

**ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ КОМИТЕТ  
ПО УЧАСТИЮ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ В ПОДГОТОВКЕ И ПРОВЕДЕНИИ МЕРОПРИЯТИЙ  
В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНОГО ПОЛЯРНОГО ГОДА (2007-2008 ГОД)**

**РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК**

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ**

**РОССИЙСКИЙ ФОНД ФУНДАМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**



**ТЕЗИСЫ  
ДОКЛАДОВ МЕЖДУНАРОДНОГО СОВЕЩАНИЯ  
ПО ИТОГАМ МПГ**

**28 СЕНТЯБРЯ – 1 ОКТЯБРЯ 2009 Г.**

**г. Сочи**

*Совещание проводится по результатам исследований по программам Международного полярного года, полученным в рамках: Целевой научно-технической программы Росгидромета «Научные исследования и разработки в области гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды»; подпрограмм "Изучение и исследование Антарктики" и "Создание единой системы информации об обстановке в Мировом океане" ФЦП "Мировой океан"; программы Президиума РАН № 16 часть 2 «Окружающая среда полярных регионов, ее прошлые изменения и вероятные изменения в ближайшем будущем»; программы Отделения наук о Земле РАН № 14 «Эволюция криосферы в условиях меняющегося климата».*

*Совещание проводится при финансовой поддержке РФФИ, грант 09-05-06107-г.*

## **Основные результаты диагностики состояния воды и льда Северного Ледовитого океана по результатам натурных исследований 2007 и 2008 гг.**

*Фролов И.Е., Ашик И.М., Тимохов Л.А., Соколов В.Т.*

*ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Конец прошлого столетия изобиловал множеством неординарных событий в Арктике. В 1989 г. режим атмосферной циркуляции изменился в сторону уменьшения индекса высокоширотной зональности по циркумполярной зоне Северного полушария и увеличения повторяемости арктического антициклона. Аномалии среднегодовых значений температуры воздуха в широтной зоне 72-85° с.ш. в конце 1990-х годов стали положительными. Изменился знак тренда средней солености поверхностного слоя: в Канадском бассейне осолонение периода 1950-1989 гг. сменилось распреснением, а в зоне трансарктического дрейфа распреснение уступило места осолонению. Ледовитость арктических морей, которая увеличивалась, начиная с 1960-х годов, в конце прошлого столетия начала стремительно уменьшаться.

В период 1989-1993 гг. произошло увеличение температуры атлантических вод в Арктическом бассейне Северного Ледовитого океана. В Евразийском суббассейне оно продолжалось до конца прошлого столетия, а в Амеразийском суббассейне потепление 1990-х годов отмечалось и в начале XXI-го века. Вторжение атлантических вод было столь продолжительным, и повышение их температуры столь значительным, что на фоне всех исторических данных это выглядело большой положительной аномалией. В конце 1990-х годов наметилась определенная стабилизация поступления атлантических вод в Арктический бассейн, и в начале XXI века казалось, что природная среда Арктики исчерпала свой аномальный импульс, и климатическая система Арктики вот-вот начнет возвращаться к прежнему состоянию.

Однако, начиная с 2003-2004 гг., температура атлантических вод в Евразийском суббассейне начала повышаться до величин, ранее никогда здесь не наблюдававшихся. Экстремальное потепление глубинных атлантических вод выглядело как новый шаг к потеплению Арктики. Последовавшее за этим лето 2007 г. показало, что пределы возможности макромасштабных изменений, как воздушной, так ледовой и океанической сфер в Арктике, еще не исчерпаны. Сезонный цикл 2007 г. развивался по сценарию, который не наблюдался за всю историю инструментальных наблюдений. Изменения распределения ледяного покрова, термохалинной структуры поверхностного слоя океана и теплового состояния атлантических вод в Северном Ледовитом океане были столь велики, что их следует отнести к разряду больших аномалий, а состояние Северного Ледовитого океана летом 2007 г. можно назвать экстремальным. Понятным был тот огромный интерес, с которым планировались и выполнялись полевые исследования в 2008 г. Тем более, что этот год был заключительной полевой фазой Международного Полярного года (МПГ 2007/2008).

В представленном докладе основное внимание уделено двум главным океанологическим структурам, изменения которых были особенно впечатляющими в 2007-2008 г.: поверхностный слой и слой вод атлантического происхождения. Кроме того, в докладе затронут вопрос состояния промежуточных слоев, включая и слои зимних и летних вод тихоокеанского происхождения, а также донных вод.

## **Вклад исследований Международного полярного года 2007/08 в освоение ресурсов Российского арктического шельфа**

*Данилов А.И.<sup>1</sup> Дмитриев В.Г.<sup>1</sup>, Мартыщенко В.А.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

*<sup>2</sup>Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды.*

Активная фаза Международного полярного года 2007/08 (МПГ 2007/08) проходила в период с 1 марта 2007 г. по 1 марта 2009 г. В ней участвовало более 80 российских институтов и организаций 8 министерств и ведомств, ассоциации, фонды и т.д. В Арктической зоне России было выполнено около 40 морских и более 60 сухопутных экспедиций, реализовано более 200 научных проектов по различным направлениям исследований, включая социально-экономические проблемы. Наиболее масштабные исследования выполнены в арктических морях и высокоширотной зоне Северного Ледовитого океана, включая районы шельфа, перспективные на нефть и газ, прежде всего в Баренцевом и Карском морях.

Российские результаты МПГ 2007/08 имеют исключительное значение для развития работ по освоению арктического шельфа и прилегающих территорий. Это в частности:

1. новые обширные данные о природной среде Арктики, включая гидрометеорологические, гляциологические, криологические, геолого-геофизические, химические и биологические параметры для информационного обеспечения шельфовой деятельности;

2. геологическое обеспечение геополитических интересов России на основе уточнения расширенной внешней границы континентального шельфа России и увеличения российских запасов углеводородов в Северном Ледовитом океане;

3. оценка последствий глобального потепления, которые включают сокращение льда, оттаивание вечной мерзлоты, сокращение биоразнообразия, увеличение числа экстремальных погодных явлений, что необходимо учитывать при освоении шельфа;

4. развитие методов, технологий и информационных основ прогнозирования опасных экстремальных явлений, таких как айсберговая опасность в Баренцевом и Карском морях для создания системы мониторинга и управления ледовой обстановки;

5. оценки современного загрязнения арктической морской среды и меры по его снижению и предотвращению;

6. развитие наблюдательных систем, в частности, модернизация гидрометеорологической сети как основы гидрометеорологического обеспечения в арктических морях;

7. укрепление российского присутствия в морской Арктике.

## Исследования биоты и экосистем в рамках научной программы Международного полярного года 2007-2009 гг.

*А.А. Тишков  
Институт географии РАН*

Согласно принятой Конгрессом МВО резолюции о проведении в 2007-2008 гг. 3-го МПГ основные усилия международной кооперации в рамках реализации его задач предполагалось направить на определение текущего и оценку будущего изменений климата и состояния окружающей среды полярных областей. Впервые в практике МПГ речь шла о более широкой тематике полярных исследований и включении в научную программу МПГ проектов, касающихся изучения оценки и мониторинга состояния полярной биоты и экосистем, а также природных и антропогенных факторов, влияющих на них (Тишков, 2008).

Предварительный анализ выполнения международной и национальной программы 3-го МПГ, проведенный в рамках подготовки заседания рабочей группы по Международным научным исследованиям в Российской Арктике Научного комитета Арктического Совета (ISIRA) показал, что, несмотря на сложившиеся традиции МПГ в отношении ориентации на метеорологические и геофизические исследования, в его тематике равные позиции получили биогеографические и экологических проекты, направленные на анализ современной динамики биоты и экосистем или на палеоэкологические реконструкции этапов эволюции природы полярных областей в плейстоцене и голоцене (Табл. 1). Анализ касается проектов (всего около 1270 из почти 60 стран), представленных на сайте [www.ipu.org](http://www.ipu.org) и составляющих основу национальных программ МПГ. Собственно кластерные проекты международной программы МПГ (166 научных и 52 образовательных), отобранных Объединенным комитетом в составе экспертов, в области наук о Земле, а также представителей международных организаций - ВМО, МСНС, Межправительственной океанографической комиссии, Международного арктического научного комитета и Научного комитета по антарктическим исследованиям, имеют четкую ориентацию на «классические» направления исследований МПГ – метеорология, геофизика, гляциология, океанология, геология. В их числе проекты "Морская жизнь в Антарктике", "Биоразнообразие Арктического бассейна", "Эволюция и биоразнообразие в Антарктике" и целый ряд других (Котляков, Саруханян, 2007). Кроме того, значительная часть проектов по социальной и образовательной тематике также была посвящена проблемам «живой природы» Арктики и Антарктики, а часть крупных международных экспедиций МПГ включала биологические и экологические направления исследований. Парадокс заключается в том, что данная ситуация, на наш взгляд, отражает определенный сдвиг приоритетов в полярных исследованиях и показывает важную индикаторную роль полярной биоты в оценках современных природных и антропогенных изменений климата и окружающей среды.

Наиболее частыми объектами биогеографических исследований в рамках проектов международной и национальных программ МПГ становилась морская биота, которая именно в Арктике становится объектом негативных воздействий в связи с выходом нефте- и газодобычи на арктический шельф.

Таблица 1. Доля проектов по изучению биоты и экосистем в научных национальных программах МПГ стран, активно участвующих в изучении полярных областей Земли

Страна-участница МПГ	Всего проектов МПГ	в том числе проекты по изучению наземных и морских биоты и экосистем	
		современные	палеоэкологические
Великобритания	18	9	2

Швеция	5	1	2
Дания	19	17	1
Норвегия	23	17	1
Канада	76	62	2
США	59	27	4
Германия	11	7	2
Нидерланды	9	8	-
Франция	6	4	-
Финляндия	3	1	-
Япония	7	5	-
Россия* (национальная программа)	Ок. 50	24	8

Непосредственно в международной научной программе МПГ участие собственно российских инициативных проектов оказалось незначительным. Так называемые «кластеры», объединяющие исследователей из разных стран и организаций, касающиеся морских и сухопутных экосистем и биоты, где лидером выступала бы Россия, практически незначительны. Здесь присутствуют проекты учреждений Росгидромета, в первую очередь АНИИ (И.Е. Фролов), а также Института географии РАН (В.М. Котляков) по исследованиям ледников, морского льда, атмосферы и океана. Среди международных «кластеров» МПГ близки проблемам сохранения арктических экосистем и биоразнообразия проекты Т.К. Власовой (по созданию циркумполярной системы социально-экологического мониторинга коренных народов) и С.В. Горячкина (по исследованиям почв полярных широт – криосолей).

Однако, Россия исключительно широко оказалась представленной именно в международной программе МПГ. Прежде всего, около 400 российских ученых приглашены в кластерные проекты МПГ, в т.ч. около половины из институтов РАН. Российские специалисты участвовали во всех проектах, касающихся исследования реакции циркумполярной наземной биоты и экосистем на изменения климата в Арктике, динамики численности и состава населения морских, околоводных и водоплавающих птиц, дикого северного оленя и карibu, белого медведя, лаастоногих и китообразных, панарктической флоры и растительности, функционирования экосистем в условиях потепления и пр. (Д.А. Гиличинский, М.В. Гаврило, В.Я. Липенков, Л.А. Колпашиков, Г.Г. Матишов, И.А. Мельников, Н.П. Смирнов, А.В. Неелов, Б.И. Сиренко и др.).

Предварительные результаты исследований российских ученых по проблемам биогеографии полярных областей Земли обобщены в специальном томе «Природная и антропогенная динамика биоты полярных областей Земли: первые итоги исследований по МПГ» (предварительное название сборника, обобщившего материалы участников работ по направлению «Наземные и морские экосистемы Арктики и Антарктики») под редакцией Г.Г. Матишова и А.А. Тишкова в серии изданий итогов МПГ в России

## **К вопросу о подготовке и издании трудов МПГ**

*Дмитриев В.Г., Данилов А.И.*

*ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

### **Информация о программных документах МПГ**

В период 2007-08 гг. российские научные организации выполнили большой объем работ в рамках Международного полярного года, основные результаты которых целесообразно обобщить в виде отдельного издания, отражающего прогресс по основным направлениям исследований полярных областей.

Российские работы и исследования МПГ 2007/08 были определены рядом документов, таких как:

1. План действий по участию РФ в Подготовке и проведению МПГ 2007/08.
2. Научная программа участия РФ в проведении МПГ 2007/08.
3. Планы реализации Научной программы на 2007 и 2008 гг.

Работы по получению новых данных определялись ежегодными Планами экспедиционных исследований (на 2007 и 2008 гг.).

Научная Программа имела следующую структуру.

Направление 1: Гидрометеорологические и гелиогеофизические условия полярных областей

Направление 2: Строение и история геологического развития литосферы полярных районов

Направление 3: Наземные и морские экосистемы Арктики и Антарктики

Направление 4: Развитие наблюдательной сети

Направление 5: Информационные системы. Управление данными

Направление 6: Качество жизни населения и социально-экономическое развитие полярных регионов

Направление 7: Нарращивание образовательного и научного потенциала в области полярных исследований, распространение знаний среди широкой общественности

### **Структура издания**

Основной объем научных исследований выполнен в рамках направлений 1, 2, 3, 6 Научной программы. Исходя из этого, а также, учитывая объёмы выполненных исследований по каждому направлению и его разделам, предлагается подготовить издание, обобщающее результаты российских исследований МПГ 2007/08, которое включает шесть основных томов. Каждый из томов будет включать статьи, представляющие научные результаты, полученные на основе, прежде всего, новых данных, полученных в ходе выполнения работ 2007/08 гг.

Общая структура многотомного издания имеет вид:

#### **Т. 1 Полярная атмосфера**

Основные НИУ: ААНИИ, ГГО, ИФА РАН, ЦАО, Тайфун и др.

Редакторы-составители: **Алексеев Г.В.**, Мохов И.И., Лагун В.Е., Трошичев О.А., Радионов В.Ф.

#### **Т.2 Океанография и морской лёд**

Основные НИУ: ААНИИ, ИО РАН, ПИНРО и др.

Редакторы-составители: **Фролов И.Е.**, Тимохов Л.А., Грузинов В.М., Ашик И.М., Клепиков А.В.

#### **Т. 3 Полярная криосфера и воды суши**

Основные НИУ: ИГ РАН, ИМЗ СО РАН, ИКЗ СО РАН, ААНИИ, ГГИ и др.

Редакторы-составители: **Котляков В.М.**, Дроздов Д.С., Липенков В.Я., Гиличинский Д.А., Шикломанов И.А., Москалевский М.Ю.

#### **Т. 4 Строение и история развития литосферы**

Основные НИУ: ГИН РАН, ВНИИОкеангеология и др.

Редакторы-составители: **Леонов Ю.Г.**, Каминский В.Д., Лаврушин Ю.А., Лейченков Г.Л.

#### **Т. 5 Наземные и морские экосистемы**

Основные НИУ: ИГ РАН, ММБИ, ЗИН РАН и др.

Редакторы-составители: **Матишов Г.Г.**, **Тишков А.А.**, Денисов В.В., Неелов А.В.

#### **Т. 6 Качество жизни и социально-экономическое развитие полярных регионов**

Основные НИУ: ИГ РАН, ИСА РАН, ААНИИ, ПГУ, ГПА и др.

Редакторы-составители: **Дёгтева Г.Н.**, Андреева Е.Н., Шеповальников В.Н., Макеев В.М.

Кроме того, предполагается подготовить дополнительное издание «Хроника российского участия в МПГ 2007/08», включающее хронологическое изложение основных событий российского участия в МПГ в период с 2002 по 2009 гг.

Основные НИУ: ААНИИ.

