa.gov>). Громадные пространства азиатской части России, до последнего времени, практически не были вовлечены в глобальную систему аэрозольного мониторинга, несмотря на важ-

нейшую роль территории в аэрозольно-газовых обменах и климате.

Начиная с 2003 г., реализуется проект по формированию совместной фотометрической сети AEROSIBNET. Проект выполняется на основе Соглашения Института оптики атмосферы СО РАН с

Организация регулярных наблюдений

Организацией сетевого мониторинга характеристик атмосферного аэрозоля на территории Сибири (AEROSIBNET) преследуется долговременная цель – уточнения климатического воздействия аэрозоля, выявления особенностей пространственно-временной изменчивости и оценки роли местных, региональных и глобальных факторов. К настоящему времени оборудованы пункты и организованы наблюдения в следующих районах: в Томске - с октября 2003 г.; в п. Торы - с декабря 2003 г. (с годичным перерывом в

Годдардским центром космических полетов (GSFC/NASA, США). В России координация осуществляется Институтом оптики атмосферы СО РАН-соруководитель проекта д.ф.-м.н. С.М.Сакерин, главный менеджер сети - к.ф.-м.н. Д.М. Кабанов.



Рис. 1. Сеть AEROSIBNET в 2005 году.

2004 г.); вблизи Якутска и Екатеринбурга - с июня 2004 г.; вблизи Уссурийска - с ноября 2004 г.

Менеджеры сайтов:

С.А. Береснев, С.Ю. Горда - Уральский Государственный Университет,
В.А. Поддубный - Институт промышленной экологии УрО РАН, Екатеринбург
Г.И. Корниенко - Уссурийская астрофизическая обсерватория ДВО РАН, Уссурийск;

С.В. Николашкин - Институт космофизических исследований и аэронауки СО РАН, Якутск;
М.А. Тащилин - Институт солнечно-земной физики СО РАН, Иркутск

ЛИТЕРАТУРА

1. С.М. Сакерин¹, Д.М. Кабанов¹, М.В. Панченко¹, и др. Результаты мониторинга атмосферного аэрозоля в азиатской части России по программе AEROSIBNET в 2004г. Оптика атмосферы и океана. 2005, т. 18, №12 (принята к печати)

2. Кабанов Д.М., Сакерин С.М., Турчинович С.А. Солнечный фотометр для научного мониторинга (аппаратура, мето-

дики, алгоритмы). Оптика атмосферы и океана. 2001. т. 14, №12, с. 1162-1169.

М.В. Панченко¹, Б.Н. Холбен²
¹ Институт оптики атмосферы СО РАН, Томск

² Годдардский центр космических полетов, НАСА, Гринbelt, США
E-mail: pmv@iao.ru

О подготовке кадрового потенциала для современных исследований окружающей среды

В последнее десятилетие в институтах РАН произошло значительное вымывание исследователей среднего возраста. Проблема разрыва поколений по-прежнему угрожает преемственности научных школ и самому существованию научных коллективов. В науках об окружающей среде эта проблема обострена как естественной междисциплинарностью востребованных обществом исследований, так и пришедшемся на это же десятилетие расширением понятийного и математического аппарата. Традиционно исследования окружающей среды проводились, в основном, в рамках географических наук и используемые здесь количественные методы зачастую носили лишь вспомогательный характер. Однако, в формировании процессов, происходящих в окружающей среде, вносят свой вклад явления, которые, при рассмотрении по отдельности, должны были бы изучаться с помощью физики, химии, гидро- и газодинамики, биологии, экологии и других наук. Уже из одного этого перечня следует необходимость использования многодисциплинарных подходов при исследовании протекающих в окружающей среде процессов, а присущее любой науке стремление к пониманию явлений и их прогнозированию требует широкого применения математического моделирования и современных вычислительных технологий. В настоящее время науки об окружающей среде активно трансформируются в точные науки. Кроме того, в них активно внедряются и используются идеи и методы т.н. «электронной» науки (e-Science). Связано это с тем, что сейчас

