

# ИНФОРМАЦИОННО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ НАУК ОБ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЕ: ПОДГОТОВКА НАУЧНОЙ СМЕНЫ

Е. П. ГОРДОВ

*Сибирский центр климато-экологических исследований и  
образования, Томск, Россия*  
e-mail: gordov@scert.ru

М. В. КАБАНОВ

*Институт мониторинга климатических и  
экологических систем СО РАН, Томск, Россия*  
e-mail: kabanov@imces.ru

В. Н. ЛЫКОСОВ

*Институт вычислительной математики РАН, Москва, Россия*  
e-mail: lykossov@inm.ras.ru

Novel approaches to young scientists training in environmental sciences are described. These approaches have been elaborated and tested during organization and operation of regular international scientific events that combine young scientist schools and specialized scientific conferences. An overview of International Conference on Environmental Observations, Modeling and Information Systems ENVIROMIS-2006 (1–8 of July 2006, Tomsk) is presented as an example of this activity.

## Введение

Настоящий специальный выпуск журнала содержит статьи, подготовленные по материалам приглашенных лекций и докладов, представленных на Международной конференции по измерениям, моделированию и информационным системам для изучения окружающей среды ENVIROMIS-2006, содержащей элементы Школы молодых ученых (1–8 июля 2006, Томск, <http://www.scert.ru/ru/conference/enviromis2006/>), а также рекомендованные Программным комитетом для опубликования статьи, написанные по материалам устных и стендовых докладов. Однако авторы (председатель конференции и сопредседатели ее Программного комитета) сочли необходимым предварить обзор самого мероприятия анализом возможных путей преодоления обострившейся в России и во всех странах СНГ проблемы молодых кадров в науках об окружающей среде.

В последнее десятилетие под давлением социально-экономических последствий проводимых в России реформ в институтах РАН произошло значительное “вымывание” исследователей среднего возраста. Несмотря на то что экстренные меры по увеличению набора в аспирантуру академических институтов уже начали сказываться на их возрастной структуре, проблема разрыва поколений по-прежнему угрожает преемственности научных школ и самому существованию научных коллективов. Как известно [1], типичная для научных сотрудников академического института возрастная кривая имеет два максимума — один для старшего поколения (около 60 лет), а второй — для научной молодежи (около 27 лет). Ясно, что без принятия специальных мер по подготовке второй группы ученых к тому, чтобы в близком будущем взять на себя далеко не простые научные, научно-организационные и административные обязанности, научная молодежь вряд ли сможет поддержать развитие как существующих, так и вновь возникающих научных направлений и коллективов.

В науках об окружающей среде эта проблема обострена как естественной междисциплинарностью востребованных исследований, так и пришедшимся 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. Само понятие “окружающая среда” (environment в англоязычной литературе) почти совпадает с термином “географическая оболочка Земли” (атмосфера, гидросфера и деятельный слой литосферы). Однако в настоящее время выполняемые в этой области исследования стали комплексными и многодисциплинарными, а их предметный охват и понятийный аппарат далеко выходят за традиционные рамки географии. Действительно, в формирование компонентов географической оболочки и в процессы их взаимодействия 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 то же время развитие математических и вычислительных моделей показало явную недостаточность существующих данных о состоянии окружающей среды и стимулировало как интенсивное накопление временных рядов пространственно распределенных данных инструментальных наблюдений (локальных и дистанционных), так и разработку новых инструментальных средств.

Можно утверждать, что в настоящее время науки об окружающей среде активно трансформируются в точные науки и этот процесс идет по трем быстро развивающимся направлениям:

- разработка новых средств инструментальных наблюдений и технологий накопления данных;
- создание математических моделей системы планеты Земля и численный прогноз ее динамики;
- организация всей доступной информации об окружающей среде (больших массивов данных наблюдений и результатов численных экспериментов, моделей и алгоритмов, а также способов отображения этой информации) в информационные и вычислительно-информационные системы.