Редакторы-составители: **Данилов А.И.**, **Дмитриев В.Г.**, Балясников С.Б., Клепиков А.В., **Саруханян Э.И.**

Результаты по направлениям 4, 5 и 7 по развитию систем наблюдений, информационных систем, управлению данными, а также по наращиванию образовательного и научного потенциала и распространению знаний могут быть включены в перечисленные выше тома.

В случае необходимости каждый том может быть разделен на части.

Планируется также подготовка и издание иллюстрированного обобщения результатов МПГ 2007/08 для широкого круга заинтересованных лиц в доступной форме, включающего рекомендации для социально-экономического комплекса Арктики и развития российских исследований и работ в полярных областях (включая предложение по полярной декаде 2012-2021 гг.), а именно:

#### **Том 7 Итоги МПГ 2007/08 и перспективы российских полярных исследований**

Редакторы-составители: **Бедрицкий А.И.**, **Чилингаров А.Н.**, Котляков В.М., Леонов Ю.Г., Матишов Г.Г., Фролов А.В., Тишков А.А., Мохов И.И., Абрютин Л.И., Мартыщенко В.А., Фролов И.Е., Данилов А.И., Грузинов В.М., Дмитриев В.Г., Дёгтева Г.Н., Андреева Е.Н.

#### **Состав Редакционного совета**

Для реализации проекта создан Редакционный совет издания, под эгидой которого будет проводиться указанная работа. Состав Редсовета утвержден сопредседателями Оргкомитета МПГ А.И. Бедрицким и А.Н. Чилингаровым.

В Редакционный совет издания включены:

Бедрицкий А.И. – сопредседатель, Руководитель Росгидромета

Чилингаров А.Н. – сопредседатель, член-корреспондент РАН

Котляков В.М. – заместитель председателя, академик РАН, ИГ РАН

Леонов Ю.Г. – заместитель председателя, академик РАН

Матишов Г.Г. – заместитель председателя, академик РАН, ММБИ КНЦ РАН

Фролов И.Е. – заместитель председателя, ААНИИ Росгидромета

Дмитриев В.Г. – ответственный секретарь, ААНИИ Росгидромета

Абрютин Л.И. - АКМНСС и ДВ РФ

Алексеев Г.В. – ААНИИ Росгидромета

Андреева Е.Н. – ИСА РАН

Ашик И.М. – ААНИИ Росгидромета

Блинов В.Г. – Росгидромет

Гиличинский Д.А. – ИФХ и БПП РАН

Грузинов В.М. - ГОИН Росгидромета

Данилов А.И. – ААНИИ Росгидромета

Денисов В.В. – ММБИ РАН

Дроздов Д.С. – ИКЗ СО РАН

Дёгтева Г.Н. – ПГУ



Зайцева Н.А. – Отделение наук о Земле РАН  
 Каминский В.Д. – ВНИИОкеангеология  
 Клепиков А.В. – ААНИИ Росгидромета  
 Лаврушин Ю.А. – ГИН РАН  
 Лейченко Г.Л. – ВНИИОкеангеология  
 Липенков В.Я. – ААНИИ Росгидромета  
 Макеев В.М. – ГПА  
 Мартыщенко В.А. – Росгидромет  
 Москалевский М.Ю. – ИГ РАН  
 Мохов И.И. – член-корреспондент РАН, ИФА РАН  
 Неелов А.В. – ЗИН РАН  
 Радионов В.Ф. – ААНИИ Росгидромета  
 Тимохов Л.А. – ААНИИ Росгидромета  
 Тишков А.А. – ИГ РАН  
 Фролов А.В. – Росгидромет  
 Шеповальников В.Н. – ААНИИ Росгидромета  
 Шикломанов И.А. – ГГИ Росгидромета

## **Приложение 1**

### **Предложения по подготовке изданий по результатам МПГ 2007/08**

#### **ИФА РАН**

Предлагаются разделы:

Диагностика и моделирование изменений речного стока в регионах распространения вечномёрзлых грунтов (И.Мохов)

Исследование региональных особенностей взаимодействия атмосферы и океана в полярных областях (И. Репина)

Анализ крупномасштабной изменчивости состава приземного воздуха в Северной Евразии по данным наблюдений на фоновой станции Зотино и экспедиций TROICA (Еланский Н.Ф. и др.)

#### **ИГ РАН**

Атлас-монография «Инициальное заселение Арктики человеком в условиях меняющейся природной среды» (А.А.Величко)

Монография «Природная и антропогенная динамика биоты полярных областей Земли». Книга собрана, включает 220 стр., 12 авторов. В настоящее время идет редакционная подготовка материалов. (Тишков А.А.)

Раздел Первые итоги социально-ориентированного мониторинга качества жизни населения европейского Севера России (Власова Т.К.)

Монография (совместно с зарубежными авторами) «Таежно-тундровый пояс: интегральные проблемы изменения природной среды и общества» (Власова Т.К.)

(?) Монография «Чувствительность речного стока в бассейне р. Лена к современному и возможному в будущем потеплению климата. 2009 г.» 5-6 п.л. Планируется издание в Макс Пресс тир. 200 экз.. (60 тыс. руб.) (Георгиади А.Г. и др.)

#### **ИСА РАН**

Арктическая прибрежная зона: ресурсопользование и экологическое управление (Андреева Е.Н.)

#### **Аэрогеодезия**

Предлагаются разделы:

Предварительные результаты выполненных работ в период МПГ 2007/2008 «Установка и обслуживание постоянных автоматических спутниковых приемников в Антарктиде» (Купидонова Т.А.)

Имеются устные предложения от ГПА (Макеев В.М.), ЗИН РАН (Неелов А.Л.)

## **Взаимосвязь приземной температуры воздуха в средних и высоких широтах Северного полушария с циркуляционными механизмами.**

*Панин Г.Н., Соломонова И.В., Выручалкина Т.Ю.  
Институт водных проблем РАН*

Настоящая работа является продолжением работ [Панин Г.Н., Соломонова И.В., Выручалкина Т.Ю., 2008, 2009], где были исследованы изменения температуры воздуха на территории средних и высоких широт Северного полушария и проведено районирование с выделением 6 зон с однотипным изменением климата: Тихоокеанская (Т), Канадская (К), Атлантическая (Ат), Европейская (Ев), Сибирская (С) и Дальневосточная (Д).

Следующим этапом стало исследование циркуляционных механизмов действующих в отмеченных выше зонах, с акцентированием на зоне РФ. Для анализа были выбраны 16 циркуляционных индексов: Атлантика – North Atlantic Oscillation (NAO), Arctic Oscillation (AO), Polar/Eurasia Pattern (POL), East Atlantic/West Russia Pattern (EA/WR), Scandinavia Pattern (SCA), East Atlantic Pattern (EA); Тихий океан - South Oscillation Index (SOI), Pacific Decadal Oscillation (PDO), Pacific/North American Pattern (PNA), West Pacific Pattern (WP), North Pacific index (NPI), Siberian index. Расчетный период – с 1950 по 2000 гг. С целью определения географии распространения индексов был проведен корреляционный анализ между перечисленными 16-ю циркуляционными индексами и приземной температурой воздуха на рассматриваемой территории. Получены следующие результаты. Наибольшее влияние в отмеченных зонах оказывают следующие циркуляционные индексы: NAO, AO, PNA, PDO, SCA, WP и Siberian index.

С середины 70-х годов произошло заметное потепление во многих районах Земли, особенно в средних и высоких широтах Северного полушария в зимние месяцы. В этом аспекте интересно было сравнить, как меняется (или не меняется) зона влияния основных индексов действующих на территории РФ в эти периоды. Анализ данных индексов показал, что в период с 1973 по 2000 гг. территория, подверженная влиянию NAO, AO, SCA существенно увеличилась с ростом максимального коэффициента корреляции по сравнению с периодом 1943-1973 гг. Обратная ситуация наблюдается у WP, - происходит уменьшение площади влияния с соответствующим уменьшением коэффициента корреляции.

## **Диагностика и моделирование климатических режимов в полярных и субполярных регионах**

*Мохов И.И., Акперов М.Г., Аржанов М.М., Безверхний В.А., Демченко П.Ф., Денисов С.Н.,  
Елисеев А.В., Карпенко А.А., Малышкин А.В., Семенов В.А., Хон В.Ч., Чернокульский А.В.  
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН*

Анализируются климатические режимы и их изменения в полярных и субполярных регионах на основе модельных расчетов разной степени детальности в сопоставлении с данными наблюдений, реанализа и палеореконструкций.

Наряду с модельными и эмпирическими оценками региональных изменений климата в высоких широтах анализируется роль ледовых условий в Арктическом бассейне и аномалий в Северной Атлантике на климатические аномалии в Северной Евразии. Оцениваются особенности режимов циклонической активности и облачности и их вариаций в полярных широтах.

Оценены изменения естественной эмиссии метана в атмосферу в регионах Северной Евразии при глобальных изменениях с таянием вечной мерзлоты и изменением режимов болотных экосистем на основе численных расчетов с климатическими моделями. Оценки изменений с использованием модельного блока метанового цикла и расчетов с ансамблем климатических моделей общей циркуляции сопоставлении с оценками на основе региональной модели и модели промежуточной сложности.

С использованием разных методов сделаны оценки взаимной динамики температурного режима и содержания в атмосфере парниковых газов (углекислого газа и метана) по палеореконструкциям для последних 800 тысяч лет на основе данных антарктических ледовых кернов, полученных в рамках международного проекта EPICA. Проводится сопоставление с результатами соответствующего анализа данных с антарктической станции Восток.

Предложена простая концептуальная модель для оценки чувствительности ледового щита Антарктиды к глобальным температурным изменениям. Анализируются возможные режимы ледового щита в зависимости от ключевых параметров системы.

## **Изменение снежного покрова Северной Евразии: тенденции и взаимодействие с климатической системой**

*Шмакин А.Б.  
Институт географии РАН*

На основе анализа климатических архивов за последние годы построены карты характеристик снежного покрова и их связи с атмосферными параметрами. Выявлены очаги изменений характеристик снега за последние годы по регионам Северной Евразии, в том числе с учетом сезонного хода. Проведен детальный статистический анализ отклика основных параметров снежного покрова на аномалии крупномасштабной атмосферной циркуляции в последние десятилетия. В последние десятилетия в целом по Северной Евразии наблюдается рост снеготолщин, хотя в некоторых районах они снижаются. Наиболее значительный рост толщины снега происходит на юге Камчатки, на юге Сахалина и на северо-востоке Европейской части России. Некоторое уменьшение снеготолщин произошло в небольших районах в низовьях Лены, на юге Якутии, в Магаданской области и на юго-западе Алтая.

Выполнена серия численных экспериментов с локальной моделью сезонного метаморфизма с целью определения чувствительности к различным метеорологическим параметрам и свойствам растительного покрова. Показано, что характерная изменчивость метеорологических параметров оказывает на свойства снега преобладающее влияние по сравнению с растительным покровом.

Разработаны сценарии экспериментов с моделью общей циркуляции атмосферы с целью выявления вклада аномалий снежного покрова в изменчивость полей давления во внетропической зоне Северного полушария.

Работа выполнена при поддержке программы Отделения наук о Земле РАН №13.

## **Экстремальные климатические явления в северных регионах России на фоне современных изменений климата.**

*Шмакин А.Б.  
Институт географии РАН*

Архивы климатических данных проанализированы с привлечением данных в северных регионах России за последние годы. Приводятся карты климатических характеристик за последние годы, составленные на основе архивов. Особое внимание уделяется показателям экстремальности климата, связанным с вероятностью весенних наводнений (высота снежного покрова перед началом таяния и др.). Выделены районы, в которых происходит значимое увеличение предпосылок к весенним наводнениям. Это прежде всего северная часть Европейской части России, в частности бассейн Печоры, а по некоторым показателям – верховья Вычегды и Камы. Кроме того, приrost снегонакопления, доступного для интенсивного снеготаяния, происходит в среднем течении Оби и бассейне Анабара.

Исследованы характеристики экстремальности, связанные с другими процессами в климатической системе, в частности влияющие на режим промерзания и оттаивания почв (частота переходов температуры через точку замерзания, суммы отрицательных и положительных температур в холодный сезон и т.д.). В северных регионах России в целом происходит повышение зимних температур, однако они преимущественно остаются в отрицательных значениях. Заметные изменения происходят в основном осенью и весной, что приводит к некоторому сокращению морозного сезона.

Приводятся оценки вклада механизмов атмосферной циркуляции в формирование климатических экстремумов в различные десятилетия. Разработаны показатели, отражающие влияние климатических экстремумов в северных регионах на социально-экономическую сферу.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН П-16.

## Особенности межгодовой климатической изменчивости полярных зон Земли.

*Панин Г.Н.*

*Институт водных проблем РАН*

В настоящей работе основное внимание уделяется объяснению причин вариации температуры, имевшей место в XX столетии, и, в особенности, похолодание в период с 1940-х – по 1970-е годы. Развивается концепция, позволяющая предложить новый сценарий возможных климатических изменений в XXI столетии.

Инструментальные данные наблюдений свидетельствуют о наличии некоторых тенденций роста и падения температуры приземного воздуха в Арктике, которые не воспроизводятся в рамках численного моделирования климата. Данные температурных изменений в Гренландии, восстановленные по изотопному составу ледяного керна за более продолжительный период (130 лет), позволяют уже говорить о некоторой квазипериодической природе изменения температуры в Арктике в XXI и XX столетиях. Измеренные и восстановленные температуры хорошо согласуются между собой по периодам роста и падения температуры. Период инструментальных измерений температуры в Антарктиде значительно короче, чем в Арктике и поэтому были рассмотрены данные палеоклиматических исследований ледяного керна на станции Восток. В целом можно говорить о том, что в полярных зонах Земли наблюдаются некоторые квазипериодические колебания температуры. Взаимный спектральный анализ между температурными колебаниями в полярных зонах показывает, что в значительной части (периоды больше ~10 лет) колебания в Арктике и Антарктиде синфазны и когерентны (коэффициент когерентности достигает 0.6), что может говорить о глобальном характере их изменений. Показано, что изменение угловой скорости вращения Земли может рассматриваться как индикатор климатических изменений на Земле. Это дало возможность предложить сценарий для флуктуаций температуры, накладываемых на общий рост, связанный с ростом концентрации парниковых газов.

Новый сценарий возможных климатических изменений полярных зон в XXI столетии, базирующийся на композиции “парникового” и “ротационного” эффектов фактически представляет собой линейный рост температуры, который усложнен квазипериодическими изменениями с периодом 30-35 лет. С удалением от полюсов амплитуда квазипериодических колебаний должна уменьшаться и с приближением к тропической зоне прогноз изменения температуры практически не будет отличаться от прогноза МГЭИК (*IPCC*).

## О роли океана в изменениях и изменчивости климата Земли

*Дианский Н.А.<sup>1, 2</sup>, Грузинов В.М.<sup>1</sup>, Конейкина Т.Н.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Государственный океанографический институт Росгидромета*

<sup>2</sup>*Институт вычислительной математики РАН*

Рассматривается вклад океанической циркуляции в формирование изменчивости и изменений климатической системы Земли. По результатам экспериментов с совместной моделью атмосферы и океана ИВМ РАН по прогнозированию изменений климата в XXI столетии показана важность роли Мирового океана в климатических изменениях, не только как индикатора этих изменений, но и как активного компонента их формирования. Отмечено, что повышение поверхностной температуры в XXI веке наиболее существенно в Северном полушарии, особенно в Арктическом регионе и над территорией Западной Сибири, где среднегодовая температуры к концу XXI века должна возрасти более чем на 5°C, при этом потепление зимой выше, чем в летний период. Повышение температуры в Арктике должно привести в конце XXI века к существенному уменьшению площади, покрытой льдом в Северном Ледовитом океане (СЛО) (особенно в летний период), а тепловое расширение к этому времени должно вызывать повышение среднего уровня Мирового океана до 0.2 м. В силу своего географического положения Атлантический океан играет особую роль в формировании структуры глобального океанского конвейера, т.к. здесь в высоких широтах происходит формирование значительного количества глубинных водных масс. Элементом глобального конвейера в Атлантике служит меридиональный круговорот вод, называемый так же термохалинной циркуляцией (ТХЦ). Основные механизмы ТХЦ в Северной Атлантике (СА) связаны с переносом вод Гольфстримом и Северо-Атлантическим течением в высокие широты и конвекцией в субполярном круговороте. Именно интенсивность ТХЦ определяет величину меридионального переноса тепла на север, который, в свою очередь, оказывает большое влияние на формирование климата Земли. Поэтому здесь особое внимание уделяется изучению ТХЦ в Атлантическом океане: ее движущим причинам и естественной изменчивости, ее влиянию на формирование Евразийского климата, а также вероятным изменениям ее интенсивности в XXI веке.