происходит (а кое-где уже и произошла) значительная эволюция процесса научного познания. Если ранее научные знания возникали в ходе теоретической или экспериментальной работы отдельных ученых или их небольших коллективов, а конечным результатом работы была научная публикация, то сейчас, как правило, научные коллективы объединяют большое число междисциплинарных групп из разных стран. В процессе работы необходимо создавать большие базы данных наблюдений или моделирования, развивать вычислительные модели и иметь возможность для почти мгновенного обмена информацией внутри коллектива. Особенно характерно это для наук об окружающей среде, где данные наблюдений представляют для специалистов зачастую такой же большой интерес, как и построенная на результатах их обработки научная публикация. Именно этим объясняется бурное развитие распределенных вычислительно-информационных технологий в этой области знаний. Эти, объединяющие работу с данными и моделями, технологии образуют, по сути, инфраструктуру современных наук об окружающей среде. Поэтому общая для всех научных направлений проблема подготовки научной смены обострена в науках об окружающей среде необходимостью как освоения новых вычислительно-информационных технологий, которыми не всегда владеет «взрослое» поколение, так и умения работать в крупных распределенных международных междисциплинарных коллективах. Навыки такой работы практически «выбиты» у россий-

ских ученых почти двумя десятилетиями «реформирования» системы финансирования научных исследований. Без принятия специальных мер по подготовке научной молодежи к тому, чтобы в близком будущем взять на себя далеко не простые научные, научно-организационные и административные обязанности, вряд ли она сможет поддержать развитие как существующих, так и вновь возникающих научных направлений и коллективов.

Один подход, направленный на преодоление этих проблем и реализованный в Томске в результате согласованных усилий сотрудников нескольких институтов Сибирского отделения РАН, Института вычислительной математики РАН (ИВМ) и томских университетов будет кратко описан ниже. Суть его состоит в следующем. Для подготовки научной смены в области наук об окружающей среде необходимо использовать «двухкомпонентный» подход: организация тематических школ научной молодежи и участие научной молодежи в тематических и междисциплинарных конференциях с элементами школы молодых ученых. При этом для узкой предметной области предлагается следующий формат: сначала - тематическая школа научной молодежи с курсами обзорных лекций по 2-3 выбранным конкретным проблемам из области вычислительно-информационных технологий и выполнением практических заданий по одному из курсов, затем - научная конференция, в которой, помимо «школьников», принимают участие высококвалифицированные специалисты, в том числе приглашенные. Во втором случае предлагается проведение междисциплинарной конференции с базовым набором тематических секций и включением в программу не менее трех приглашенных лекций по каждому направлению. Дополнительный образовательный

момент состоит в обучении (действием) молодого ученого связно и понятно излагать полученные им результаты в ходе представления стендового доклада. В обоих случаях научной основой обсуждаемых вопросов являются информационно-вычислительные технологии, формирующие инфраструктуру современных исследований окружающей среды.

Конкретным поводом начала описываемой далее научно-образовательной активности в Томске явилась подготовка и реализация проекта 5-ой Рамочной Программы ЕС «Интегрированная система для мониторинга и управления состоянием окружающей среды в городе/регионе (на примере Томской области)» (Integrated System for Intelligent Regional Environmental Monitoring & Management - ISIREMM, <http://isiremm.scert.ru/>). Инициированный одним из соавторов (Е.Г.) проект был поддержан в 1999 г. Программой международного сотрудничества ЕС. Он объединил усилия 8 организаций из Европы и СНГ и был направлен на создание интегрированной информационно-вычислительной системы мониторинга уровня атмосферных загрязнений в г. Томске. Для его выполнения потребовалось создать в Томске междисциплинарный научный коллектив, способный воспринять и использовать частные конкретные результаты, получаемые всеми организациями - соисполнителями проекта. С этой целью на базе Института оптики атмосферы СО РАН (ИОА) был организован неформальный коллектив, объединивший сотрудников ИОА, Института оптического мониторинга СО РАН (ныне Института мониторинга климатических и экологических систем, ИМКЭС), Института химии нефти СО РАН (ИХН), Томского государственного университета (ТГУ) и Томского университета систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР).