Кроме того, в настоящее время в науках об окружающей среде активно внедряются и используются идеи и методы так называемой “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 сегодня, 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 обсуждаемой области, в которой данные наблюдений представляют для специалистов зачастую такой же большой интерес, как и построенная на результатах их обработки научная публикация. Здесь приходится оперировать большими массивами данных, как экспериментальных (результаты измерений/наблюдений), так и теоретических (результаты численного моделирования). Присущая исследованиям по окружающей среде междисциплинарность требует обеспечения возможности оперативной работы с результатами, данными и моделями, полученными другими специалистами, зачастую работающими в смежных областях и в территориально удаленных организациях. Именно этим объясняется бурное развитие распределенных вычислительно-информационных технологий в этой области знаний. Объединяющие работу с данными и моделями, эти технологии образуют, по сути, инфраструктуру современных наук об окружающей среде. Следует заметить, что общая для всех научных направлений проблема подготовки научной смены в науках об окружающей среде обострена 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 российских ученых почти двумя десятилетиями “реформирования” системы финансирования научных исследований.

Преодоление этих проблем требует серьезной и продуманной работы. Ниже речь пойдет об одной концепции, реализованной в Томске в результате согласованных усилий сотрудников нескольких институтов Сибирского отделения РАН, Института вычислительной математики РАН (ИВМ) и томских университетов. Эта концепция состоит в следующем. Для подготовки научной смены в области наук об окружающей среде необходимо использовать “двухкомпонентный” подход: организация тематических школ научной молодежи и проведение междисциплинарных конференций с элементами школы молодых ученых. Предложенный для решения поставленной задачи в узкой предметной области путь состоит в проведении научно-образовательного мероприятия в следующем формате: сначала — тематическая школа с курсами обзорных лекций по двум-трем выбранным проблемам из области вычислительно-информационных технологий и выполнением практических заданий по одному из курсов, затем — научная конференция, в которой помимо “школьников” принимают участие приглашенные высококвалифицированные специалисты. Во втором случае были определены минимальный набор тематических секций такой конференции и способ реализации образовательного компонента — путем включения в программу не менее трех приглашенных лекций по каждому направлению. Дополнительный образовательный компонент, который реализуется в ходе такого мероприятия, 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. Излагаемый ниже опыт реализации разработанной концепции позволил убедиться в том, что прошедшие та-

кой образовательный “цикл” молодые ученые приобретают необходимый опыт для того, чтобы решать проблемы современной науки об окружающей среде, и быстрее включаются в междисциплинарные исследования, выполняемые национальными и международными коллективами. Полагаем, что этот опыт может оказаться полезным и применимым и в других научных направлениях.

## 1. История вопроса

Описываемая далее научно-образовательная деятельность в области охраны окружающей среды в Томске началась с подготовки и реализации проекта Пятой рамочной программы Европейского Союза “Интегрированная система для мониторинга и управления состоянием окружающей среды в городе/регионе (на примере Томской области)” (ISIREMM, <http://isiremm.scert.ru/>). Инициированный одним из соавторов (Е.Г.) проект был поддержан в 1999 г. Программой международного сотрудничества Европейского Союза. Он объединил усилия восьми организаций из Европы и СНГ и был направлен на создание интегрированной информационно-вычислительной системы мониторинга уровня атмосферных загрязнений в г. Томске. Для выполнения проекта потребовалось создать в Томске междисциплинарный научный коллектив, способный воспринять и использовать 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) и других научно-исследовательских институтов и вузов Томска. Практически сразу же выяснилось, что занятые в проекте сложившиеся специалисты разных областей знания не умеют (а зачастую и не хотят) понимать друг друга, а недавние выпускники вузов не обучены современным методам и технологиям, используемым в этой частной области наук об окружающей среде.

Для преодоления этих проблем в 2000 г. была проведена Междисциплинарная конференция по измерениям, моделированию и информационным системам как средствам реабилитации окружающей среды на городском и региональном уровне (ENVIROMIS-2000, 24–28 октября 2000 г., Томск, <http://scert.ru/ru/conference/enviro/>) при финансовой поддержке Программы международного сотрудничества Европейского Союза INCO и проекта INTAS. Надо сказать, что первоначально эта международная конференция задумывалась как разовое мероприятие, направленное на решение вопросов, возникших к тому времени перед коллективом исполнителей проекта.