Обсуждаются обратные связи в системе атмосфера – океан в СА на основе изучения эволюции индекса ТХЦ, являющимся мерой ее интенсивности. Эти связи имеют сложный характер. С одной стороны эта связь положительна, если рассматривать ее одномоментно: при положительном индексе ТХЦ происходит увеличение потока тепла в атмосферу с поверхности океана в высоких широтах Северной Атлантики, утяжеление вод в верхнем слое океана за счет выхолаживания и их опускание. На их место приходит вода с юга, то есть происходит дальнейший рост индекса ТХЦ. С другой стороны, если рассматривать эту связь с запаздыванием, то она отрицательна: увеличение потока тепла с юга приводит к потеплению в верхнем слое в высоких широтах СА и, следовательно, к уменьшению индекса ТХЦ за счет замедления опускания вод с поверхности на дно.

По результатам экспериментов по воспроизведению совместной циркуляции СА и СЛО, за период с 1958 по 2006 гг. с помощью модели термогидродинамики океана, разработанной в ИВМ РАН, анализируется отклик океанической циркуляции на Североатлантическое колебание (САК), делающее большой вклад в изменчивость климата.

Показано, что интенсивность совместной циркуляции СА и СЛО тесно связана с изменчивостью индекса САК: циркуляция усиливается в периоды высокого индекса САК, и, наоборот, замедляется при его низких значениях.

Продемонстрировано, что на формирование аномалий температуры поверхности океана в переходной зоне между СА и СЛО сильное влияние оказывает интенсивность Норвежского течения.

## **Климат Российской Арктики в последнем тысячелетии и база данных по палеоклимату на основании изучения озёрных отложений**

*Большаинов Д.Ю., Макаров А.С., Фёдоров Г.Б., Морозова Е.А., Вахрамеева П.С.  
ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

Озёрные отложения арктических озёр содержат палеоклиматические сигналы, обнаружение которых на основе комплексного изучения колонок донных отложений (литологический, гранулометрический, варвометрический, спорово-пыльцевой, диатомовый, геохимические анализы) начались в ААНИИ ещё 50 лет назад при исследовании озёр ЗФИ и в настоящее время продолжают. Изучены десятки арктических озёр и сделана попытка представить пространственные и временные закономерности климатических изменений на протяжении последнего тысячелетия в Российской Арктике и субарктике. Малый ледниковый период (МЛП) начался в разное время – от 1470 г. до 1760 г. и продолжался до первой половины XX века. Время начала и окончания похолодания значительно отличаются в различных частях Арктики.

В большинстве исследуемых регионов МЛП осложнён фазой потепления продолжительностью от 40 до 220 лет. Все исследованные колонки донных озёрных отложений показывают устойчивое потепление в течение последних 140-60 лет. Таких периодов потеплений на протяжении последнего тысячелетия было несколько и тогда они не могли быть техногенными. Ещё один важный вывод, следующий из полученных материалов – это то, что за современным потеплением неизбежно последует похолодание климата в Арктике. Такие данные необходимы для прогноза климата ближайшего будущего, т.к. основаны не на 60-70 летних инструментальных наблюдениях, а на рядах протяжённостью порядка 1000 лет. Изученные колонки донных отложений составляют базу палеоклиматических данных создаваемую в ААНИИ. В конце 2009 г. на сайте института будут размещены такие данные по 20 арктическим и антарктическим озёрам.



**Комплексная оценка климатических изменений в морской Арктике с использованием данных МПГ 2007/08**

*Алексеев Г.В., Пнюшков А.В., Ашик И.М., Соколов В.Т.*

*ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

Представлены результаты оценки многолетних изменений арктического климата в XX – начале XXI столетий. Рассмотрены изменения в приповерхностном слое атмосферы, состоянии вод Северного Ледовитого океана и морского ледяного покрова. Используются массивы отечественных и зарубежных океанографических, ледовых и метеорологических данных по Арктическому региону, включая данные Международного полярного года 2007/2008. Широкомасштабные исследования, выполненные в ходе реализации программ и экспедиций МПГ 2007/08, позволили собрать уникальные данные о характеристиках вод Арктического бассейна Северного Ледовитого океана. Вместе с полученными в 1990-2000-е годы эти данные использованы для оценки изменений в Арктическом бассейне в период развития современного потепления Арктики. Для построения полей океанографических характеристик использован метод выделения крупномасштабной составляющей поля путем согласования полученных данных с имеющимся климатическим полем. Применение предложенного метода позволило получить поля температуры, солёности и характеристик структуры водных масс на большей части акватории Арктического бассейна по данным наблюдений в 1990-2008 гг. и сопоставить их с климатом 1970-х годов.

## **Первая количественная реконструкция температуры воздуха теплого периода на Кавказе по дендрохронологическим данным**

*Долгова Е. А., Соломина О. Н.  
Институт географии РАН*

Самые длительные непрерывные ряды метеорологических наблюдений на Кавказе охватывают немногим более столетия (например гмс Пятигорск). Для целей прогноза внутривековой и вековой изменчивости климата принципиально важно максимально продлить эти ряды в прошлое. На верхней границе леса, где прирост годичных колец деревьев тесно связан с каким-либо климатическим фактором, это в какой-то мере позволяет сделать дендрохронологический метод.

Представлена первая количественная реконструкция средней температуры июня-сентября для северного макросклона западного и центрального Кавказа за период с 1800-2005 гг., построенная по дендрохронологическим данным. В условиях произрастания сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) на верхней границе леса (2200-2400 м) в долине Теберды, максимальная плотность поздней древесины главным образом определяется среднемесячными температурами тёплого периода (июнь-сентябрь) гмс «Северный Клухор» и «Теберда». Представленная реконструкция выбирает 52% изменчивости этого параметра. Статистически значимая корреляция максимальной плотности сосны с температурой июня-сентября гмс Пятигорск (1891-1997), удалённой более чем на 200 км от исследуемой территории свидетельствует об устойчивости сигнала во времени и о значимости реконструкции для всей территории северного макросклона западного и центрального Кавказа. Согласно нашей реконструкции, тёплые летние сезоны отмечались в 1820-1830, 1873-1890, 1910-1925, 1945-1955, 1960-1975, 1994-2005 гг., - холодные в 1832-1872, 1938-1940, 1972-1997 гг. Интересно, что похолодание, связанное с извержением вулкана Тамбора в Индонезии (“год без лета” 1815 г.), которое проявилось в Европе, согласно дендрохронологическим реконструкциям в 1815-1818 гг., в нашей реконструкции отмечалось в 1817 г. (на 0.9°C меньше среднего многолетнего за период 1800-2005), но эта аномалия не превышает одного стандартного отклонения.

Работа поддержана грантом РФФИ № 07-05-00410

**Изменения климата центральной Антарктиды за последние 200-300 лет по результатам изотопных исследований снежной толщи в рамках проекта МПГ «Гляцио-геофизические исследования линий тока льда, проходящих через озеро Восток»**

*Шибает Ю.А. , Екайкин А.А. , Липенков В.Я. , Преображенская А.В.  
ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Одной из центральных научных задач проекта МПГ «Гляцио-геофизические исследования вдоль линий тока льда, проходящих через подледниковое озеро Восток» являлась оценка современных (за последние 200-300 лет) тенденций изменений климата Антарктиды и его возможных высокочастотных (с периодами порядка  $10-10^2$  лет) вариаций. Реконструкции температуры и количества атмосферных осадков осуществлялись по разработанной нами методике на основе результатов детальных изотопных и стратиграфических исследований снежных шурфов и кернов мелких скважин, пробуренных в научных походах, с учетом новых данных о пространственной изменчивости изотопного состава и скорости накопления снега, которые были собраны в ходе выполнения этого проекта. Восстановленные временные ряды температуры и полученные оценки изменений аккумуляции снега в прошлом позволили впервые охарактеризовать общие закономерности и региональные особенности изменения климата в исследуемом районе за последние 200-300 лет. Установлено, что наиболее характерной особенностью климата Центральной Антарктиды в указанный период времени являлись квазипериодические колебания температуры (и, вероятно, количества атмосферных осадков) с типичным периодом порядка 50-60 лет, по видимому, связанные с основными индикаторами изменения климата Южного полушария (Южное колебание, Антарктическое колебание, Многолетнее тихоокеанское колебание). Циклический характер изменений климата Центральной Антарктиды в современную эпоху подтверждается результатами мониторинга температуры снежно-фирновой толщи на станции Восток до глубины 100 м.

Работы выполнялись в рамках проекта 2 подпрограммы «Антарктика» ФЦП «Мировой океан».

## Исследование климатообразующих процессов в океане и атмосфере Антарктики в период МПГ 2007/08.

*Клепиков А.В., Радионов В.Ф., Лагун В.Е., Антипов Н.Н., Коротков А.И.  
ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Длина климатических рядов лишь нескольких антарктических станций превышает 50 лет, а ряды температуры воздуха характеризуются высокой межгодовой изменчивостью, что делает процедуру определения трендов весьма проблематичной. Величина (и даже знак) трендов в значительной степени зависит от продолжительности периода исследований. Из-за редкой наблюдательной сети обширные области внутри континента не обеспечены репрезентативными климатическими рядами. Из 15 станций с длинными рядами только на 4-х тренд является отрицательным, на 11 станциях тренд является положительным.

Рост среднегодовой температуры воздуха с 1957 г. по 2008 г. на ст. Ротера +2,4 °С/44 года характеризует Антарктический п-ов как крупнейший очаг потепления в Южном полушарии. Показано, что здесь рост приземной температуры сопровождается потеплением в тропосфере и похолоданием в стратосфере. Причины такого существенного потепления на западном берегу Антарктического п-ва до конца не ясны. Климатическая изменчивость в этом регионе тесно связана с изменениями, происходящими в тропической части Тихого океана (Эль-Ниньо – Южное колебание). Сезон таяния в районе Антарктического п-ва удлиняется с потеплением, что имеет значительные экологические последствия.

Данные измерений общего содержания озона (ОСО) в период МПГ на станциях Восток, Мирный и Новолазаревская и других, а также спутниковые данные, показывают, что самой большой за последние годы озоновая дыра была в 2006 г. – 29 млн. км<sup>2</sup>. Потери общей массы озона внутри границ зоны, где ОСО меньше 200 ед. Добсона, составили 40 мегатонн. Озоновая дыра над Антарктикой в 2007 г. была средней по площади и степени падения ОСО, при этом разрушение озонового слоя началось раньше, чем в предыдущие годы. В отдельные дни августа ОСО было самым низким для этого месяца за весь период наблюдений с 1974 г. В 2008 году полярный стратосферный вихрь был очень стабильным и озоновая дыра была одной из самых продолжительных за весь период наблюдений – ее разрушение произошло в конце декабря. Максимального размера 27 млн. км<sup>2</sup> дыра достигла 12 сентября и до середины октября оставалась одной из крупнейших по площади за 20 лет. Дефицит массы озона составил 35 мегатонн. В целом, имеется тенденция стабилизации степени проявления отрицательной аномалии ОСО весной в Антарктике.

Исследованы интегральные и спектральные потоки радиации и характеристики прозрачности атмосферы в Антарктике. Особенностью является отсутствие за более чем 50-летний период статистически значимых трендов в поступлении суммарной радиации. Интегральная прозрачность атмосферы существенно уменьшалась лишь после сильных вулканических извержений. В межвулканические периоды прозрачность атмосферы и аэрозольное ослабление солнечной радиации были стабильными и находились в пределах естественной изменчивости невозмущенных значений, минимальных для планеты в целом.

В океанологических работах установлен факт формирования над материковым склоном к западу от залива Прюдс *антарктических донных вод*. Установлено, что донные воды являются результатом смещения *циркумполярной глубинной воды* с холодными шельфовыми водами, образующимися вблизи шельфового ледника Эймери. Открытая нами *донная вода залива Прюдс* далее движется вдоль по склону на запад и вниз по каньонам и депрессиям. Температура обнаруженных донных вод составляет –0.3 до –1.6°С, соленость 34.54 – 34.62 ‰. Интенсивность опускания образующихся *донных вод*

вниз по склону возрастает в западном направлении, по мере сужения шельфа и увеличения уклона его дна.

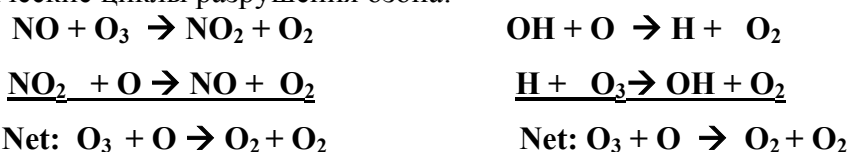
Исследована сезонная и межгодовая изменчивость толщины припайного льда и длительности периода роста - таяния припая в районе станции Беллинсгаузен. Показано, что ледовые условия в районе Юж. Шетландских островов за последние 40 лет претерпели существенные изменения. Продолжительность ледового периода сократилась в среднем с 6 до 3 месяцев, а толщина образующегося здесь льда уменьшилась втрое – с 90 до 30 см.

## Воздействие космических лучей на полярную атмосферу

*Криволицкий А.А.*

*Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета*

Частицы высоких энергий (в основном протоны), достигающие Земли после вспышек на Солнце (протонных вспышек) и попадающие в полярные области, вызывают ионизацию атмосферы на высотах ниже 100 км. Воздействие такого типа приводит к таким последствиям, как резкое увеличение электронной концентрации (и содержания других ионов) в области D ионосферы, а также, через цепочку ионно-нейтральных реакций, возмущениям нейтрального состава (в первую очередь дополнительному образованию окислов азота и радикала OH). Теоретический анализ (Porter et al., 1976; Solomon et al., 1981) показал, что на каждую пару ионов, образовавшихся при торможении солнечных протонов в атмосфере образуется приблизительно одна молекула «нечетного азота» и две молекулы OH. Далее эти дополнительные молекулы интенсифицируют химические каталитические циклы разрушения озона:



В лаборатории химии и динамики атмосферы ЦАО выполнен цикл работ по исследованию отклика нижней ионосферы и озоносферы на наиболее мощные солнечные протонные события (СПС) 23-го цикла активности Солнца. С помощью глобальных трехмерных численных моделей были реализованы сценарии воздействия солнечных протонных событий (СПС) на химический состав, температуру и циркуляцию. Для расчетов скоростей ионизации были использованы данные спутников GOES о потоках солнечных протонов в различных каналах энергий. Показано, что наиболее мощные СПС сильно разрушают озон в полярной стратосфере и мезосфере, что приводит к изменениям циркуляции и температурного режима, причем изменения в циркуляции достигают более низких широт и могут иметь долговременные последствия в озоносфере. Численное фотохимическое моделирование изменений в области D ионосферы показало так же, что в период СПС электронная концентрация увеличивается на 3-4 порядка величины, достигая значений, характерных для области F. Расчеты показали, что обусловленные протонной активностью Солнца крупномасштабные изменения захватывают и более низкие широты. Реализованная технология, основанная на использовании глобальных трехмерных моделях химического состава, температурного режима и циркуляции, позволяет осуществлять мониторинг (и прогноз) состояния озоносферы.