Практически сразу же выяснилось, что задействованные в проекте сложившиеся специалисты разных областей знания не умеют (а зачастую и не хотят) понимать друг друга, а недавние выпускники ВУЗов просто не были обучены современным методам и технологиям, используемым в этой частной области наук об окружающей среде. Для преодоления этих проблем было принято решение об организации в Томске в 2000 г. междисциплинарной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для наук об окружающей среде (ENVIROMIS-2000, 24-28 октября 2000 года, Томск, <http://scert.ru/ru/conference/enviro/>). Первоначально эта международная конференция задумывалась как разовое мероприятие, направленное на решение конкретных утилитарных вопросов, возникших к тому времени перед коллективом исполнителей проекта. Понимание того, что подобный междисциплинарный форум должен получить систематическое продолжение, возникло под влиянием академика В.П. Дымникова. Будучи директором академического Института вычислительной математики, расположенного в Москве, где процесс оттока образованной молодежи в бизнес проявляется наиболее явно, он четко осознавал необходимость целенаправленной деятельности по подготовке научной молодежи, владеющей современными информационными и вычислительными технологиями, применяющимися в науках об окружающей среде. После знакомства с работами в этой области, выполняемыми в томских институтах и ВУЗах, В.П. Дымников принял решение о сотрудничестве ИВМ с томичами и развертывании совместной работы по воспитанию и образованию нового поколения специалистов, способных вести совместные исследования со специалистами из других областей знания

и владеющих арсеналом средств и методов современных вычислительных и информационных технологий. С этого времени началась совместная работа двух коллективов как по выбору средств и методов для решения поставленной задачи, так и по их претворению в жизнь. Конференция ENVIROMIS-2000 была, по сути, первой целевой попыткой использования научной конференции как инструмента налаживания междисциплинарного взаимодействия специалистов различных областей знания и обучения научной молодежи, как профессиональным навыкам, так и пониманию необходимости и умению работы в междисциплинарном коллективе. Хотя стержнем программы конференции являлись вычислительно-информационные технологии в науках об окружающей среде, ее секции были посвящены самым разным областям приложений, от измерений в области атмосферных наук до моделирования и мониторинга процессов в почве и растительности. При ее подготовке были применены следующие подходы: отсутствие параллельно идущих секций, составление сквозной когерентной программы конференции (вместо обычно практикуемого составления программы конференции простым сложением программ ее секций), наличие часовых «приглашенных» лекций, дающих авторский обзор одной из актуальных проблем соответствующего направления и отсутствие перевода англоязычных докладов на русский язык. Наличие в программе лекций и участие в работе значительного молодежного контингента внесли в конференцию элементы популярных в советской науке и сыгравших в свое время позитивную роль школ научной молодежи.

Выбранный формат, конечно, не давал возможности глубокого погружения

в конкретные вопросы информационных и вычислительных технологий в науках об окружающей среде, равно как и не позволял дать научной молодежи глубоких тематических знаний. После проведения подобной конференции в узкой предметной области (международная конференция по моделированию, базам данных и информационным системам для атмосферных наук MODAS – 2001, <http://scert.ru/ru/conference/modas/>) стало понятно, что для удовлетворительного решения поставленной образовательной задачи нужны специальные меры. Для этого, по инициативе и на базе ИМКЭС (директор – член-корреспондент РАН М.В. Кабанов), летом 2002 г. был организован Сибирский центр климато-экологических исследований и образования (СЦ КЛИО, <http://scert.ru/>), специализированная структура, реализующая научно-образовательную активность в качестве основной деятельности. Учрежденный в форме некоммерческого партнерства центр объединил усилия нескольких институтов СО РАН, университетов Томска и их партнеров в Сибири и Москве для решения поставленной задачи. Решением Президиума СО РАН центр включен в число международных исследовательских центров Сибирского отделения.