Понимание того, что такого рода междисциплинарный форум должен получить систематическое продолжение, связано с приездом в Томск летом 2000 г. академика В.П. Дымникова, директора академического Института вычислительной математики РАН. В Москве процесс оттока образованной молодежи в бизнес проявляется наиболее явно, поэтому В.П. Дымников 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 институтах Томска, было принято решение о сотрудничестве ИВМ с томскими коллегами 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. Ответственность за эту работу в ИВМ возложили на одного из соавторов данной статьи (В.Л.), который был командирован в Томск для участия в работе конференции ENVIROMIS-2000. Именно с этого времени началась совместная деятельность двух коллективов как по выбору средств и методов для решения поставленной задачи, так и по претворению их в жизнь. Следует отметить, что академик В.П. Дымников вносит неоценимый вклад в выработку и детализацию развиваемого подхода.

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 умению работы в междисциплинарном коллективе. Конечно, при этом решались и такие практические задачи организаторов, как укрепление коллектива, выполняющего текущий проект, создание/подготовка консорциума для новых комплексных междисциплинарных проектов, укрепление контактов с национальными и зарубежными коллективами, лидирующими в своих областях знания. 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 оказавшиеся успешными и впоследствии закрепенные подходы: отсутствие параллельно идущих секций, составление сквозной когерентной программы конференции (вместо обычно практикуемого простого сложения программ ее секций), наличие часовых “приглашенных” лекций, дающих авторский обзор одной из актуальных проблем соответствующего направления, и отсутствие перевода англоязычных докладов на русский язык. Кроме того, были приняты специальные меры по поддержке участия в работе конференции молодых ученых из России и других стран СНГ (оплата проезда и проживание). Несмотря на успех конференции, выбранный формат обнажил достаточно очевидное противоречие между тематической широтой и глубиной предметного охвата, в частности, он не дал возможности глубокого погружения в конкретные вопросы информационных и вычислительных технологий в науках об окружающей среде, равно как и не позволил дать научной молодежи глубоких тематических знаний.

Способом преодоления этого противоречия послужила организация Международной конференции по моделированию, базам данных и информационным системам для атмосферных наук — MODAS-2001 (25–29 июня 2001 г., Иркутск, <http://scert.ru/ru/conference/modas/>). При ее организации все отработанные ранее подходы к формированию программы и отбору участников были использованы в более узкой предметной области, а путем увеличения числа “приглашенных” лекций была усилена ее образовательная (“школьная”) функция. Успешное проведение этой конференции на “выезде” (чему в немалой степени способствовал полученный на ее организацию грант по проекту INTAS), с одной стороны, подтвердило правильность выбранного подхода, а с другой — показало, что простое сужение тематики все-таки не приводит к удовлетворительному решению образовательной задачи. Кроме того, в процессе ее проведения стала понятна востребованность и полезность междисциплинарных конференций, что и послужило причиной начала работы по организации второй конференции ENVIROMIS. В связи с этим возникла необходимость создания специализированной структуры, реализующей научно-образовательную деятельность в качестве основной. С этой целью по инициативе и на базе ИМКЭС (директор — соавтор данной статьи — М.К.) летом 2002 г. был организован Сибирский центр климато-

экологических исследований и образования (СЦ КЛИО, <http://scert.ru/>). 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 РАН.

## 2. Школы-конференции в предметной области CITES

Формирование концепции междисциплинарного научно-образовательного мероприятия и опыт его проведения позволили более четко понять, каким образом можно решать поставленную задачу в узкой предметной области. Стало ясно, что в этом случае акцент необходимо делать именно на образовательный компонент. После нескольких обсуждений в Томске и Москве было сформулировано решение о проведении научно-образовательного мероприятия в следующем формате: сначала — тематическая школа научной молодежи с курсами обзорных лекций по двум-трем выбранным 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 оргкомитетом лекторы и докладчики. По предложению академика В.П. Дымникова школа должна была начинаться с так называемого “академического” дня, в течение которого несколько членов РАН читают полтора-два часа лекции по тем вопросам, которые привлекают их внимание в настоящее время.