## **Роль полярных морей в распределении углекислого газа между гидросферой и атмосферой**

*Голубев В.Н., Гребенников П.Б.*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

Атмосфера Земли служит зоной транзита, через которую осуществляется сток в океан и в биосферу углекислого газа, поступающего из разных источников (эндогенный, биогенный, антропогенный, геохимический и др. Средний прирост содержания  $\text{CO}_2$  в атмосфере в настоящее время вдвое меньше антропогенного выброса 3,1 ppm/год (7,5 ГтС) и составляет около 3 ГтС (1,4 ppm). Содержание  $\text{CO}_2$  растет в зимний период и понижается в летний, а амплитуда колебаний в Северном полушарии изменяется от 15-20 ppm в полярных широтах до 2-5 ppm на экваторе. В Южном полушарии межсезонные колебания содержания  $\text{CO}_2$  носят аналогичный характер, однако их амплитуда не превышает 5-7 ppm, а вариации содержания газа имеют неустойчивый характер. Направленность регистрируемых изменений содержания  $\text{CO}_2$  противоположна тем, что следовало ожидать согласно закону растворимости Генри–Дальтона: при межсезонных изменениях температуры воды в слое перемешивания содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере должно понижаться в зимний период и повышаться в летний. Это свидетельствует о том, что суммарная роль других факторов в сезонных изменениях содержания  $\text{CO}_2$  оказывается не только сравнимой, но даже превышает масштабы сезонных колебаний поглощения газа слоем перемешивания в каждом из полушарий. Такими факторами могут служить внутригодовые изменения площади морских льдов, антропогенного выброса, разложения и фотосинтеза биоты.

Перекрытие арктических морей ледяным покровом ограничивает сток атмосферного углекислого газа, вследствие чего содержание углекислого газа в атмосфере полярной зоны должно возрастать. При сходе сезонного ледяного покрова в слое перемешивания может раствориться более 2,5 ГтС. Из арктической атмосферы, даже при падении содержания  $\text{CO}_2$  на 10 ppm ниже среднегодового значения, может поступить лишь 1,7 ГтС. Заполнение дефицита углерода в атмосфере над Северным Ледовитым океаном и в его слое перемешивания происходит за счет горизонтального воздухообмена и “высасывания”  $\text{CO}_2$  из атмосферы умеренных и тропических широт. При этом парциальное давление  $\text{CO}_2$  в атмосфере Северного полушария понижается относительно зимнего уровня на 2 ppm, а доля Северного Ледовитого океана в поглощении избыточного количества углерода, накопившегося над всем Северным полушарием в осенне-зимний период, возрастает до 25%. К началу следующего зимнего сезона содержание  $\text{CO}_2$  в атмосфере Северного полушария остается повышенным по сравнению с предыдущим годом на 1,4 ppm, что соответствует 18% ежегодного зимнего накопления углекислого газа.

В результате другие природные стоки утилизируют в весенне-летний период лишь 57% осенне-зимнего накопления  $\text{CO}_2$ . Это растворение  $\text{CO}_2$  в слое перемешивания на 86% акватории океанов Северного полушария, возможное превышение летнего фотосинтеза над разложением отмершей биоты и летнее снижение антропогенного выброса. В целом, климатический эффект ежегодных вариаций содержания атмосферного  $\text{CO}_2$ , обусловленного, в основном, природными факторами можно охарактеризовать как снижение континентальности климата, особенно в полярном регионе, заключающееся в снижении суровости зимних климатических условий и в некотором похолодании летнего периода. Необходимо также отметить, что снижение растворимости  $\text{CO}_2$ , вызванное потеплением климата и повышением температуры поверхностного слоя океана ответственно за какую-то часть современного возрастания концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере (около 10%) и в силу обратных связей за определенную часть происходящего глобального потепления.

## **Оценки влияния эмиссий от пожаров на территории России в 2003-2008 гг. на состав тропосферного воздуха в субполярных и полярных районах.**

*К.Б.Моисеенко, А.В.Вивчар, Н.В.Панкратова  
Институт Физики Атмосферы им.Обухова РАН*

В докладе представлены результаты оценки атмосферных эмиссий различных соединений от пожаров для ряда регионов, охватывающих всю территорию России, за пожароопасный период (март-октябрь) с 2003 по 2008 гг. Для оценки площади пожаров использовались данные приборов MODIS, осуществляющих дистанционное зондирование поверхности Земли с борта спутников NASA Terra и Aqua. Надежность пространственно-временной локализации очагов эмиссий обеспечивалась за счет комбинации суточных данных о температурных аномалиях Active Fire Products MOD14/MYD14 на регулярной сетке с разрешением 1км и ежемесячных данных об изменении отражающих свойств земной поверхности Burned Area Product MCD45 на сетке 500м. Данные о плотности биомассы в различных экосистемах, о полноте сгорания биомассы и об эмиссионных соотношениях для различных соединений были взяты из материалов публикаций. Проанализирована сезонная и межгодовая изменчивость эмиссий монооксида углерода (СО), как одного из важнейших индикаторов загрязнения атмосферы продуктами горения.

Рассчитанные поля эмиссий СО были использованы для оценки влияния лесных пожаров на баланс монооксида углерода в тропосфере в Северной Евразии, включая районы Арктики. Результаты количественных оценок, выполненных на основе лагранжевой модели переноса НУРАСТ и гидродинамической модели RAMS, сопоставлены с данными наблюдений на станции Зотино (Красноярский Край) и спутниковыми данными. На основе полученных результатов проанализированы направления преобладающего выноса продуктов горения из различных географических областей при региональном переносе, определены географические районы, пожары в которых оказывают наибольшее влияние на увеличение СО с субполярных и полярных районах.

В заключении приведены соображения о репрезентативности выполненных оценок и намечен план дальнейшей работы.



## **Исследование взаимодействия атмосферы и подстилающей поверхности в полярных районах в рамках МПГ**

*Репина И.А., Артамонов А.Ю., Смирнов А.С., Кузнецов Р.Д.  
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН*

В докладе рассматриваются результаты выполнения проектов «Проведение экспериментов на станции Беллинсгаузен в летние сезоны 2007-9 годов.» и «Экспериментальное исследование энергетического взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью различных типов в Северном ледовитом океане» в рамках программы участия Российской Федерации в проведении Международного полярного года, а также российско-голландского проекта «Перенос тепла, массы и импульса при воздействии кatabатических ветров над ледниками: разработка граничных условий для климатических моделей».

На станции Беллинсгаузен в измерения проводились в летне-осенний период. Это время характеризуется интенсификацией процессов энергообмена над островом, связанных с большими градиентами температуры в приповерхностном слое атмосферы и активной циклонической деятельностью.

Получены значения параметра шероховатости поверхности для разных секторов направления ветра по отношению к месту крепления приборов и для снежной поверхности. Также получены значения коэффициентов обмена для потоков тепла и импульса. Предложены параметризации, полученные на основании экспериментальных данных. Проведено сравнение результатов измерений за 5 сезонов. Выявлена межгодовая изменчивость процессов энергообмена.

Во время экспериментов в Северном Ледовитом океане (проект NABOS) получены следующие результаты: значения потоков турбулентных тепла, импульса и углекислого газа над различными поверхностями; исследовано влияние торосов и снежниц на энерго- и газообмен поверхности с атмосферой, исследованы теплофизические свойства различных типов льда.

Измерения, проведенные в апреле 2009 года на Шпицбергене (ледник Конгсвеген) позволили исследовать динамику приземного слоя атмосферы в режиме кatabатических ветров как непосредственно на леднике, так и на удалении от него.

Работы проводятся в рамках международных проектов COMPASS (N 267), IAOOS (N 14), а также при поддержке ФЦП «Мировой океан» (подпрограмма «Изучение и исследование Антарктики»), проекта Президиума РАН «Природные процессы в полярных областях Земли и их вероятное развитие в ближайшие десятилетия» и Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 08-05-00099).

## **Оценка береговых деформаций на реках приполярных и полярных областей при прохождении волн половодья и попусков гидротехнических сооружений**

*Дебольская Е.И., Масликова О.Я., Котляков А.В.  
Институт водных проблем РАН*

Формирование наиболее значительных береговых деформаций на северных реках часто связано с воздействием волн половодья и попусков в нижних створах гидротехнических сооружений. Проведение натурных исследований гидродинамики потоков и процессов береговых деформаций в условиях резкой нестационарности течений, и особенно в период формирования ледовых заторов, крайне затруднено. Лабораторное моделирование связано с еще более значительными трудностями из-за невозможности выполнения всех критериев подобия одновременно. В связи с этим одним из наиболее эффективных способов изучения воздействия ледяного покрова на руслоформирование и абразию берегов под воздействием волн возмущения различного происхождения является математическое моделирование.

Для оценки береговых деформаций, вызванных волнами половодья и попусков в условиях ледового режима, разработана двумерная продольно-поперечная модель, учитывающая возможность формирования ледовых заторов. Численные эксперименты по модели показали, что ледовый режим значительным образом влияет на руслоформирование. Характер и объем береговых деформаций, вызванных прохождением волн попусков при ледовом режиме, особенно при образовании ледовых заторов существенным образом различаются в открытом русле.

Разрушение и истирание берегов происходит вследствие воздействия на них крупных ледяных глыб при вскрытии ледового покрова и прохождении заторов. Представленная модель позволяет рассчитать подъем уровня воды и вместе с ним подъем покрывающего ее припайного льда, спрогнозировать наиболее мощный вывал льда на берега при заторе той или иной мощности. С ее помощью можно определить участки берега, наиболее подверженные разрушению при контакте со льдом.

## Сценарный прогноз изменения речного стока в бассейне р. Лены в первой трети XXI века

*Георгиади А.Г., Кашутина Е.А., Милюкова И.П.  
Институт географии РАН*

В основе методологии прогноза гидрологических последствий изменения климата лежит модель месячного водного баланса, разработанная в Институте географии РАН (Georgiadi, Milyukova, 2000, 2009; Георгиади, Милюкова, 2002, 2006). Она прошла апробацию в разных природных зонах России и показала надежность при воспроизведении современного речного стока и его сценарных изменений на уровне средних и крупных речных бассейнов.

В качестве климатического сценария используется диапазон возможных климатических изменений для среднемноголетних условий периода 2010-2039 гг., который определяется по результатам осреднения численных расчетов отклонений климатических элементов от их современных значений, проведенных на ансамбле из 11 климатических моделей, исходящих из двух контрастных сценариев мирового социально-экономического развития (A2 и B1), включенных в программу последнего эксперимента 20С3М-20th Century Climate in Coupled Models (Meehl et al, 2007), проведенного в рамках программы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и отображенных на основе сравнения наблюдаемого и модельного современного климата (Кислов и др., 2008).

Согласно обоим сценариям (A2 и B1) в центральной равнинной части бассейна реки Лены в условиях первой трети века можно ожидать весьма сходного повышения среднегодовой температуры воздуха, находящегося в пределах 1.6-1.7<sup>0</sup>С. Сценарии изменения среднегодового атмосферного увлажнения предсказывают его увеличение в пределах 28-54 мм. Особенность внутригодового распределения изменений атмосферного увлажнения в бассейне Лены состоит в том, что наибольший рост осадков может происходить в теплую часть года. В то же время наибольший рост температуры воздуха характерен для холодной части года, тогда как в теплую часть года вероятно существенно меньшее и равномерное во времени ее повышение.

Расчеты, проведенные на модели месячного водного баланса Института географии РАН, показали, что в центральной равнинной части бассейна р. Лены в случае реализации сценариев A2 и B1 в первой трети текущего столетия наиболее вероятно слабо заметное повышение годового стока (в пределах 3-4%). Однако потепление климата может вызвать существенную трансформацию внутригодового распределения речного стока, которая характеризуется компактной трансформацией путем перераспределения стока в течение половодья, пик которого сместится на более ранние сроки. При этом произойдут незначительные изменения максимального месячного стока в период половодья. Для условий сценария B1 возможно его снижение, а при сценарии A2 можно ожидать его роста.

## **Характеристика водоемов и водотоков оазиса Ширмахера (Восточная Антарктида) по материалам гидрологических и георадиолокационных исследований в период МПГ.**

*Федорова И.В.<sup>1</sup>, Саватюгин Л.М.<sup>1</sup>, Крылов С.С.<sup>2</sup>, Романовская М.В.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

*<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный университет,*

За время летнего сезона (ноябрь 2008–февраль 2009 гг.) в Восточной Антарктиде был выполнен комплекс работ по изучению гидрологического и гидрохимического режима озер и ручьев оазиса Ширмахера. Использовались стандартные методы гидрометрических исследований, выполнены экспресс-анализы по определению гидрохимических параметров, а также проведены георадиолокационное зондирование на снежниках и прилегающем ледниковом покрове.

Летний сезон (54-я РАЭ) был относительно холодным, что отразилось на малом стоке с территории оазиса. Уровень воды в ручьях повысился всего на... см, не произошло вскрытие многих водоемов ото льда. В местах, где ежегодно прорываются талые воды ледника, вода скопилась в теле снежников, но разгрузки также не произошло.

По гидрохимическим данным можно отметить увеличение солености некоторых внутренних водоемов оазиса, защелачивание большинства озер, особенно прилежащих к полярным станциям. Так, например в 1976 году рН вод озера Станционного был равен 6,12, а в 2009 году 8,8. Максимальное значение минерализации составляло порядка 1,5 г/л. Содержание растворенного кислорода в водоемах оставалось на протяжении всего летнего сезона в среднем 12 -14 мг/л. Гидрохимический тип вод по классификации О.А.Алекина для большинства даже ультрапресных озер - хлоридно-натриевый, самый редко встречающийся тип – сульфатные воды.

В ходе 54 сезона РАЭ в оазисе Ширмахера впервые проводились георадиолокационные исследования на снежниках, озерах и эпিশельфовых водоемах. Результаты анализа георадарных профилей позволяют судить о толщине льда озер, трещинах в ледовом покрове прилегающих к оазису территорий покровного и шельфового ледников, рельефе дна и мощности донных отложений.

На геофизическом профиле оз. Глубокого четко видна граница ледяного покрова озера, снежник и дно водоема. В том месте, где ежегодно происходят прорывы озера после накопления на поверхности водоема талых ледниковых и снежниковых вод, на профиле отчетливо просматривается неоднородная структура в толще снежника и формирующаяся трещина. На других профилях видны русла внутриснежниковых водотоков. В теле снежника имеется полость, заполняемая талой водой, что находит свое отражение в георадарных профилях в виде неоднородной структуры сигналов и изображения «пещер», местоположение которых меняется во времени.

Таким образом, исследования оазиса Ширмахера во время 54-й РАЭ показали изменения в гидрологическом и гидрохимическом режиме водоемов и водотоков, произошедшие в последние десятилетия, а выполненные георадиолокационные измерения дали ряд новых сведений о формировании внутриснежниковой гидрографической сети.

## *Влияние речных и морских факторов на структуру водотоков дельты реки Печора*

*Украинцева Е.А.  
Институт криосферы Земли СО РАН*

Исследование динамики речного стока в дельтах рек циркумполярных регионов, формирующихся в зоне вечной мерзлоты, – важная научная проблема. Дельты крупных рек – это динамичная и контрастная система, основное аккумулирующее звено на пути водной миграции речных наносов и одновременно – арена борьбы приносимого рекой тепла и холода Арктических морей.

Строение и интенсивность изменения структуры русловой сети зависит от многих факторов. Сток воды является носителем энергии русловых потоков. Он определяет обводненность пойменно-русловых комплексов дельтовых ландшафтов и вероятность их расчленения водотоками. Многолетние колебания стока воды и наносов влияют на усложнение или упрощение структуры русловой сети, изменение пропускной способности отдельных русел, скорость устьевого выдвигания дельтовых проток и островов. Морское волнение и течения воздействуют прежде всего на морской край дельты, на процессы его выдвигания или деградации.