Первым шагом работы центра стало проведение осенью 2002 г. в Томске конференции ENVIROMIS-2002 (<http://scert.ru/ru/conference/enviro2/>). В процессе ее подготовки и работы были уточнены подходы к оптимальной организации междисциплинарной конференции с элементами школы молодых ученых в этой области наук об окружающей среде и определен минимальный набор тематических секций в программе: наблюдения/измерения; дистанционное зондирование; данные; моделирование атмосферных процессов (городской и региональный уровень);

моделирование гидрологических процессов; растительность и почва (процессы и модели); моделирование климата; информационно-вычислительные системы. Образовательная компонента конференции была реализована путем включения в программу не менее трех приглашенных лекций по каждому направлению. Как следствие, это привело к уменьшению числа инициативных докладов и увеличению удельного веса стендовых секций. Как ход конференции, так и последующие отклики на нее [1] показали несомненную полезность проведенного мероприятия. Современные средства подготовки докладов и лекций в виде презентаций позволили организаторам собрать обширный информационно-образовательный ресурс, который было непростительно не использовать, ограничившись лишь изданием трудов. Было принято решение об издании (с согласия авторов) этих презентаций в виде компакт - диска и размещении их на сайте конференции. В качестве критерия отбора молодого участника и выделения ему финансовой поддержки был выбран научный уровень заявленного доклада. Заинтересованность молодежи в качественном представлении стендового доклада повышается тем, что в это время представители программного комитета отбирают доклады для рекомендации к опубликованию в Трудах конференции.

Представленная выше «технология» была успешно опробована при организации и проведении в июле 2004 г. в Томске Международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды ENVIROMIS-2004 (<http://scert.ru/ru/conference/enviromis2004/>), см. также [2]. В настоящее время этот подход используется при организации следующей конференции этого цикла: ENVIROMIS-2006, запланиро-

ванной на июль 2006 г. (<http://scert.ru/ru/conference/enviromis2006/>).

Формирование концепции междисциплинарного научно-образовательного мероприятия и опыт его проведения позволили более четко понять, каким образом можно решать поставленную задачу в узкой предметной области. Для этого случая был следующий формат научно-образовательного мероприятия: тематическая школа научной молодежи с курсами обзорных лекций по 2-3 выбранным конкретным проблемам из области вычислительно-информационных технологий и выполнением практических заданий по одному из курсов, а затем - научная конференция, в которой, помимо «школьников», принимают участие высококвалифицированные специалисты, в том числе приглашенные Оргкомитетом лекторы и докладчики. По предложению академика В.П. Дымникова такая школа должна начинаться с так называемого «академического» дня, в течение которого несколько членов РАН читают полторачасовые лекции по тем вопросам, которые привлекают их внимание в настоящее время. Конечно, для участия в таком образовательном мероприятии молодые ученые уже должны иметь определенный запас профессиональных знаний. Поэтому при отборе участников учитывался в первую очередь профессиональный уровень и уровень заявленного доклада. Для выполнения практических занятий на компьютерах формировались группы (три человека за одним рабочим местом) так, чтобы в каждой из них был бы профессионально подготовленный в изучаемой области участник, а двое других представляли бы различные регионы и/или организации. Такая группа является фактически мини – консорциумом, выполняющим заданный вычислительный или информационный проект. В процессе выполнения

практических заданий у членов группы возникают и навыки совместной работы, и человеческие отношения, которые могут оказаться полезными им в будущем.

Сформулированный выше подход был проверен действием при организации и проведении в сентябре 2003 г. в Томске Международной школы молодых ученых и конференции «Вычислительно-информационные технологии для наук об окружающей среде» CITES – 2003, (<http://scert.ru/ru/conference/cites/>), см также [3]. В ней приняли участие более 70 молодых ученых из России, Украины, Белоруссии, Казахстана, Узбекистана и Грузии и более 50 отечественных и зарубежных ученых. В рамках конференции, помимо стандартного набора приглашенных и заявленных докладов, ведущими в этих областях специалистами были прочитаны одночасовые приглашенные лекции о новейших результатах, полученных ими и их коллективами. Дополнительная информация и презентации основных докладов, сделанных на конференции, были размещены на сайте ЦК КЛИО. Программный комитет рекомендовал ряд докладов к печати и, после рецензирования представленных авторами текстов статей, они были опубликованы в двух специальных выпусках журнала «Вычислительные технологии», 2004 г. Аналогичное мероприятие CITES-2005 (<http://scert.ru/ru/conference/cites2005/>), организованное в марте 2005 г. в г. Новосибирске показало, что выработанные подходы успешно прошли проверку временем. Работа в этом направлении продолжается. Определены ключевые моменты конференции ENVIROMIS-2006 (<http://scert.ru/ru/conference/enviromis2006/>) и выбрано основное направление работы школы-конференции CITES-2007 – бурно развивающиеся в настоящее время вычислительные технологии прогноза «хими-

ческой» погоды (природных и антропогенных загрязнений атмосферы на городском и региональном уровне).