Участие в таком образовательном мероприятии может быть полезно молодым ученым, уже имеющим определенный запас профессиональных знаний. Это обстоятельство предполагает предварительный отбор молодых участников школы-конференции. С этой целью разработаны анкеты, включающие следующие основные пункты: образование, публикации, область научных исследований, рекомендация научного руководителя. При отборе участников учитывались в первую очередь профессиональный уровень и уровень заявленного доклада. Было принято решение ограничить количество молодых участников числом 60, что позволило бы использовать для практических занятий два стандартных компьютерных класса (группа из трех человек за одним рабочим местом). При этом группы формируются заранее с тем расчетом, чтобы в каждой из них был профессионально подготовленный в изучаемой области участник, а двое других представляли бы различные регионы и/или организации. Это означает, что 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 [2]. Это научно-образовательное мероприятие было организовано и проведено СЦ КЛИО, ИМКЭС СО РАН, ИОА СО РАН (г. Томск) и ИВМ РАН (г. Москва). Программный комитет возглавил академик В.П. Дымников. В работе этого научно-образовательного мероприятия приняло участие более 70 молодых ученых из России, Украины, Беларуси, Казахстана, Узбеки-

стана и Грузии. В течение первого дня работы с вводными обзорными лекциями выступили: академики В.П. Дымников, В.В. Воеводин и член-корреспондент РАН В.П. Иванов. Далее, в течение пяти дней, были прочитаны краткие специальные курсы лекций по информационно-вычислительным технологиям для наук об окружающей среде, по физике климата и моделированию процессов переноса загрязнений в городской атмосфере. Наряду с прослушиванием лекций участники школы выполняли заранее подготовленные практические задания по математическому моделированию переноса примесей в атмосфере Томска в различных метеорологических ситуациях. Затем прошла четырехдневная конференция, в программе которой было четыре секции: базы данных атмосферных наблюдений, физика климатической системы, фундаментальные и прикладные информационно-вычислительные системы, городская и региональная атмосфера: от моделирования к мониторингу и оценке риска. В ее работе наряду со “школьниками” приняли участие 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 СЦ КЛИО. Программный комитет рекомендовал к печати ряд докладов, которые после рецензирования 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 Новосибирске СЦ КЛИО совместно с ИВМ РАН, Институтом вычислительной математики и математической геофизики (ИВМиМГ) СО РАН, ИМКЭС СО РАН, НГУ и ИВТ СО РАН при поддержке Программы Европейского Союза INCO и проекта INTAS, было проверкой временем выработанных подходов. Как и ранее, Программный комитет возглавил академик В.П. Дымников. Семидневная Международная школа молодых ученых “Вычислительные и информационные технологии для наук об окружающей среде” CITES-2005, предваряющая собой четырехдневную конференцию, собрала около 80 молодых ученых из России, Украины, Казахстана и Узбекистана. Благодаря грантам спонсоров, полученным, в частности, в рамках проекта Шестой рамочной программы Европейского Союза ENVIROMIS-SSA (INCO-CT-2003-502246) и проекта INTAS YSS 04-68-586, оргкомитет оказал частичную или полную финансовую поддержку всем участникам школы.

В течение первого дня школы ведущими специалистами в данной области, членами Российской академии наук, были представлены три полуторачасовые вводные лекции общего характера. С проблемными лекциями выступили: академик В.П. Дымников (“Устойчивость и предсказуемость крупномасштабных атмосферных процессов”), член-корреспондент РАН В.Н. Лыкосов (“Усвоение данных о деятельном слое суши: обзор проблемы”) и член-корреспондент РАН А.М. Федотов (“История информатики”). Вводную лекцию по курсу “Усвоение данных и моделирование процессов в окружающей среде” прочел содиректор школы, профессор В.В. Пененко. Во время школы особое внимание было уделено методам усвоения данных и методам дистанционного зондирования окружающей среды. Обсуждались также и другие проблемы использования вычислительно-информационных технологий в науках об окружающей среде. Участники школы прочитали три специальных курса лекций: “Спутниковое дистанционное зондирование” (профессор А.А. Лагутин, Алтайский государственный университет, и профессор А.И. Чавро, ИВМ), “Усвоение данных и моделирование процессов в окружающей среде” (профессор В.В. Пененко). Еще один курс — “Метеорологические аспекты проблемы загрязнения го-

родской воздушной среды” — прочел содиректор школы профессор А.А. Бакланов (Датский метеорологический институт, Копенгаген). Курс по методам усвоения данных сопровождался 20 часами практических занятий. Группам из трех-четыре человек была дана возможность выполнить задания по построению численных схем алгоритмической реализации и практическому использованию усвоения данных на базе информационно-вычислительных ресурсов ИВМиМГ. В последний день занятий прошло обсуждение участниками школы результатов своей работы. Затем к “школьникам” присоединились около 40 специалистов из России, СНГ и дальнего зарубежья и началась работа конференции.