Цель данной работы – изучение взаимодействия морских и речных факторов в дельте реки Печора. Структура водотоков в дельте Печоры разнообразна и сложна. Формируются три системы водотоков: Печоры, Печоры Малой и Печоры Большой. На всем протяжении этих систем происходит рассредоточение (дивергенция) стока. Исключение составляет Большая Печора, водоносность которой в среднем возрастает от истока к морскому краю дельты. В системе водотоков дельты Печоры самыми длинными является Большая Печора – 116,91 км. Самые короткие водотоки – Месин Шар – 4,07 км и Неволин Шар – 12,68 км. Ширина водотоков изменяется от 7,18 км (Большая Печора) до 0,7 км (Конзер Шар).

Определена зависимость между условным порядком и средним многолетним расходом воды (водоносностью) для дельтовых водотоков Печоры. Использование порядков водотоков позволило получить схему строения русловой сети дельты. Размер водотоков охарактеризован с помощью условных порядков водотоков ( $N_y$ ) и диапазонов их изменения ( $\Delta N$ ). Величина  $\Delta N$  в дельте Печоры составляет в среднем 7,4, что свидетельствует о разнообразии размеров водотоков, значительном рассредоточении стока и дроблении главного русла реки на более мелкие элементы. Лишь в Большой Печоре значения  $\Delta N$  близки к нулю. Это связано с процессом конвергенции стока, т.е. увеличением стока от вершины к устью в системе Большой Печоры.

Для дельты р. Печоры определено также общее количество водотоков различного размера, густота их сети, узлы слияния и деления элементов русловой сети, рассчитаны уровни бифуркации. В дельте Печоры присутствуют 3 узла слияния, что приводит к перераспределению стока из одной системы в другую.

С применением ГИС-технологий проведено совмещение разновозрастных карт и снимков (с временным интервалом около 50 лет), что позволило проследить динамику развития дельты р. Печоры. За период времени с начала 50-х годов XX века заметно обмелели главные протоки дельты. Эти результаты нельзя объяснить сезонными различиями гидрологического режима, так на картах показан меженный уровень и создавались они в относительно маловодные годы, а современные космические снимки сделаны в июле, в конце половодья. Активный сток взвешенных наносов привел к появлению новых островов и увеличению площадей старых островов морского края дельты Печоры.

Работы проводятся при финансовой поддержке Программы ОНЗ РАН №13 «Эволюция криосферы в условиях меняющегося климата».

## **О разработке Программы участия Российской Федерации в Международном полярном десятилетии**

*Дмитриев В.Г.*

*ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Идея проведения Международного Полярного десятилетия (МПД), высказанная на 60-й сессии Исполнительного Совета Всемирной Метеорологической Организации (ВМО), единодушно поддержана 40 членами Исполнительного Совета, представляющими ведущие страны всех регионов мира, Международной конференцией «Полярные исследования - перспективы изучения Арктики и Антарктики в период Международного Полярного года» (2008, Санкт-Петербург, Россия) и Министерской декларацией Арктического совета (2009, Тромсе, Норвегия), Объединенным комитетом Международного полярного года (МПГ) 2007/08 Международного совета по науке (МСНС) и ВМО. Стимулом для проведения МПД служат результаты МПГ 2007/08, проведенного под эгидой МСНС и ВМО.

Решением Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации Росгидромету, совместно с заинтересованными федеральными органами исполнительной власти и РАН, поручена подготовка Программы участия Российской Федерации в Международном полярном десятилетии.

## **Геоморфологический анализ коренного рельефа района подледникового озера Восток (Восточная Антарктида)**

*Попов С.В, Масолов В.Н.*

*Полярная морская геологоразведочная экспедиция*

Общепринято, что наиболее перспективный путь изучения коренного рельефа, безотносительно к району исследований, это геоморфологический анализ. Применительно к перекрытым ледником областям это утверждение также справедливо. Однако интерпретация данных осложняется отсутствием возможности изучения рельефа прямыми методами. Данное обстоятельство не позволяет в полной мере применять накопленный опыт классической геоморфологии, что, однако, не умаляет прочих возможностей метода.

В течение последних лет, в рамках национального проекта МПГ, осуществлялось изучение коренного рельефа района подледникового озера Восток (Восточная Антарктида). В ходе этой работы выполнен геоморфологический анализ и составлен комплект интерпретационных карт, отражающих особенности строения коренного рельефа.

Работа выполнена в рамках и при финансовой поддержке проекта 2 подпрограммы "Антарктика" ФЦП "Мировой океан", а также Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 07-05-00401а).

## **О радиолокационном обнаружении отражений от дна антарктических подледниковых водоёмов**

*Попов С.В.<sup>1</sup>, Черноглазов Ю.Б.<sup>1</sup>, Свечников Е.Л.<sup>2</sup>, Жабко Г.П.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Полярная морская геологоразведочная экспедиция*

*<sup>2</sup>Санкт-Петербургский государственный технический университет*

Изучению подледниковых водоёмов Антарктиды придаётся большое значение. В течение последних десяти лет, в том числе и в рамках национальных проектов МПГ, авторы занимаются исследованием этих объектов посредством проведения наземных полевых работ. За это время ими обнаружено более двадцати подледниковых водоёмов. Морфология подлёдного рельефа в этих районах показывает, что глубина большей их части, по всей видимости, не превышает 20-30 м.

Оценки, выполненные, в частности, в 1970-х годах сотрудниками отдела физики льда АНИИ, показывают, что при глубинах до 15 м возможно успешное лоцирование водоёмов посредством имеющейся радиолокационной аппаратуры. Тем не менее, на временных радиолокационных разрезах, полученных в ходе полевых работ, целевых границ, которые могли бы соответствовать дну водоёмов, выявлено не было при применении стандартного метода обработки. Этот факт, сам по себе, может нести важную информацию, в частности о том, что вода в них имеет значительную минерализацию (вследствие чего, коэффициент поглощения электромагнитных волн в ней существенно увеличивается) или их дно сложено рыхлыми отложениями значительной мощности (что приводит к уменьшению коэффициента отражения электромагнитных волн от его дна).

Авторами были заново проанализированы имеющиеся радиолокационные данные, полученные в районах подледниковых водоёмов и выполнено математическое моделирование распространения электромагнитных волн в обсуждаемых средах при различных параметрах. В лабораторных условиях были уточнены электрофизические характеристики природной воды с различной степенью минерализации. Кроме того, выполнены эксперименты, имитирующие реальные условия проведения радиолокационных работ. На основании указанных комплексных исследований сделаны выводы о принципиальной возможности получения отражённых сигналов от придонных участков подледниковых водоёмов.

Работа выполнена в рамках проекта 2 подпрограммы "Антарктика" ФЦП "Мировой океан" при финансовой поддержке Российского Фонда Фундаментальных Исследований (гранты РФФИ № 07-05-00401а и № 08-05-10038к в ПМГРЭ).



## Результаты изучения строения ледяного керна из скважины 5Г-1 в интервале глубин залегания «озерного льда» (3536-3666 м).

*Преображенская А.В., Полякова Е.В., Липенков В.Я.*

*ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Завершены непрерывные исследования строения озерного льда по всей длине колонки поднятого керна скважины 5Г-1 до глубины 3666 м. Они включали измерения размера и ориентировки ледяных кристаллов, определение концентрации во льду замерзших «водных карманов» и повторный (после 1998 г.) подсчет количества минеральных включений в керне. Анализ полученных данных показал, что, вопреки ранее сложившимся представлениям, озерный лед 1 (интервал глубин 3538-3609 м), содержащий включения донных осадков озера и характеризующийся обилием «водных карманов», на самом деле, весьма неоднороден в отношении распределения количества и размера указанных включений по глубине, а, следовательно, – и по степени своей ценности для геохимических, минералогических и биологических исследований. В частности, в пределах толщи озерного льда 1 выделяются два слоя 3548-3553 м, 3606-3608 м с повышенной концентрацией наиболее крупных включений донных осадков озера Восток. Абсолютно уникальным по обилию и крупности минеральных включений для всего разреза толщи ледникового льда 1 является тонкий 20-см слой, залегающий на глубине 3606,30-3606,50 м. В этом слое обнаружено сразу 5 минеральных агрегатов размером по 4-5,5 мм, каждый из которых содержит включения белого цвета, по внешнему виду напоминающие газовые гидраты. Проведены детальные исследования переходной зоны между ледниковым льдом атмосферного происхождения и конжеляционным льдом, образовавшимся из воды озера Восток (интервал керна 3536-3539 м). Они показали, что по газосодержанию льда граница между двумя разными по происхождению льдами залегает на глубине 3536,9 м, что на 1,7 м выше глубины залегания этой границы, установленной по данным об изотопном составе керна (3538,6 м). Суб-горизонтальная ориентировка *c*-осей ледяных кристаллов, обнаруженная в нижней части изученного разреза озерного льда 2, отвечает классическому закону геометрического отбора зерен, в соответствии с которым преимущественное развитие в процессе ортотропного роста имеют кристаллы, ориентированные своими побочными осями *a* (с которыми совпадают направления максимальной скорости роста кристаллов) в направлении перпендикулярном фронту кристаллизации. Известно, что такая ориентировка образуется в условиях, когда к фронту кристаллизации обеспечен постоянный приток переохлажденной воды. Таким образом, особенности строения озерного льда 2 свидетельствуют о достаточно интенсивном поступлении в район образования этого льда переохлажденной талой воды из северных частей озера.

Исследования выполнены в рамках проекта 2 подпрограммы «Антарктика» ФЦП «Мировой океан».

## **Мониторинг рисков гляциального генезиса в высокогорье.**

*Котляков В.М., Носенко Г.А., Осипова Г.Б., Рототаева О.В.  
Институт географии РАН*

В связи с потеплением климата возрастают природные риски, связанные с криосферными явлениями, в том числе риски гляциального генезиса в высокогорье. В результате сокращения большинства горных ледников возникают приледниковые озера, прорывы которых являются причиной опасных селей. Примерами гляциальных селей могут служить прорывы озер на леднике Башкара, сели в долине реки Герхожансу, приведшие к разрушениям в г.Тырныауз и др. Потенциальную опасность представляют также прорывы озер, образующихся в результате подвижек пульсирующих ледников. В долине р. Сауксай в бассейне р. Вахш на Памире нами проводится мониторинг четырех пульсирующих ледников. При подвижках ледников, происходивших в разные годы, их языки перегораживали долину реки всего несколько часов. Однако возможна ситуация, когда все ледники этой долины активизируются одновременно, и тогда объёмы воды и селевого материала могут быть значительны. И это опасно, поскольку на р. Вахш планируется завершение строительства Рогунской ГЭС.

С 2001 г. по настоящее время происходит подвижка ледника Географического общества на Памире. В начале прошлого века его язык выдвигался в долину р. Абдукагор и образовывал подпрудное озеро объёмом около 50 млн. м<sup>3</sup>. По некоторым сведениям, прорывы этого озера были катастрофическими для жителей Ванчской долины. К марту 2008 г. ледник продвинулся на 750-800 м. Мы проводим и будем продолжать космический мониторинг этого ледника, используя главным образом снимки ASTER.

Самая известная гляциальная катастрофа произошла на леднике Колка, когда в ночь на 20 сентября 2002 г. его тело почти целиком выбросило из ледникового цирка. Около 80 млн. тонн льда и камней в течение нескольких минут пронеслись вниз по долине, и были остановлены узким ущельем Бокового хребта. Здесь уже через несколько минут образовался мощный ледово-каменный завал, перегородивший боковую долину, и возникшее озеро вскоре поглотило целый посёлок. Эта катастрофа унесла жизнь 130 человек.

Описанные катастрофы показывают, как важен мониторинг подобных событий. Мы продолжаем развивать высказанную еще в 1980-х годах идею создания наземно-воздушно-космической службы наблюдений за снегом и льдом и более глубокого изучения криосферы – одной из важных составляющих природной среды, зависящей от климатических изменений и в свою очередь оказывающей самое непосредственное влияние на климат и его возможные изменения.

Работа проводится при поддержке гранта РФФИ 07-05-00232 и программы НШ-3674.2008.5.

## Эволюция и динамика криогенных полугидроморфных почв тундры Колымской низменности

*Мергелов Н.С.<sup>1</sup>, Водяницкий Ю.Н.<sup>2</sup>, Горячкин С.В.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Институт географии РАН, Москва*

<sup>2</sup>*Почвенный институт им. В.В. Докучаева РАСХН*

Содержание и состав (гидр)оксидов железа в почвах и почвообразующих породах (отложения лёссово-ледового комплекса) Колымской низменности оказывают решающее влияние на способность минерального субстрата к трансформации под воздействием глеевых процессов. Холодный тон криогенных суглинистых полугидроморфных почв тундры низовий Колымы обусловлен не только актуальной редукцией Fe, но и цветом литогенной матрицы, содержащей малое количество (гидр)оксидов железа. В профиле современных почв Колымской низменности сочетаются два фронта оглеения – реликтовый и актуальный. Первый представлен в основном морфотипом редуцированного глея над мерзлотой, второй – окисленным глеем, либо глееватым горизонтом в верхней части профиля. Реликтовая составляющая заключается в том, что современные почвы развиваются на обезжелезненных субстратах, сформированных во время оптимума голоцена при участии восстановительных процессов. Окислительные процессы, получили развитие уже после завершения периода термического оптимума. Однако они были недостаточно интенсивны, чтобы высвободить большие количества несиликатного железа. На фоне бедной (гидр)оксидами железа литогенной матрицы получает развитие актуальный процесс оглеения, низкой интенсивности и без яркого морфологического проявления, характерного для субстратов богатых (гидр)оксидами железа.

Благодаря своему промежуточному положению в ландшафте между автоморфными почвами с четко выраженным окислительным трендом и восстановленными гидроморфными, полугидроморфные разности позволяют изучить соотношение окислительных и восстановительных процессов. Исследования полугидроморфных криогенных почв дренированных аласов (мыс М.Чукочий, тундра) показали, что развитие данных почв с момента схода озера происходило в двух накладывающихся друг на друга, но противоположных и разноскоростных трендах - окислительном и восстановительном. Окислительный тренд обусловлен эволюцией ландшафта на уровне мезорельефа (озеро-алас-дренированный алас) и изменением макроклиматических условий, он сопровождается оксидогенезом Fe низкой интенсивности. Восстановительный тренд обусловлен изменениями микрорельефа, сезонными климатическими флуктуациями и сопровождается развитием актуальных глеевых процессов.