Работа по поиску новых форм подготовки научной молодежи уже дает первые плоды. Они проявляются в высоком научном уровне докладов, заявляемых молодыми учеными, ранее принимавшими участие в описанных выше мероприятиях, в высоком качестве представляемых ими кандидатских диссертаций и в появлении новых международных междисциплинарных проектов. По сути, это означает, что проведенные мероприятия уже становятся «инкубаторами» новых крупных международных проектов. В целом, опыт реализации разработанной концепции позволил убедиться в том, что молодые ученые, прошедшие такой образовательный «цикл», приобретают опыт, необходимый для того, чтобы отвечать на вызовы современных наук об окружающей среде, и быстрее включаются в multidisciplinary исследования, выполняемые национальными и международными коллективами. Этот опыт может оказаться полезным и применимым и в других научных направлениях. Мы полагаем, что в объединении научно-образовательной и научно-организационной деятельности заложен дополнительный потенциал, необходимый для успешного развития отечественной науки.

Ясно, что накопленный за несколько лет работы опыт (шесть проведенных мероприятий) не может переломить неблагоприятную ситуацию, сложившуюся в России (и других странах СНГ) с научной сменой в науках об окружающей среде. Подобная активность должна стать, на наш взгляд, одним из приоритетов деятельности Отделения наук о Земле (и, в частности, его Секции по географии, наукам об атмосфере и водах суши), а также РНК МГБП и его Сибирского отделения. Понятно, что ре-

ализация подобных мероприятий требует существенного финансирования. Необходима целевая программа РАН, способная поддержать такие мероприятия. Мы надеемся, что в ближайшее время такая программа будет разработана, и полагаем, что учет выработанных подходов будет полезен при ее формировании и реализации. Надеемся, что и у международной Программы START (Global Change System for Analysis, Research and Training) найдутся ресурсы для поддержки этой активности.

Все вышеизложенное не есть, конечно, заслуга только авторов данной заметки. Как выработка предложенных подходов к воспитанию научной смены, так и реализация их в ходе проведенных научно-образовательных мероприятий CITES и ENVIROMIS, были бы невозможны без участия в этой работе большого числа единомышленников, в первую очередь, из СЦ КЛИО, ИВМ, ИМКЭС и ТГУ, а также из многих других институтов и университетов Томска, Сибири, России и СНГ. Мы благодарим всех коллег за их вклад в развитие описанной активности. Авторы считают своей приятной обязанностью выразить глубокую благодарность международным организациям (Программа ИНКО ЕС, <http://www.cordis.lu/fp6/inco> и ИНТАС, <http://www.intas.be>), целевым образом поддерживающим воспитание научной смены в России и других странах СНГ, в том числе, и с помощью описанных в данной статье мероприятий.

ЛИТЕРАТУРА

1. Begni G. Enviromis-2002 Conference, Russia. - EARSeL Newsletter, No 51, September 2002, p. 30-32.

2. Гордов Е.П., Лыкосов В.Н., Снытко В.А. Международная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды. География и природные ресурсы, № 4, 2004, с. 159-160.

3. Гордов Е.П. Пока есть кому учить. - Наука в Сибири, № 36-37, 2003, с. 3.

Е.П. Гордов^{1,2}, В.Н. Лыкосов³

¹ *Сибирский центр климато-экологических исследований и образования, 634055 Томск, пр. Академический 10/3, gordov@scert.ru*

² *Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, 634055 Томск, пр. Академический 10/3, kabanov@iom.tomsknet.ru*

³ *Институт вычислительной математики РАН, 119991, Москва, ГСП-1, ул. Губкина 8, lykossov@inm.ras.ru*

Памяти академика В.Л. Касьянова



Владимир Касьянов
(4 января 1940 – 1 октября 2005)

В автомобильной катастрофе 1 октября трагически погиб директор Института биологии моря ДВО РАН Академик Владимир Леонидович Касьянов.