В программе конференции было шесть секций: данные и метаданные; физика климатической системы; усвоение данных в задачах теории климата и прогноза погоды; базовые и прикладные информационно-вычислительные системы; городская и региональная атмосфера (от моделирования к мониторингу и оценке риска), а также междисциплинарная секция, посвященная научным основам интегрированных исследований окружающей среды Сибири. По окончании конференции прошло заседание рабочей группы “Siberia Integrated Regional Study (SIRS) development”, на котором обсуждались стратегия и тактика развертывания на территории Сибири масштабного международного междисциплинарного исследования всех аспектов поведения окружающей среды региона в условиях наблюдаемых изменений климата. Дополнительная информация о CITES-2005 размещена на сайте <http://scert.ru/ru/conference/cites2005/>. Ряд докладов опубликован в двух частях специального выпуска журнала “Вычислительные технологии”, 2005 г.

### 3. Междисциплинарные конференции-школы ENVIROMIS

Проведенная осенью 2002 г. в Томске конференция ENVIROMIS-2002 (<http://scert.ru/ru/conference/enviro2/>) позволила уточнить подходы к оптимальной организации междисциплинарной конференции с элементами школы молодых ученых в науках об окружающей среде. Был 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. Образовательный компонент конференции реализован путем включения в программу не менее трех приглашенных лекций по каждому направлению. Как следствие, уменьшение числа инициативных докладов и увеличение удельного веса стендовых секций. Дополнительный образовательный компонент, который реализуется при этом, состоит в обучении (действием) молодого ученого излагать полученные им результаты в ходе представления стендового доклада. Заинтересованность молодежи повышается тем, что в это время представители программного комитета отбирают доклады для опубликования в трудах конференции. Ход конференции [3] подтвердил правильность выбранных подходов.

Представленная выше “технология” была опробована и уточнена при организации и проведении в 2004 г. в Томске очередной конференции серии ENVIROMIS (<http://scert.ru/ru/conference/enviromis2004/>, см. также [4]). К числу уточняющих “технологий” элементов относится включение в программу лекций и выступлений представителей международных фондов и организаций. Это связано с тем, что даже зрелые ученые не знают всех существующих возможностей (вместе с правилами и ограничениями) полу-



чения из международных источников дополнительного финансирования для проведения исследований.

Продолжающаяся выбранный подход многодисциплинарная конференция с элементами школы молодых ученых ENVIROMIS-2006 является одним из ключевых моментов нового проекта Шестой рамочной программы Европейского Союза “Environmental Observations, Modelling and Information Systems-2 (ENVIROMIS-2)”, выполняемого СЦ КЛИО. Проект нацелен на организацию взаимодействия институтов России, СНГ и Европы, работающих в области наук об окружающей среде, содействие широкому распространению, передаче и использованию результатов, полученных этими институтами, через специально разработанный web-сайт (<http://enviromis.scert.ru/>) и подготовку новых инициатив научного сообщества СНГ для Седьмой рамочной программы Европейского союза путем организации упорядоченного набора тематических школ для молодых ученых и международных конференций. Образовательный компонент работы конференции был поддержан грантами Министерства образования и науки РФ и INTAS.

Помимо уже ставших традиционными семи основных секций конференции в ее рамки были включены также трехдневная научно-практическая конференция “Контроль и реабилитация окружающей среды”, двухдневное рабочее совещание “Развертывание интегрированного регионального исследования Сибири” и однодневные семинары по крупным международным проектам, выполняемым на территории России: “Мониторинг, управление и снижение антропогенных изменений окружающей среды Сибири” (Проект Шестой рамочной программы Европейского Союза Enviro-RISKS) и “Валидация карт земной поверхности Западной Сибири и дальнейшее развитие сети участков для валидации” (проект НАСА NELDA). Для молодых участников мероприятия также прочитан тематический курс лекций “Information engineering and services for the urban environment” (проф. К. Karatzas, Aristotle University of Thessaloniki).