**Основные итоги исследований подледникового озера Восток  
в период МПГ 2007/08**

*Липенков В.Я.<sup>1</sup>, Булат С.А.<sup>2</sup>, Васильев Н.И.<sup>3</sup>, Екайкин А.А.<sup>1</sup>, Лейченко Г.Л.<sup>4</sup>, Масолов В.Н.<sup>5</sup>, Полякова Е.В.<sup>1</sup>, Попков А.М.<sup>5</sup>, Попов С.В.<sup>5</sup>, Преображенская А.В.<sup>1</sup>, Саватюгин Л.М.<sup>1</sup>, Саламатин А.Н.<sup>6</sup>, Сократова И.Н.<sup>1</sup>, Шибяев Ю.А.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»

<sup>2</sup>Петербургский институт ядерной физики

<sup>3</sup>Санкт-Петербургский государственный горный институт (Технический Университет)

<sup>4</sup>ВНИИОкеангеология

<sup>5</sup>Полярная морская геологоразведочная экспедиция

<sup>6</sup>Казанский государственный университет

В период МПГ изучение подледникового озера Восток осуществлялось методами дистанционных геофизических исследований и посредством структурных, биологических и геохимических анализов кернов озерного льда, которые были подняты на поверхность в результате продолжения глубокого бурения антарктического ледникового покрова на станции Восток. Завершено создание карт толщин ледникового покрова, водного слоя и высот коренного рельефа по материалам сейсмических и радиолокационных зондирований, выполненных в районе озера Восток. На станции Восток проведены работы по ликвидации аварии в глубокой скважине. Для осуществления обхода аварийного снаряда, оставленного на забое скважины 5Г-1, разработана и впервые в мировой практике успешно применена технология забуривания нового ствола скважины механическим снарядами с заданной глубины из аварийной скважины. Глубина новой скважины 5Г-2 на момент завершения работ сезонной 54 РАЭ составила 3598,6 м. Получен большой объем новых данных о строении, общем газосодержании, изотопном и биологическом составе озерного льда, а также минералогическом составе включений донных осадков озера до максимальной глубины, достигнутой скважиной 5Г-1 (3666,6 м). Сопоставление этих данных с модельными расчетами возраста и условий образования озерного льда позволило более точно определить участки линии тока ледника, проходящей через скважину, на которых происходило формирование различных слоев льда, представленных в керне. Биологические исследования образцов снега, отобранного в районе станции Восток, показали чрезвычайно низкую (практически нулевую) поверхностную микробную биомассу в этом районе Антарктиды, что свидетельствует о невозможности занесения жизни в подледниковое озеро сверху через ледниковый покров. Получены новые доказательства существенного вклада гидротермальных вод в общий водный баланс озера Восток, а также свидетельства неполного перемешивания вод, поступающих из различных источников, с резидентной водой озера. Критический обзор результатов исследований льда озера Восток показывает, что только проникновение в озеро с отбором проб подледниковой воды позволит получить ответы на ключевые вопросы, касающиеся гидрологического, газового, изотопного и биологического режимов этого уникального водоема. Благодаря работам, проведенным в период МПГ, были созданы условия для нормального продолжения бурения скважины 5Г-2 с отбором ледяного керна, что дает возможность обоснованно планировать дальнейшие этапы подготовки и осуществления первого проникновения в подледниковое озеро Восток.

Работы выполнялись в рамках Проекта 2 подпрограммы «Антарктика» ФЦП «Мировой океан».

**Подлёдный рельеф, рельеф дна и толщина водного слоя подледникового озера  
Восток (Восточная Антарктида)**

*Масолов В.Н.<sup>1</sup>, Попов С.В.<sup>1</sup>, Попков А.М.<sup>1</sup>, Лукин В.В.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Полярная морская геологоразведочная экспедиция*

*<sup>2</sup>Российская антарктическая экспедиция*

Авторский коллектив на протяжении почти 15 лет изучает подледниковое озеро Восток с помощью комплекса наземных геофизических методов, включающих наземное радиолокационное профилирование и сейсмические зондирования МОВ. Данная работа по изучению этого природного феномена выполняется в рамках национального проекта МПГ. Работами 53 РАЭ завершён важный этап изучения района подледникового озера Восток как географического объекта и в настоящее время осуществляется обобщение геофизических материалов. Одним из его результатов к настоящему времени стало составление окончательного варианта трёхмерной модели этого района. Последняя включает в себя ледниковый покров, подлёдную поверхность, водное тело и коренной рельеф. Их обсуждению посвящается представляемое научное исследование.

Работа выполнена в рамках и при финансовой поддержке проекта 2 подпрограммы "Антарктика" ФЦП "Мировой океан", а также Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 07-05-00401).

## **Результаты исследований гидрологического режима подледникового озера Восток по данным об изотопном составе озерного льда**

*Екайкин А.А., Липенков В.Я., Шибанов Ю.А.*

*ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Обнаружение подледникового озера Восток в Восточной Антарктиде признано одним из наиболее значительных географических открытий XX века. Уникальность этого озера связана с его большими размерами – на сегодняшний день оно остается крупнейшим известным подледниковым водоемом планеты – и продолжительным (более миллиона лет) временем изоляции от атмосферы и поверхностной биоты Земли. В настоящее время изучение озера Восток в основном ведется дистанционными геофизическими методами. Единственным на сегодняшний день источником экспериментальных данных о составе воды и гидрологическом режиме подледникового водоема является керн озерного льда (замерзшей воды озера), который был поднят из скважины 5Г-1 с глубины более 3538 м на российской внуконтинентальной станции Восток.

В работе дан краткий обзор основных результатов изотопных исследований ледяного скважины 5Г-1 в интервале глубин 3538-3650 м. Показано, что изменчивость изотопного состава льда по глубине несет в себе ценную информацию об источниках воды и степени ее перемешивания в подледниковом водоеме, а также – в сочетании с данными о газовом составе керна – о механизмах формирования озерного льда, намерзающего на нижнюю поверхность ледникового покрова за время его движения над озером. В частности, установлено, что, помимо талой ледниковой воды, заметный вклад в водный баланс озера вносят гидротермальные воды. Наличие мелкомасштабных (по сравнению со временем оборота воды в озере) колебаний изотопного состава льда говорит о неполном перемешивании вод, поступающих из различных источников, с резидентной водой озера. В докладе обсуждаются перспективы будущих исследований изотопного и гидрологического режимов подледникового озера по новому керну, который будет получен в ходе продолжения бурения скважины 5Г-2 и реализации проекта проникновения в озеро Восток, а также по пробам подледниковой воды.

Работа выполнена в рамках Проекта 2 подпрограммы «Антарктика» ФЦП «Мировой океан».

## **О гидродинамическом моделировании циркуляции подледникового озера Восток**

*Казко Г.В., Саватюгин Л.М., Сократова И.Н.*

*ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

Представлены предварительные результаты моделирования циркуляции и теплового режима подледникового озера Восток, полученные при помощи специально разработанной трехмерной гидродинамической негидростатической модели в переменных завихренность – векторный потенциал. Обсуждаются преимущества использованной модели перед гидродинамическими моделями, применявшимися для моделирования циркуляции озера другими авторами. Приводятся рассчитанная схема циркуляции и распределение температуры воды в озере, а также распределение потока тепла на его ледяном потолке. Рассматриваются расчетные оценки скорости намерзания и таяния воды на нижней поверхности накрывающего озеро ледника. Представлены результаты моделирования воздействия на циркуляцию гипотетического термального источника, возможность существования которого подтверждает обнаружение термофильных бактерий в керне, содержащем конгеляционный лед, образовавшийся из озерной воды.

Исследования выполняются в ходе работ по проекту № 2 «Комплексные исследования уникального подледникового озера Восток, включающие проникновение в озеро с отбором проб озерной воды, и гляциологические исследования Антарктики», в рамках реализации подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» Федеральной целевой программы «Мировой океан», при поддержке гранта РФФИ № 09-05-00820\_а.

## Химический состав снежного покрова по пути следования СПГ в 53-й РАЭ от ст. Прогресс до ст. Восток

*Хождер Т.В.<sup>1</sup>, Голобокова Л. П.<sup>1</sup>, Онищук Н.А.<sup>1</sup>, Артемьева О.В.<sup>1</sup>, Липенков В.Я.<sup>2</sup>,  
Шибаетов Ю. А.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup> *Лимнологический институт СО РАН*

<sup>2</sup> *ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Загрязнение снежного покрова происходит обычно в два этапа: первичное - в процессе образования снежинок в облаке и их выпадения на поверхность и вторичное – в результате поступления веществ из подстилающей поверхности. В условиях Антарктиды вторичное загрязнение снежного покрова можно исключить. Выбрасываемые в атмосферу вещества в виде газовых и аэрозольных примесей при воздушном переносе подвергаются различным превращениям, переходя в водорастворимые формы. Обводненные аэрозоли обогащаются содержащимися в атмосфере парами кислот или кислотообразующими газами (SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>). Дальность распространения и уровни загрязнения атмосферы зависят от мощности источника, условий выбросов и метеорологической обстановки. Поступление загрязняющих веществ на поверхность Антарктиды, можно проследить по содержанию в талой снеговой воде таких компонентов как ионы NO<sub>3</sub><sup>-</sup> и SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>.

В феврале 2008 г. в период проведения в 53-й РАЭ первого санно-гусеничного похода (СПГ) по трассе ст. Прогресс - ст. Восток был произведен отбор проб снега. Снег отбирался в полипропиленовые контейнеры по пути следования СПГ в точках на расстоянии 55,3, 253, 337, 369, 403, 441, 480, 519, 560, 618, 819, 911 и 1276 км от ст. Прогресс с дискретностью 10 см до глубины 1-1,5 м. Образцы снега транспортировались на НЭС «Академик Федоров» до Санкт-Петербурга. В Лимнологический институт (г. Иркутск), где проводился химический анализ, образцы доставлены самолетом в изотермических ящиках с сухим льдом. В лабораторных условиях, при соблюдении условий чистой комнаты, снег расплавлялся в контейнерах, в которые был отобран. В талой воде измерялась величина рН, затем вода фильтровалась через ацетат-целлюлозные фильтры с диаметром пор 0,2 мкм и в фильтрате проводили определение растворенных химических компонентов. Методом ВЭЖХ определены анионы Cl<sup>-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, масс-спектрометрией с индуктивно связанной плазмой – катионы Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>.

Как показали результаты исследования, динамика величины рН схожа во всей исследуемой толще снежного покрова. На пути следования от ст. Прогресс величина рН талой снеговой воды изменялась в основном в пределах 4,60-5,20. Наиболее низкие ее значения отмечены на расстоянии 337 км от ст. Прогресс (4.29 на глубине 60 см), наиболее высокие (5.46-5.54) на глубинах 50 и 60 см на расстоянии 55,3 км от ст. Прогресс. Размах колебаний концентраций нитратов (0.07 до 0.13 мг/л) менее выражен в снеговой воде на маршруте от 480 до 1276 км от ст. Прогресс, а наиболее высокие концентрации этого компонента определены на маршруте 369 и 441 км (0.37-0.52 мг/л). Схожая картина наблюдается и по содержанию сульфат-ионов в образцах снеговой воды. В основном рост концентраций нитратов и сульфатов в снежном покрове чаще отмечается на глубинах 50-100 см.

Полученные концентрации исследуемых компонентов в талой воде снежного покрова Антарктиды низкие и составляют в среднем для нитратов 0.1 мг/л, для сульфатов 0.2 мг/л, что соответствует глобальным фоновым значениям. Анализ результатов химических исследований будет продолжен. Авторы выражают благодарность Э.Ю. Осипову, Чебыкину А.П. (ЛИН СО РАН), за организацию доставки проб в г. Иркутск и помощь при анализе образцов снега. Работа выполнена при поддержке программы ОНЗ-13. Эволюция криосферы в условиях меняющегося климата проект 7. «Комплексное высокоразрешающее исследование ледяных и снежно-фирновых кернов позднего голоцена в районе станции Восток (Антарктида)».



**Проект ABRIS: мощность ледникового покрова и подледный рельеф центральной части Восточной Антарктиды и прилегающего района жёлоба Ламберта**

*Попов С.В.<sup>1</sup>, Лейченко Г.Л.<sup>2</sup>, Котляков В.М.<sup>3</sup>, Москалевский М.Ю.<sup>3</sup>, Масолов В.Н.<sup>1</sup>*

*<sup>1</sup>Полярная морская геологоразведочная экспедиция*

*<sup>2</sup>ВНИИОкеангеология,*

*<sup>3</sup>Институт географии РАН*

В 2006 г. был сформирован проект, получивший название ABRIS. Он посвящён изучению ледникового покрова и подлёдного рельефа Антарктиды и непосредственно связан с целями и задачами Международного Полярного Года. Ранее были составлены карты мощности ледника и коренного рельефа центральной части Восточной Антарктиды. В рамках настоящего научного исследования указанные построения существенно дополнены новыми материалами по району жёлоба Ламберта (Восточная Антарктида). Они включают в себя комплект данных из базы BEDMAP по указанному району (геофизические съёмки до 1995 г. включительно), новые по международному проекту PCMEGA и отечественные аэрогеофизические съёмки масштаба 1: 500 000 до 2009 г. включительно. Кроме того, обновлён указанный комплект карт в районе подледникового озера Восток с учётом всех имеющихся отечественных данных, а также материалов американских исследователей, выполнивших аэрогеофизическую съёмку в 2000 г.

В настоящей работе обсуждаются методические аспекты составления сводных карт, их точностные характеристики и предварительные результаты геоморфологического анализа коренного рельефа.

Работа выполнялась при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (гранты РФФИ № 07-05-00401 и 08-05-00125), подпрограммы "Изучение и исследование Антарктики" ФЦП "Мировой океан" (проекты 2 и 3) и Программы Президиума РАН 16 ч. 2 (проект 3.3).

## **Изменения баланса массы Антарктического ледникового покрова за 50 лет**

*В. М. Котляков, Л.Н. Васильев, А. Б. Качалин, М. Ю. Москалевский, А. С. Тюфлин  
Институт географии РАН*

Антарктический ледниковый покров, содержащий около 80% пресной воды нашей планеты, оказывает большое влияние на глобальный климат и изменение уровня Мирового океана. Результаты, полученные в период подготовки и проведения Международного полярного года (МПГ), позволили оценить изменения баланса массы Антарктического ледникового покрова за последние 50 лет.

На основе данных современных определений высот поверхности, в частности с помощью лазерной альтиметрии, уточнены границы основных ледосборных бассейнов Антарктиды, впервые выделенных на основе внутриконтинентальных исследований 1960–70-х годов.

Собраны и систематизированы данные по снегонакоплению в Антарктиде, скоростям и толщинам льда в районе линии налегания основных каналов стока льда, полученные за последние 50 лет, начиная с Международного геофизического года (МГГ). Сопоставление данных по аккумуляции за 1960–70-годы и последнее десятилетие, включая данные Глобального климатического проекта, и результатов моделирования позволило оценить изменения снегонакопления в пределах основных ледосборных бассейнов Антарктиды за 50 лет.

Оценки стока материкового льда через выводные ледники и ледниковые потоки Антарктического ледникового покрова, полученные в середине XX в. по данным наземных измерений толщин и скоростей льда в районе линии налегания, сопоставлены с результатами современных дистанционных измерений скоростей на основе анализа космических изображений высокой точности в оптическом диапазоне и интерферометрических составляющих радарных изображений и толщин в районе линии налегания по данным аэрорадиозондирования. На этой основе оценены изменения стока льда за последние 50 лет.

По данным об аккумуляции и стоке материкового льда оценены изменения баланса массы Антарктического ледникового покрова в пределах изученной территории. Установлено, что положительный баланс массы (с учетом погрешностей измерений) практически не изменился за 50 лет и демонстрирует стабильность на фоне меняющегося климата.

Работа выполнена при поддержке программы Президиума РАН П-16, ч.2, проект 3.3, подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики», ФЦП «Мировой океан» проект 2 и РФФИ №08-05-00125.

## **Динамические изменения поверхности Антарктиды**

*Котляков В. М., Москалевский М. Ю., Васильев Л.Н., Качалин А. Б., Тюфлин А. С.  
Институт географии РАН*

Запуск космической системы ICESat в январе 2003 года с лазерным альтиметром GLAS (Geoscience Laser Altimeter System) предоставил беспрецедентную возможность оценить величины изменений поверхности Антарктиды. Измерения высот выполняются по 1354 орбитам вдоль треков на поверхности с 91-дневным повторяющимся циклом с пространственным интервалом 175 м в пятне (элементе разрешения) 50 м с покрытием между 86° с. ш. и 86° ю. ш. Во время функционирования ICESat получено 12 повторных измерений вдоль отдельных треков в период 2004 – 2008 годов с 24000 элементами разрешения в каждом их них.

Рассматривается методика обработки и анализа 12-ти серийных измерений высот поверхности вдоль треков. В результате оценки поведения поверхности Антарктиды и величин ее временных флуктуаций можно предположить, что континент находится в состоянии динамического равновесия. Изменения высот поверхности сопоставляются с накоплением суточных атмосферных осадков в одноградусной сетке по измерениям, полученным в Global Precipitation Climatology Project (GPCP).

Комплексирование всех космических измерений, определяющих геофизические переменные: высоты (GLAS), атмосферные осадки (GPCP), изменение распределения ледовой массы (GRACE) и многозональные изображения открывает новые возможности по оценке величины стока Антарктического ледникового покрова.