В.Л. Касьянов - выдающийся отечественный биолог, широко известный мировой научной общественности фундаментальными трудами по сравнительной эмбриологии морских организмов, основополагающими работами в области изучения и сохранения морской биоты, трудами по проблемам эволюции биосферы и климатическим изменениям на планете. Им сформулированы фундаментальные положения о репродуктивной стратегии морских беспозвоночных животных; многие его статьи и монографии переведены на иностранные языки и изданы за рубежом. В России на протяжении более 20 лет плодотворно работает созданная академи-

ком В.Л. Касьяновым ведущая научная школа по сравнительной эмбриологии. По его инициативе и под его руководством Институт биологии моря осуществляет многотомное издание “Биота российских вод Японского моря”, охватывающего все морское биологическое разнообразие от бактерий до позвоночных животных. В.Л. Касьянов - один из создателей и главный редактор общероссийского журнала “Биология моря”, авторитетного научного издания РАН.

Владимир Леонидович родился 4 января 1940 г. в Ленинграде. Закончил Ленинградский университет в 1962 г., в 1965 г. окончил аспирантуру ЛГУ; защитил кандидатскую диссертацию и до 1971 г. работал в ЛГУ. В 1971 г. по приглашению академика А.В. Жирмунского приехал работать во Владивосток и прошел путь от младшего научного сотрудника до академика и руководителя Института биологии моря.

Как авторитетнейший ученый с мировым именем академик В.Л. Касьянов возглавлял крупные национальные и международные научные организации. Он являлся председателем Национального комитета Международной геосферно-биосферной программы, Научного совета по подпрограмме “Исследования Мирового океана” ФЦП “Мировой океан”, Объединенного ученого совета по биологическим наукам ДВО РАН, Восточно-Азиатского комитета системы СТАРТ (TEACOM), вице-президентом Научного фонда Отто Кинне (Германия), членом Международного экологического института (Германия), членом Совета по науке при Госдуме РФ, ряда научных советов РАН. Во Владивостоке, научном центре Дальнего Во-

стока России, он организовал 7 совещаний по проблемам глобальных изменений климата и окружающей среды, что способствовало вовлечению дальневосточного научного сообщества в работы по этой тематике и международные программы, он был руководителем нескольких проектов АТС – Азиатско-Тихоокеанской сети по изучению глобальных изменений, под его редакцией выходили «TEACOM Publications» и «Бюллетень Российского Национального комитета по МГБП».

До последних трагических минут Владимир Леонидович был преисполнен творческих планов, связанных с развитием Института, новыми масштабными программами ДВО РАН, крупными международными проектами и экологическими программами и инициативами в регионе. Мы потеряли замечательного коллегу, учителя, друга, единомышленника. Яркая творческая жизнь, трагически прерванная в расцвете новых идей и творческих замыслов ...

**Российский национальный
комитет МГБП,
Дирекция Института биологии моря
ДВО РАН**

Calendar of IGBP and Related Meetings in 2006

08 - 12 JANUARY

Merida, Mexico

Ecology in an Era of Globalization:
Challenges and Opportunities for
Environmental Scientists in the Americas
<http://www.esa.org/mexico>

09 - 12 JANUARY

Paris, France

4th Franco-British climate change
seminar for Young Researchers: 'Climate-
Society Interactions - Case Studies from
Africa'
[http://www.britishcouncil.org/
france-science-inys.html](http://www.britishcouncil.org/france-science-inys.html)

09 - 13 JANUARY

Dakar, Senegal

18th session of the GEWEX
Scientific Steering Group
[http://www.wmo.ch/web/wcrp/
meetings.htm](http://www.wmo.ch/web/wcrp/meetings.htm)

16 - 21 JANUARY

Bangkok, Thailand

EcoMod Modelling School
TheresaLeary
<http://www.ecomod.nt>

19 - 21 JANUARY

Boulder, CO, USA

ILEAPS
3rd iLEAPS Scientific Steering
Committee Meeting
iLEAPS IPO
<http://www.atm.helsinki.fi/ILEAPS/>

21 - 26 JANUARY

Boulder, CO, USA

ILEAPS
1st iLEAPS Science Conference
[http://www.atm.helsinki.fi/
ILEAPS/boulder](http://www.atm.helsinki.fi/ILEAPS/boulder)
ILEAPS IPO
Michael Boy