Основные секции конференции (локальные и дистанционные наблюдения; дистанционное зондирование и ГИС; обработка данных по окружающей среде; моделирование окружающей среды на городском и региональном уровне; гидрологические системы; оценка состояния почвы и растительного покрова; моделирование в атмосферной химии и оценка, моделирование и смягчение изменений климата и окружающей среды) проходили последовательно. Были представлены четыре типа докладов, а именно: приглашенные лекции, описывающие современное состояние в соответствующих направлениях наук об окружающей среде, приглашенные доклады, в которых приводились последние достижения в данных сферах, а также инициативные устные и стендовые доклады.

В работе конференции участвовало 203 человека, из них 162 — из России, 18 — из других стран СНГ (Казахстан, Киргизия, Молдова, Украина и Узбекистан), 23 — из дальнего зарубежья (4 — США, 19 — Европа, в том числе Австрия, Германия, Греция, Дания, Италия, Нидерланды, Румыния, США, Швеция и Франция). География российских участников была достаточно представительна: Барнаул, Биробиджан, Екатеринбург, Иркутск, Йошкар-Ола, Красноярск, Москва, Новосибирск, Обнинск, Оренбург, Санкт-Петербург, Тюмень, Улан-Удэ и Ханты-Мансийск. Они представляли 55 организаций, в том числе 21 институт РАН (15 — СО РАН), 16 вузов и 18 ведомственных институтов. Зарубежные участники были из 15 организаций других стран СНГ и 18 организаций дальнего зарубежья. Научная молодежь была представлена 99 участниками, из которых 77 — из России, 15 — из других стран СНГ и 7 — из дальнего зарубежья. В ходе мероприятия учеными России (всего числом 52, включающим четыре члена РАН, 36 докторов наук и 12 кандидатов наук) и 19 зарубежными специалистами было прочитано 76 лекций и пригла-

шенных докладов, в которых практически полностью был отражен весь спектр современных достижений наук об окружающей среде. Молодые участники конференции представили 131 стендовый доклад. Программа конференции и включенных в нее мероприятий, а также презентации большинства прочитанных докладов размещены на сайте конференции <http://scert.ru/ru/conference/enviromis2006/>. Содержание докладов, представленных на основных тематических секциях конференции, отражено в предлагаемом выпуске, и мы не будем дополнительно останавливаться на их обзоре.

Одной из центральных тем конференции стало обсуждение современных природно-климатических изменений в Сибирской части Северной Евразии. Действительно, наблюдения показывают, что во второй половине прошлого столетия рост средних зимних температур здесь значительно опережает рост глобально осредненной температуры, а согласно результатам климатического моделирования, эта тенденция сохранится и в будущем [5]. Являясь регионом с наиболее выраженными климатическими изменениями, Сибирь в то же время обладает возможностью влиять на функционирование всей системы Земля в целом. Именно поэтому она, наряду с другими регионами, выбрана Партнерством наук о системе Земля (ESSP) для развертывания всестороннего изучения региональных проявлений климатических изменений и выявления их возможного влияния на поведение всей системы Земля. Такие исследования получили название “интегрированные региональные исследования” (Integrated Regional Studies, IRS), и интегрированному региональному исследованию окружающей среды Сибири (Siberia Integrated Regional Study, SIRS) был посвящен двухдневный рабочий семинар, в ходе которого ведущими российскими и зарубежными специалистами сделано 11 приглашенных и 10 устных докладов. Текущее состояние этого вопроса детально обсуждается в одной из статей выпуска. Здесь же отметим, что участники семинара приняли решение об организации кластера проектов, посвященных изучению окружающей среды Сибири, и созданию под эгидой Сибирского отделения Российского национального комитета по МГБП Научного совета интегрированного регионального исследования Сибири. Организационную поддержку его работы предложено возложить на СЦ КЛИО.