Достижения, полученные в миссии ICESat, вдохновили научное сообщество рекомендовать запуск ICESat-II на 2010-2013 годы.

## Каталог ледников СССР от МГГ до МПГ

*Хромова Т.Е., Чернова Л.П.  
Институт Географии РАН*

Одним из важных результатов Международного геофизического года (1957-1959) и последовавшей за ним Международной гидрологической декады 1965-1974 гг. стало издание Каталога ледников СССР. В 1965-1982 гг. было выпущено 69 книг Каталога [Виноградов, 1984], состоящего из 108 Частей, объединенных в 27 Выпусков 11-ти Томов. Части объединяются в Выпуски и Тома по гидрологическому принципу, поскольку Каталог создавался как составная часть более крупного издания «Ресурсы поверхностных вод СССР»,

Каталог отражает состояние оледенения СССР в 1940-1960-х годах. В нем содержатся сведения о 28702 ледниках общей площадью 78240,65 кв.км, которые можно объединить в 23 ледниковые системы. 6 из них – 71,7% площади оледенения – расположены на островах Северного Ледовитого Океана. Это ледниковые системы ЗФИ и о. Виктория, Северной Земли, Новой Земли, островов Де-Лонга, Ушакова и Врангеля. В континентальных горных районах располагается 18 ледниковых систем. Из них 9 крупных, размером в сотни и тысячи кв.км: ледниковые системы Кавказа, Памиро-Алая, Тянь-Шаня, Джунгарии, Алтая, Камчатки, Корякского нагорья, хребтов Черского и Сунтар-Хаята. На них приходится 27,9% площади оледенения. Менее 0,5% падает на 8 ледниковых систем размером от десятых до десятков квадратных километров каждая: ледниковые системы Хибин, Урала, гор Бырранга, Путорана, Орулган, Кодар, Восточный Саян, Кузнецкий Алатау. В 90-е годы Каталог был переведен в цифровой формат. Тогда же в Каталог были добавлены координаты ледников.

В рамках МПГ проводились работы по дешифрированию космических снимков и создания векторных карт современных контуров ледников, что позволило начать исследования по оценке изменения размеров ледников в основных ледниковых системах Севера Евразии.

В докладе прослеживаются связи средних размеров ледников с географической широтой, принадлежностью к Атлантической и Тихоокеанской гляциологическим провинциям и средней для ледниковой системы аккумуляцией-абляцией на высоте границы питания.

Рассматриваются также результаты обнаружения новых ледников уже после выхода Каталога и делается вывод о незначительности увеличения площади оледенения за счет новых находок. Рассматривается точность определения площади ледников в Каталоге и делается вывод о возможности сопоставления его данных с результатами космической съемки 1990-х – 2000-х годов.

## Результаты работы по проекту МПГ: реакция ледниковых систем Субарктики на изменения климата

*Ананичева М.Д., Кренке А.Н.  
Институт географии РАН*

В докладываемых ранее работах мы предложили методику оценки реакции ледниковых систем на возможные изменения климата, основанную на прогнозе высоты границы питания (ВГП) по климатическим данным. При этом были использованы следующие допущения: 1) возможность построения полей ВГП и балансовых характеристик на ней методом интерполяции между группами со сходным морфологическим составом в пределах ледниковой системы; 2) представление о приспособлении ледниковой системы к другому климату, осредненному за рассматриваемый период (использование связи ВГП и высот начала и концов ледников).

Результатами работ являются оценки состояния ледниковых систем СВ Сибири, Камчатки, гор Бырранга и Корякского нагорья для базового периода и временного интервала в будущем – 2049-2060.

Были применены две гипотезы будущих изменений распределения льда по высоте при сокращении площади ледников – линейная и нелинейная, последняя получена для разных морфологических типов (долинный и каровый) по натурным данным. Для 17 ледниковых систем СВ Сибири и Камчатки при линейной гипотезе и использования ЕСНАМ4 в качестве сценария климатических изменений были получены следующие оценки:

площадь оледенения уменьшится от 30- 50% (Ключевская группа вулканов, Шивелуч и Толбачек) до полного исчезновения и половины оледенения. При сценарном потеплении, по нашим расчетам, ледники не будут покрывать южные системы СВ Сибири – Южный очаг оледенения Орулгана и Сунтар-Хаята, на Камчатке они исчезнут с невысоких хребтов.

К 2070 г. при нелинейном распределении льда, высотный диапазон сократится примерно на 40% в хребте Черского и Сунтар-Хаята и в 2-3 раза в районах Камчатки. Площадь оледенения уменьшится вдвое в Черском, в 5 раз – в горах Сунтар-Хаята, на Ичинском и Кроноцком вулканах – в 80 раз. Оледенение Кроноцкого хребта будет на пороге исчезновения.

Реакция ледниковых систем (две) гор Бырранга изучалась с помощью модели ЕСНАМ5, в результате оказалось, что обе ледниковые при их окончательном приспособлении к новому климату полностью системы исчезнут. Этот вывод находится в соответствии с имеющимися натурными данными о том, что наиболее крупные ледники уже лишены областей питания.

Проверка направленности и амплитуды тренда прогноза выполнялась на основе отдельной работы – оценки современного состояния ледниковых систем по космическим снимкам Ландсат и сравнению с данными из Каталога ледников СССР.

Кроме того, авторами в связи с работами по МПГ начата работа по выявлению зависимости между изменениями площади морского льда в различных секторах Южного океана и снегонакопления на Антарктических станциях. По уже проведенным исследованиям намечается обратная зависимость для прибрежных станций и прямая – для внутриконтинентальных.

## Современные исследования Института географии РАН и Университета г. Рединг (Великобритания) на ледниках Полярного Урала

*Носенко Г.А.<sup>1</sup>, Муравьев А.Я.<sup>1</sup>, Иванов М.Н.<sup>1</sup>, Шахгеданова М.В.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт географии РАН*

<sup>2</sup>*Университет г. Рединг, Великобритания*

Обсуждаются результаты исследований последних лет на ледниках Полярного Урала и дается характеристика их современного состояния. Исследования выполнялись в рамках проектов РФФИ, National Geographic и Программы МПГ 2007. Для количественных оценок сокращения размеров ледников используются данные, полученные во время полевых работ Института географии РАН в 2005-2009 г. на ледниках Обручева, Чернова, ИГАН, МГУ и Долгушина, а также результаты обработки материалов современных космических съемок по проекту GLIMS.

Анализируется опыт применения современных средств и методов проведения наземных наблюдений с помощью автоматических метеостанций и дифференциальной GPS съемки в условиях Полярного Урала для получения данных, необходимых для выполнения балансовых оценок. С этой целью в 2008 г. на леднике ИГАН на период максимального таяния была установлена автоматическая метеостанция. После проведения цикла наблюдений станция была перенесена на плоскую вершину над ледником ИГАН, где продолжала метеонаблюдения в зимний период 2008-2009г. В 2008 году выполнена DGPS-съемка на ледниках ИГАН и Обручева. Результаты позволили продолжить ряд фотограмметрических наблюдений за балансом массы этих ледников начатый в 1963 г. и дать количественную оценку сокращения их объема. Полученные величины хорошо согласуются с реконструкцией баланса массы этих ледников, выполненной расчетными методами. В качестве дополнительной информации об условиях питания ледников данного региона предпринята попытка использования данных о водном эквиваленте снежного покрова, получаемых по материалам микроволновых съемок из космоса за период с 2004 по 2008г. Валидация этих данных проведена по данным метеостанций и с помощью наземных снегомерных съемок.

Впервые после 1981 года проведены наблюдения и съемка на ледниках МГУ и Долгушина. Сравнение современного положения границ этих ледников с данными АФС 1953 года свидетельствует о значительном сокращении их площади, достигающем 52% для ледника МГУ. Анализ состояния других ледников Полярного Урала подтверждает общую тенденцию их сокращения, сохраняющуюся в настоящее время в данном регионе.

## Эволюция ледников Полярного Урала от МГГ 1957-1959 гг. до МПГ 2007-2009 гг.

*Иванов М.Н.*

*Институт географии РАН, г.Москва, Россия*

Полярный Урал является единственным в Российской субарктике районом продолжительного мониторинга наземного горного оледенения и в целом природной среды, и важным объектом наблюдений за эволюцией оледенения Северной полярной области. Среди субарктических горных систем, здесь получено наибольшее количество данных об оледенении. Однако до последнего времени информация собранная после 1964 г. и не вошедшая в монографию (Оледенение Урала, 1966) оставалась не систематизированной и, как отмечалось ранее (Иванов, 2009), требовалась ревизия собранных данных и обобщение. Такая работа выполнена автором, что позволило дополнить и детализировать представления об эволюции оледенения Полярного Урала за полувековой период. К 2009 г. основными источниками данных о размерах ледников Полярного Урала являются аэрофотоснимки 1947, 53, 57, 58, 60, 68, 73, 89 гг. с наличием до 5-6 повторных изображений некоторых ледников, топопланы, составленные по результатам наземных стереофотограмметрических съемок 1:5000 для ледников ИГАН, Обручева, МГУ, по съемке 1963 г. и более мелкомасштабные для упомянутых и еще 7 ледников в период 1958-1981 гг., фотографии, начиная со снимков Л.Д. Долгушина 1953 г. и Л.С. Троицкого 1958 г., отражающие положение ледников на несколько временных срезов. С 2000 г. доступны снимки из космоса и возросли возможности и точность дистанционных исследований ледников. Сбор и анализ опубликованных данных о колебаниях ледников позволили выстроить их в один ряд и показали, что различные авторы, изучавшие размеры и баланс массы ледников не всегда опирались, и иногда, не учитывали исследования предшественников. Осложнением в работе по изучению эволюции оледенения являлось отсутствие унифицированной методики изучения колебаний малых ледников. Это привело к тому, что размеры и балансовые характеристики некоторых ледников на отдельные годы занижены или наоборот завышены. При обработке аэрофотоснимков 1958-1960 гг., установлено совместно с автором каталога ледников Урала (1966) Л.С. Троицким, что опубликованные в каталоге размеры некоторых ледников иногда завышены на 1-10% в силу несовершенства методик 50 лет назад. Проведено ортотрансформирование аэрофотоснимков опорных ледников и уточнение размеров на 1958-1960 гг в сторону уменьшения. Дешифрирование ранее не обработанных аэрофотоснимков 1989 г. показало, что ледники в период 1981-1989 гг. сокращались незначительно. Продолжена работа по определению размеров ледников на 2000 г. по космическим снимкам ASTER и Landsat, о которой сообщалось ранее (Глазовский и др., 2005, Носенко и др., 2006) - измерены площади/длины ледников на 2000 г. (в км<sup>2</sup>/км): ИГАН Сев. – 0,558/1,06; Карский Южн. – 0,41/0,8; Б.Усинский 0,6/0,45; Авсюка – 0,16/0,7; Шумского 0,15/0,45; Берга 0,4/0,6. По космическому снимку высокого разрешения Cartosat IRS-P5 измерены площади/длины ледников на 2008 г. (в км<sup>2</sup>/км): МГУ – 0,386/1,25; Анучина 0,1/0,6; Авсюка – 0,16/0,7; Шумского 0,15/0,45; Берга 0,38/0,6. и др. Ледники полярного Урала постепенно сокращаются на протяжении последних 50 лет и к настоящему времени значительно деградировали. Большинство ледников Полярного Урала с 1957 по 1964 гг. сокращались, с 1965 по 1989 гг. находились почти в стационарном состоянии, а с 1990 по 2008 гг. произошло новое интенсивное отступление фронтов, понижение высоты поверхности ледников и дегляциация. Ледники отступают с разной скоростью, некоторые распались (Карский, Медвежий) или исчезли (№№ 40, 41, 42, 46, 48, 87, 88) каровые ледники сократились по площади на 50 % (Обручева, Чернова), а присклоновые ледники (Анучина, Олений) остались практически без изменений, что свидетельствует о разнонаправленности эволюции ледников различных морфологических типов, расположенных на разных высотах в современных климатических условиях.

## Вода в ледниках

*Глазовский А.Ф., Мачерет Ю.Я.  
Институт географии РАН*

Вода в толще и у ложа ледников существенно влияет на их режим и динамику и во многом определяет пространственно-временные изменения скорости течения льда и скольжения по подстилающему ложу и реакцию ледников на климатические события.

Современные полевые и дистанционные методы и методы численного моделирования открывают новые возможности в решении группы задач, связанных с водой в ледниках.

В докладе рассмотрены современные подходы к решению этих задач применительно к ледникам разных типов: быстро движущиеся выводные ледники и ледяные потоки, теплые, холодные, политермические и пульсирующие ледники и приводятся результаты радиолокационных и радиофизических исследований на Шпицбергене (ледники Ханс, Фритьоф, Альдегонда, Тавле, ледниковое плато Амундсена) и на острове Ливингстон, Южные Шетландские острова, Антарктида (ледники Джонсонс, Хард, Хурон, ледниковое плато Боулес), которые были получены в 2003-2007 гг. в рамках программы МПГ с участием Института географии РАН. Также рассмотрены планы дальнейших исследований по проблеме воды в ледниках, относящихся к соответствующим разделам ФЦП и программам Президиума РАН и ОНЗ РАН.



## Влияние ледникового стока на изменение уровня Мирового Океана

*Коновалов В.Г.  
Институт географии РАН*

В работах [Fountain et al 2009; Braithwaite, 2009; Zemp et al, 2009], вследствие субъективных и объективных причин, установлена непригодность измерений годового баланса массы на «репрезентативных ледниках» для глобальной оценки вклада ледникового стока в изменение уровня океана.

В связи с этим автором разработан новый метод для решения этой проблемы и приведены результаты его применения на примере замкнутых (бессточных) речных бассейнов в верховье Амударьи. Предлагаемый метод включает решения следующих задач.

А. Идентификация влияющих на уровень океана компонентов годового водного баланса речных бассейнов.

В. Генерализация совокупностей ледников, дискретно расположенных в речных бассейнах, на характерные группы объектов, имеющие единый набор площадных и высотно-морфологических параметров.

С. Моделирование и расчет ледниковой составляющей в стоке рек на основе уравнения водного баланса водосбора и независимая оценка качества результатов.

Д. Использование необходимого и достаточного набора исходной метеорологической, гидрологической и гляциологической информации для расчета составляющих уравнения водного баланса.

По результатам моделирования и расчета компонентов гидрологического цикла (осадки, испарение, сток), на основе уравнения водного баланса показано, что в бессточных бассейнах рек Азии потенциальным фактором влияния ледников на изменение уровня мирового океана может быть только сезонный объем испарения с поверхности тающего льда и старого фирна. Объемы испарения за июнь-сентябрь в течение 1935-1994 были определены на ледниках, расположенных в бассейнах рек Вахш и Пяндж (верховья Амударьи). Установлено следующее: а) В целом за 1935-1994 объем испарения на площади 5507 км<sup>2</sup> составил 2,35% от ледникового стока равного 23,964 км<sup>3</sup>, б) в среднем за 1965-1994 объем испарения относительно стока ледников увеличился в два раза, по сравнению с предыдущим тридцатилетием, несмотря на сокращение площади таяния льда и старого фирна на 18,5% за 1965-1994; в) Из-за сокращения площади ледников в течение 1935-1994, их сток в среднем за 1965-1994 уменьшился на 25,3%, по сравнению с предыдущим тридцатилетием. Несмотря на значительные изменения в гидрологическом режиме оледенения, общий сезонный сток рек Вахш и Пяндж в среднем за 1935-1964 и 1965-1994 годы оставался практически постоянным. Представленные оценки показывают, что влияние ледникового стока в замкнутых бассейнах рек на уровень океана гораздо меньше, чем описано ранее в 4 Докладе МГЭИК.

Работа выполнена при поддержке РФФИ грант 08-05-00661.