26 - 28 JANUARY

Boulder, CO, USA

Workshop on "Flux Measurement in
Difficult Conditions"
[http://www.atm.helsinki.fi/ILEAPS/
fluxworkshop2006/](http://www.atm.helsinki.fi/ILEAPS/fluxworkshop2006/)

30 JANUARY - 01

Brisbane, Australia

LOICZ

LOICZ/UNEP Nutrient Flux
Assessment in estuaries and coastal seas -
Interventions Workshop
LOICZ IPO

09 - 11 FEBRUARY

Grenoble, France

ERCA 2006: European Research
Course on Atmosphere
[http://www-1ggee.obs.ujf-
grenoble.fr/enseignement/erca/home.html](http://www-1ggee.obs.ujf-grenoble.fr/enseignement/erca/home.html)

16 - 20 FEBRUARY

St. Louis, MO, USA

AAAS: IGBP Session, Symposium
No. 913: Vital Organs in the Earth System:
What Is the Prognosis? (Sat 18 Feb, 2-5pm)
[http://www.aaas.org/meetings/
Annual_Meeting/](http://www.aaas.org/meetings/Annual_Meeting/)

20 - 24 FEBRUARY

Honolulu, Hawaii

AGU Ocean Science Meeting with special sessions of Southern Ocean, Georges Bank, Northeast Pacific GLOBEC and CLIOTOP

AGU Meetings Department
<http://www.agu.org/meetings/>

03 - 07 MARCH

Pune, India

IGBP
21st SC-IGBP Meeting
Clemencia Widund

06 - 07 MARCH

Pune, India

IGBPWCRP
Joint Session IGBP-WCRP
<http://www.tropmet.res.in/~jsc/contact.htm>

06 - 11 MARCH

Pune, India

WCRP
27th session of the WCRP-JSC
<http://www.wmo.ch/web/wcrp/meetings.htm>

14 - 16 MARCH

TBA, UK, TBD

IHDP
SC-IHDP Meeting
<http://www.ihdp.org>

16 - 22 MARCH

Mexico City, Mexico

4th World Water Forum: Local Actions for a Global Challenge
<http://www.worldwaterforum4.org.mx/home/home.asp>

27 - 29 MARCH

Palisades, NY, USA

Workshop on Tropical Cyclones and Climate
<http://iri.columbia.edu/outreach/meeting/TropicalCyclones/index.html>

19 - 21 APRIL

Honolulu, USA

GLOBEC
PICES/GLOBEC symposium on 'Climate variability and ecosystem impacts on the North Pacific: a basin-scale synthesis'
PICES Secretariat
http://www.pices.int/meetings/international_symposia/Honolulu2006/default.aspx

20 - 21 APRIL

Miami, FL, USA

17th Global Warming International Conference & Expo
gw17@globalwaming.net

24 - 28 APRIL

Foz de Iguacu, Parana State, Brazil

8th International Conference on Southern Hemisphere Meteorology and Oceanography
http://www.cptec.inpe.br/SH_Conference/

12 - 14 MAY

Frankfurt/Geisenheim, Germany

Open LUCIFS Workshop 2006
<http://web.uni-frankfurt.de/fb11/ipg/lucifs/2006/IvanHeaney>

18 - 19 MAY

Plymouth, UK

SCOR
SCOR Working Group 115 on standards for the survey and analysis of plankton

Ivan Heaney

23 - 25 MAY

Honolulu, Hawaii
GLOBEC
GLOBEC Scientific Steering
Committee Meeting
GLOBEC IPO

23 - 26 MAY

**Baltimore Convention Center,
Maryland, USA**
The 2006 Joint Assembly
<http://www.agu.org/meetings/ja06/>

05 - 07 JUNE

Ekaterinburg, Russia
Climate Changes and their impact
on Boreal and Temperate Forests
<http://ecoinf.uran.ru/conference/>

12 - 15 JUNE

London, Uk
PAGES
Holivar 2006 Open Science
Meeting: "Natural Climate Variability and
Global Warming"
<http://www.holivar2006.org/>

01 - 08 JULY

Tomsk, Russia
International Conference on
Environmental Observations, Modeling and
Information Systems ENVIROMIS-2006
[http://www.scert.ru/en/conferences/
enviromis2006/](http://www.scert.ru/en/conferences/enviromis2006/)