В рамках конференции также проходил симпозиум “Контроль и реабилитация окружающей среды”, на котором работали следующие секции: новые методы и приборы контроля окружающей среды; технологии мониторинга окружающей среды и климата; технологии охраны и реабилитации окружающей среды и мониторинг, управление и снижение антропогенных изменений в Сибири (проект Шестой рамочной программы Enviro-RISKS). На симпозиуме прочитано пять пленарных и 10 приглашенных докладов и представлено 45 стендовых докладов. Отобранные для печати труды опубликованы в журнале “Оптика атмосферы и океана” (Т. 19, вып. 11), в них дан обзор основных направлений его работы. Одна из секций симпозиума, посвященная первым результатам проекта Enviro-RISKS, была по сути открытым однодневным рабочим семинаром по крупному проекту, выполняемому на территории Сибири международным консорциумом. В ходе заседания с отчетом о первых научных результатах выступили представители всех организаций-исполнителей проекта. Общее описание проекта, включая и анализ уже полученных результатов, дано в статье его координаторов, публикуемой в этом выпуске.

Однодневный семинар по еще одному крупному международному проекту “Валидация карт земной поверхности Западной Сибири и дальнейшее развитие сети тестовых участков” (выполняемому в рамках программы НАСА NELDA — Northern Eurasia Land Dynamic Analysis) являлся, по сути, открытым стартовым заседанием участников проекта. После общего обзора проекта, данного его координатором О.Н. Кранкиной (Университет

штата Орегон, США), и рассказа о программе НАСА Land Cover and Land Use Change (Г. Гутман) участники проекта из Томска, Красноярска и Москвы охарактеризовали тестовые участки проекта, расположенные в Восточной и Западной Сибири, на Дальнем Востоке и в Центральной России, и предлагаемые для выполнения работ подходы. Помимо этого были предложены новые тестовые участки для валидации спутниковых изображений в Поволжье (Э. Курбанов) и Средней Азии (Г. Стулина).

Присутствие на обоих семинарах и открытых совещаниях партнеров по выполняемым международным кооперационным проектам было весьма полезным для молодых ученых, так как позволило им оценить уровень требований к участникам международных проектов, а главное — самим почувствовать весь спектр возможностей, открывающихся перед участниками кооперации.

Следует добавить, что помимо данного специального выпуска и уже упомянутого выпуска журнала “Оптика атмосферы и океана” по итогам конференции издан еще и тематический сборник статей [5]. Он отличается от тематических изданий, появляющихся в стране. Во-первых, круг обсуждаемых вопросов охватывает почти все направления изучения окружающей среды. Во-вторых, все первые авторы публикуемых статей еще не достигли возраста 35 лет. Однако самое главное отличие заключается в том, что в этом сборнике собраны результаты НИР, выполненных в рамках Федеральной целевой научно-технической программы “Исследования и разработки по приоритетным направлениям развития науки и техники” на 2002–2006 гг. (Государственный контракт № 02.444.11.7306 на научно-методическое и научно-организационное обеспечение проведения международной школы-конференции по приоритетным направлениям развития программы с участием молодых ученых и преподавателей на базе российского научного центра — ENVIROMIS-2006). Тексты опубликованных в нем статей представлены на конференции молодыми российскими учеными. Это обстоятельство наглядно демонстрирует тот замечательный факт, что подготовка научной смены сейчас действительно находится в рамках стратегии развития Российской Федерации (в области науки и инноваций) до 2010 г.

## Заключение

Подводя итоги, заметим, что проведенная конференция, содержание которой достаточно полно отражено в этом специальном выпуске, показывает, что результаты работы по использованию новых форм подготовки научной молодежи уже видны. 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, таких, например, как проект Шестой рамочной программы Европейского Союза Enviro-RISKS. Это означает, что проведенные мероприятия уже становятся “инкубаторами” новых крупных международных проектов. Мы полагаем, что в объединении научно-образовательной и научно-организационной деятельности заложен дополнительный потенциал, необходимый для успешного развития отечественной науки. Работа в этом направлении продолжается. Определены ключевые моменты и выбрано основное направление работы школы-конференции CITES-2007 — бурно развивающиеся в настоящее время вычислительные технологии прогноза “химической” погоды (природных и антропогенных загрязнений атмосферы и других сред на городском и региональном уровне).

Ясно, что несколько лет работы и семь проведенных мероприятий не могут переломить неблагоприятную ситуацию, сложившуюся в России (и других странах СНГ) с научной

сменой в науках об окружающей среде, но подобная деятельность должна стать, на наш взгляд, одной из приоритетных в РАН и Сибирском отделении. Понятно, что реализация подобных мероприятий требует существенного финансирования, необходима целевая программа РАН, способная их поддержать. Мы надеемся, что в ближайшее время такая программа будет разработана, а выработанные подходы будут полезны при ее формировании и реализации.