03 - 07 JULY

Brisbane, Australia
IGU 2006 Brisbane Conference
"Regional Responses to Global Changes: A
View from the Antipodes"
<http://www.igu2006.org>

16 - 18 AUGUST

Beijing, China
International Conference on
Regional Carbon Budgets
<http://www.icrcb.org.cn>

18 AUGUST - 01 SEPTEMBER

Grindelwald, Switzerland
5th International NCCR Climate
Summer School. Adaptation and mitigation:
responses to climate change
<http://www.nccr-climate.unibe.ch>

27 AUGUST - 01 SEPTEMBER

Fukuoka, Japan
17th International Sedimentological
Congress (ISC)
<http://www.isc2006.com>

04 - 08 SEPTEMBER

Mexico City, Mexico
Carbon Management at Urban and
Regional Levels: connecting development
decisions to global issues
Penelope Canan

17 - 23 SEPTEMBER

Cape Town, South Africa
CACGP
IGAC
SOLAS
Joint IGAC/CACGP/SOLAS/
WMO Symposium: Atmospheric Chemistry
at the Interfaces (The 9th Scientific
Conference of the IGAC Project)
Conference Secretariat [http://
www.atmosphericinterfaces2006.co.za/](http://www.atmosphericinterfaces2006.co.za/)

20 - 22 SEPTEMBER

Prague, Czech Republic
Biohydrology 2006 Conference
Lubomir Lichner [http://www.ih.s
avba.sk/biohydrology2006/](http://www.ih.savba.sk/biohydrology2006/)

23 - 26 OCTOBER

Concepcion, Chile

SCOR

SCOR General Meeting 2006

[http://www.jhu.edu/~scor/
2006GM.htm](http://www.jhu.edu/~scor/2006GM.htm)

07 - 08 NOVEMBER

Beijing, China

2nd International Young Scientists'

Global Change Conference

Conference organizers:

ysc@agu.org

09 - 12 NOVEMBER

Beijing, China

DIVERSITAS

IGBP

IHDP

WCRP

Global Environmental Change:
Regional Challenges. An Earth System
Science Partnership (ESSP) Open Science
Conference

[http://www.essp.org/essp/
ESSP2006/](http://www.essp.org/essp/
ESSP2006/)

06 - 09 DECEMBER

Bali, Indonesia

2006 IDGEC Synthesis Conference

[http://fiesta.bren.ucsb.edu/~idgec/
science/synthesis.html](http://fiesta.bren.ucsb.edu/~idgec/
science/synthesis.html)

[http://fiesta.bren.ucsb.edu/~idgec/
events/IDGEC1stAnnmtUSltrSize.pdf](http://fiesta.bren.ucsb.edu/~idgec/
events/IDGEC1stAnnmtUSltrSize.pdf)

СОДЕРЖАНИЕ

Исследования глобальных изменений в Сибири	2
Исследования изменений климата в Сибири	2
Первые шаги по развертыванию интегрированного регионального исследования окружающей среды Сибири	4
Информация о выполняемых проектах	11
О подготовке кадрового потенциала для современных исследований окружающей среды	57
Памяти академика В.Л. Касьянова	64
Календарь международных встреч по тематике МГБП в 2006 году	66

**БЮЛЛЕТЕНЬ РОССИЙСКОГО
НАЦИОНАЛЬНОГО КОМИТЕТА
ПО МЕЖДУНАРОДНОЙ
ГЕОСФЕРНО–БИОСФЕРНОЙ
ПРОГРАММЕ
2005, № 4**

Номер подготовили: Е.П. Гордов, Ю.Е. Гордова, Е.Ю. Генина
(Институт мониторинга климатических и экологических систем СО
РАН и Сибирский центр климато-экологических исследований
и образования)

Отпечатано с оригинал-макета, подготовленного Ю.Е. Гордовой,
минуя редподготовку

Адрес редакции: 634055, Томск, пр. Академический 10/3
Сибирский центр климато-экологических исследований и
образования
office@scert.ru

Зак. № 1044, подписано в печать 2.12.2005 г., тираж 150 экз.