В том, что проведены такие научно-образовательные мероприятия, как CITES и ENVIROMIS, конечно, заслуга многих их участников. Роль академика В.П. Дымникова в появлении, становлении и развитии научно-образовательной деятельности в данной области знаний уже отмечалась выше. На разных этапах нам помогали, продолжают помогать и, мы надеемся, впредь будут помогать академики А.С. Алексеев, Е.А. Ваганов, О.Ф. Васильев, В.М. Котляков и Ю.И. Шокин, члены-корреспонденты РАН В.А. Снытко и С.Д. Творогов, а также многие другие ведущие ученые России, СНГ и Европы, составившие ядро программных комитетов организованных мероприятий. В этой работе участвует большое число единомышленников, главным образом из СЦ КЛИО, ИВМ и ИМКЭС, а также из многих других институтов и университетов Томска, Новосибирска, в целом России и СНГ. Мы благодарим всех коллег за их вклад в развитие описанной работы.

Несомненно, успех конференции ENVIROMIS-2006 в первую очередь определился уровнем подготовки “школьников”, профессионализмом лекторов, наличием “критической массы” профессионально подготовленных участников и работой организационного и программного комитетов. Нам приятно выразить свою благодарность всем этим группам. Не последнюю роль в формировании состава участников в наше время играет и возможность оказания им финансовой поддержки, что особенно важно для молодых ученых.

Отдельной благодарности заслуживают все спонсоры, которые поддержали участие в работе конференции более ста ученых, в частности INTAS (YS Summer School INTAS 05-108-5814), ЕС FP6 INCO Programme (проекты Enviro-RISKS, INCO-CT-2005-013427 и ENVIROMIS-2, INCO-CT-2006-031303) и START. Однако для нас, российских организаторов этого мероприятия, самым важным и знаковым событием была поддержка, полученная от Министерства образования и науки РФ (госконтракт № 02.444.11.7306). За счет гранта Министерства образования и науки РФ поддержано 35 молодых участников конференции и столько же — за счет средств INTAS. Именно это обстоятельство позволяет надеяться, что кризис смены поколений в российской науке будет преодолен.

Огромная работа по организации конференции, а также по подготовке этого специального выпуска, сборника статей молодых участников, компакт-диска с презентацией докладов и сайта конференции (<http://scert.ru/en/conferences/enviromis2006/>) была проделана ученым секретарем конференции к.ф.-м.н. Еленой Гениной и секретарем конференции Юлией Гордовой при активном участии Александра Титова, к.т.н. Игоря Окладникова, к.ф.-м.н. Егора Дюкарева и Кирилла Осиева, за что мы благодарим их отдельно. Объем выпуска и уровень опубликованных в нем статей являются хорошим индикатором успеха конференции. Главный вклад в это внесли ее участники, благодаря их за это, мы надеемся на продолжение совместной работы на следующих мероприятиях ENVIROMIS и CITES.

## Список литературы

- [1] Ларичев О.И., Минин В.А., Петровский А.Б., Шепелев Г.И. Российская фундаментальная наука в третьем тысячелетии // Вест. РАН. 2001. Т. 71. С. 13–18.

- [2] ГОРДОВ Е.П. Пока есть кому учить // Наука в Сибири. 2003. № 36–37. С. 3.
- [3] BEGNI G. Enviromis-2002 Conference, Russia // EARSeL Newsletter. 2002. N 51, Sept. P. 30–32.
- [4] 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. 2004. № 4. С. 159–160.
- [5] КАБАНОВ М.В., ЛЫКОСОВ В.Н. Мониторинг и моделирование природно-климатических изменений в Сибири // Оптика атмосферы и океана. 2006. Т. 19, № 9. С. 753–765.
- [6] ИЗМЕРЕНИЯ, моделирование и информационные системы для изучения окружающей среды: Сб. ст. / Под ред. Е.П. Гордова. Томск: Изд-во ФГУ “Томский ЦНТИ”, 2006. 154 с.

*Поступила в редакцию 19 октября 2006 г.*