## **Межгодовые вариации периодичности и интенсивности снегопадов на территории России.**

*Голубев В.Н., Фролов Д.М.*

*Московский Государственный университет им. М.В.Ломоносова*

Снегопады – наиболее характерное метеорологическое явление зимнего сезона на территории России, ведущее к формированию снежного покрова и оказывающее сильное воздействие на функционирование ландшафтов, на условия жизни и производственную деятельность человека.

Разработан алгоритм обработки срочных наблюдений на сетевых метеостанциях России для выявления этого метеорологического явления. Охарактеризованы региональные особенности и межгодовые вариаций периодов выпадения твердых осадков на территории России в текущем столетии. Предложено подразделение их по интенсивности и частоте проявления. Аналитическая обработка полученной базы данных позволила выделить основные региональные типы распределения снегопадов по интенсивности. Создан картографический материал для территории России, выявлены межгодовые вариации интенсивности и частоты снегопадов и зависимости этих показателей от периодических (межгодовых) изменений климатических условий и атмосферной циркуляции.

Результаты такой обработки метеорологической информации представляют необходимую информацию для оценки вероятности проявления в регионах сильных снегопадов, способных привести к неблагоприятным последствиям и нарушениям функционирования транспорта, коммунальных служб и других отраслей народного хозяйства. Установленные соотношения между режимом снегонакопления и межгодовыми вариациями климатических условий можно рассматривать как прообраз возможного отклика этого метеорологического явления на длительные изменения климатических условий. Материалы базы данных могут быть использованы для построения региональных стратиграфических разрезов снежного покрова, необходимых для оценки его водозапаса по данным дистанционной микроволновой съёмки, а также при оценке его несущей способности и проходимости для транспортных средств, для прогноза промерзания грунтов и талого стока.

Полученные результаты могут быть использованы в работе Федеральной службы России по метеорологии и мониторингу окружающей среды, МЧС, региональных ведомств по сельскому хозяйству и муниципальных подразделений коммунального хозяйства.

## **Прогноз влияния изменения климата на вечную мерзлоту и оценка социально-экономических последствий на основе вероятностного моделирования**

*О.А. Анисимов,  
Государственный гидрологический институт*

Таяние вечной мерзлоты является одним из наиболее опасных для России последствий изменений климата. Многолетнемерзлые породы распространены более чем на 60% территории страны. В этой области добываются около 93% российского природного газа и 75% нефти, что в стоимостном исчислении дает до 70% годового экспорта. Социально-экономическое значение изменений вечной мерзлоты велико также и потому, что на крайнем севере России имеется развитая инфраструктурная сеть, крупные города и поселки. Дестабилизация фундаментов может привести к серьезным повреждениям зданий, трубопроводов, транспортных объектов. Существует опасность возникновения экологических катастроф при разрывах трубопроводов и человеческих жертв при разрушении жилых и производственных сооружений. Помимо этого возможны значительные ландшафтные изменения, обусловленные развитием термокарста, просадочных форм рельефа, заболачиванием и гибелью лесных массивов.

В рамках ряда проектов МПГ, РФФИ, Росгидромета и РАН были созданы методы и модели для прогноза изменений вечной мерзлоты и оценки их возможных последствий. Некоторые из них были представлены на предшествующих совещаниях, здесь же рассматриваются результаты, полученные при помощи нового поколения моделей, основанных на вероятностно-статистическом моделировании, которые учитывают ряд меняющихся факторов, в том числе и неклиматических, таких как растительность.

Основным отличием вероятностно-статистического подхода является то, что он учитывает вариации влияющих на вечную мерзлоту параметров и позволяет рассчитывать показатели, характеризующие ее естественную изменчивость в пространстве, такие как плотность вероятности мощности сезонно-талого слоя и температуры грунта. Это в наибольшей степени отвечает требованиям, предъявляемым современной инженерной геокриологией. Инженерные расчеты основаны на вероятностных оценках заданной обеспеченности. Например, важно знать, какова вероятность того, что температура многолетнемерзлых пород под фундаментом сооружения поднимется выше критической отметки, за которой он утратит устойчивость. Информацию об этом можно получить только при помощи вероятностно-статистического моделирования.

Были проведены модельные расчеты параметров состояния вечной мерзлоты по нескольким климатическим сценариям для середины 21 века и построены вероятностные карты мощности СТС и температуры грунта. Они принципиально отличаются от традиционных тем, что вместо «средней» для данной точки глубины оттаивания на них показана вероятность того, что она находится в заданном интервале глубин. Вероятность этого события рассчитывается на основе частотного анализа выборки, полученной в расчетах по модели, при этом границы и число классов можно устанавливать произвольно. Например, можно задать границы интервалов равными значениям глубины оттаивания, которые использовались при расчете фундамента того или иного конкретного сооружения. При этом карта будет показывать вероятности того, что значение глубины оттаивания находится в диапазоне, заложенном в конструкцию фундамента, или же превышает его. Аналогичные карты могут быть построены и для температуры многолетнемерзлых грунтов, которая наряду с глубиной оттаивания используется в инженерных расчетах.

Данная работа поддерживается грантом Лаборатории им. Отто Шмидта, грант OSL-09-04.

## **Изменение температуры и мощности сезонно-талого слоя грунтов севера Западной Сибири в условиях меняющегося климата**

*Москаленко Н.Г., Орехов П.Т., Пономарева О.Е., Бердников Н.М.  
Институт криосферы Земли СО РАН*

Приводятся результаты 40-летних измерений температуры и мощности сезонно-талого слоя (СТС) грунтов в разных ландшафтных условиях Надымского района Западной Сибири. Обобщенные мониторинговые данные наблюдений сопоставлены с информацией по температуре воздуха и осадкам, полученным на Надымской метеостанции.

Анализ собранных материалов показал, что с 70-х годов XX века отмечено повышение температуры воздуха: за 1970-2008 годы тренд среднегодовой температуры воздуха составил  $0.04^{\circ}\text{C}$  в год, а суммы летних температур достиг  $0.3^{\circ}\text{C}$ .

С повышением температуры воздуха связано устойчивое увеличение мощности СТС во всех природных комплексах. Минимальное изменение мощности СТС отмечено в торфяниках. За период наблюдений мощность СТС повысилась от 50 до 65 см (на 30%). Максимальное увеличение мощности СТС наблюдается на минеральных буграх пучения, сложенных с поверхности песками, подстилаемыми сильно-льдистыми суглинками. Мощность СТС на таких буграх увеличилась с 110 до 200 см (на 80%).

Проведенные замеры температуры пород в скважинах показали, что температура пород во всех природных комплексах также повысилась. Максимальное повышение температуры пород на  $1,3^{\circ}\text{C}$  отмечено на крупнобугристых торфяниках. На этих торфяниках температура пород на глубине 10 м (подошве слоя с годовыми колебаниями температур) за период исследований повысилась с  $-1,8^{\circ}\text{C}$  до  $-0,5^{\circ}\text{C}$ . На плоскобугристых торфяниках температура пород повысилась меньше - с  $-1^{\circ}\text{C}$  до  $-0,2^{\circ}\text{C}$ . Минимальное повышение температуры пород наблюдается на минеральных буграх пучения. Здесь повышение температуры пород не превышало  $0,4^{\circ}$ . Температура пород на бугре пучения на глубине 10 м повысилась с  $-0,5$  до  $-0,1^{\circ}\text{C}$ .

Повышение температуры воздуха и пород и увеличение мощности СТС сопровождалось появлением на торфяниках единичных экземпляров деревьев (березы извилистой, кедра и сосны), ранее не характерных для этих природных комплексов. Наблюдения на постоянных закрепленных на местности площадках показали, что за исследованный период увеличилась высота и встречаемость кустарников (багульника и карликовой березки) и покрытие ими поверхности почвы. Встречаемость у багульника имеет ясно выраженный, статистически значимый тренд ( $R^2=0.8$ ) к увеличению, обусловленный повышением температуры воздуха. За период наблюдений встречаемость у багульника увеличилась с 64% до 94%. Напротив, у кладонии встречаемость в связи с увеличением количества летних осадков имеет слабо выраженный отрицательный тренд, ее встречаемость в последние годы уменьшилась с 86% до 66%.

Работа выполнена при поддержке проекта TSP (Thermal State of Permafrost, National Science Foundation, NSF (ARC-0632400, ARC-0520578), и проекта CALM (Circumpolar Active Layer Monitoring, грант NSF OPP-9732051 и OPP-0225603), при поддержке грантов РФФИ №09-05-01068-а, Губернской Академии и губернатора Тюменской области.

## Складчатые деформации голоцен-четвертичных отложений: связь с жилами и лакколитами льда в Западной Сибири

*Слагода Е.А., Опокина О.Л.  
Институт криосферы Земли СО РАН*

Противоречивые представления исследователей о генезисе деформаций мерзлых отложений Западной Сибири часто основаны на недостаточной изученности морфологии ледяных тел и их взаимоотношений с вмещающими породами. Работы в рамках МПГ 2008 г. в районе полярной станции Марре-Сале Западного Ямала, на мысе Лескино п-ва Гыдан, в районе пос. Диксон позволили изучить складчатые деформации вблизи разных типов криогенных образований.

Как было установлено исследователями геокриологами складчатые деформации вблизи повторно-жильных льдов и псевдоморфоз по жилам полигональных систем обусловлены изгибанием мерзлых отложений в результате давления со стороны расширяющихся жил. Разнообразие складчатых деформаций вблизи жил связано как с микрорельефом поверхности, определяющей негоризонтальное залегание слойков, так и с разным воздействием давления на отложения. В районе Марре-Сале, в верхней части разреза озерно-лайдовые супеси и алевритовые пески включают ледяные жилы клиновидной формы, которые выклиниваются на глубине 3–3,5 м. Отложения с корешкам трав, с массивными, линзовидно-сетчатыми криотекстурами характеризуются горизонтальной слоистостью. Жильный лед белый, прозрачный, с вертикально-ориентированными пузырьками воздуха, включениями органики. Боковые контакты жил резкие, иногда с каймой прозрачного темного льда до 5 см. На поверхности над жилами прослежены плоские канавки шириной 1,5-2 м, обрамляющие полигоны диаметром 15 м. Деформации связанные с внедрением жил малоамплитудные, слои отложений плавно изогнуты вверх на 5-10 см, или горизонтальны.

В разрезах п. Диксон, на контактах с жильными льдами, прибрежно-морские, флювиальные отложения сверху круто изогнуты с образованием синклинальных складок. Ледяные жилы мелких генераций имеют наклонное залегание, что связано с изгибанием мерзлых отложений голоцена.

Деформации озерных мелководных отложений в верхней части отложений в разрезе Лескино, связанные с внедрением ледяных жил, образуют лежащие складки размером по вертикали более 1,5 м, шириной более 5 м. Складки сохранились и были трансформированы после вытаявания льда, просадки отложений на месте и образования псевдоморфоз с гумусированными отложениями (6430±50, 1905±55 лет СОАН-7594, 7593).

В районе Марре-Сале изучены разные по морфологии штоки, лакколиты и многослойные тела сложной формы. Сверху штоки, как и ледяные жилы, размыты и перекрыты золовыми, склоновыми песчаными отложениями с линзами торфа (6475±100 лет СОАН-7596). В береговых уступах они вскрываются в виде фрагментов сложной формы или целых штоков, лакколитов. В плане ледяные тела имеют концентрическое строение, связанное с чередованием прослоев льда и грунта (0,1-0,3 м). Во льду, согласно залеганию, прослеживается вертикальная, горизонтальная, наклонная и косая мелковолнистая слоистость, образованная чередованием чистого прозрачного льда и примесями песков, глин. Для них всех характерно внедрение снизу вверх, разрыв, изгибание и запрокинутое залегание слоев вмещающих мерзлых озерно-лагунных отложений, с образованием синклинальных складок. Нижние части льда размыты или вытаяли, сохранились смятые в складки морские глины с прослоями песков залегающие вертикально и с разрывами отложения. Деформации морских глин, вызванные внедрением ледяных тел, относят к антиклинальным гребневидным и синклинальным сундучным

складкам, смятия слоистых озерно-лагунных отложений - к лежащим и запрокинутым складкам.

Складчатость изученных голоцен-четвертичных отложений связана с разными типами криогенных образований: повторно-жильными и повторно-инъекционными льдами, образованными при промерзании озерно-лагунных отложений и замкнутых таликов под ними.

Работа выполнена в рамках фундаментальной программы ОНЗ РАН 13 «Эволюция криосферы в условиях меняющегося климата».

## Климатические изменения и возможная динамика многолетнемерзлых грунтов в ряде районов Арктики и Антарктики

*Осокин Н.И., Сосновский А.В.  
Институт географии РАН*

На основе анализа климатических изменений за весь период наблюдений и за последние годы на метеостанции Баренцбург (Шпицберген) и Беллинсгаузен (Антарктида) и экспериментальных исследований дана оценка возможной деградации многолетнемерзлых грунтов.

Линейные тренды средних суточных значений положительных ( $T_{th}$ ) и отрицательных ( $T_f$ ) температур воздуха на метеостанции Беллинсгаузен (1969-2009 гг.) показали их рост за 40 – летний период наблюдений на 0,5 и 1,2°C, соответственно.

Совсем другая картина отмечена за последние 10 лет. Так тренды  $T_f$  и средней годовой ( $T_y$ ) температуры явно отрицательны и показывают их снижение за 10 лет на 0,6 и 0,4°C, соответственно. Тренд  $T_{th}$  с 1999 по 2009 гг. сохраняет общую динамику небольшого роста на 0,14°C за 10 лет. Наименьшие с 1999 г. значения  $T_f$  (–5,4°C) и  $T_y$  (–3,3°C) отмечены в 2007 г. Зима 2008 г. оказалась самая теплая с 1989 г и за 40-летний период уступает только зиме 1989 г. Это относится также и к средней годовой температуре воздуха.

Среднее многолетнее значение суммы твердых осадков ( $Q_s$ ) с 1968 по 2008 гг. составляет 350 мм. Линейный тренд величины  $Q_s$  показывает снижение на 1,7 мм за год. Напротив, динамика  $Q_s$  за последний 10 – летний период с 1999 по 2008 гг., показывает тенденцию к их росту – на 102 мм за 10 лет.

Результаты расчетов показали, что при средних многолетних значениях температуры воздуха и толщины снежного покрова промерзание талого слоя происходит через 4 месяца от начала промерзания. Лишь при значительном потеплении, до значений средней летней температуре воздуха 2,60°C (наибольшее значение за весь период наблюдений составило 1,85°C) и сохранении средних значений других параметров будет образовываться талик и происходить деградация многолетнемерзлых пород.

Тренд величины  $T_y$  на м/с Баренцбург показывает рост за последние 25 лет на 0,12°C за год. Причем рост  $T_{th}$  составляет 0,02°C, а  $T_f$  на 0,11°C за год. За последние 10 лет тренд  $T_y$  практически не изменился, тогда как отмечен значительный рост  $T_f$  — на 5,6°C за 10 лет. На этом фоне наблюдается устойчивое снижение величины  $T_f$  за последние 4 года от –5,5 до –8,8°C. Величина  $T_{th}$  снизилась на 0,4°C за 10 лет.

Толщина снежного покрова на м/с Баренцбург с 1984 по 2009 гг. уменьшается на 0,35 см за год, тогда как за последние 10 лет — с 2000 по 2009 гг., она возрастает на 5,5 см за год. При этом последние три года максимальная толщина снежного покрова достигает 2 м. Анализ метеоданных за последние 10 лет показывает, что при росте зимних температур воздуха и максимальной толщины снежного покрова ухудшаются условия промерзания грунта в районе м/с Баренцбург.

Результаты проведенных исследований показывают, что в последние 10-летие как на метеостанции Баренцбург в арктическом регионе, так и на м/с Беллинсгаузен в Антарктиде наблюдается рост толщины снежного покрова и твердых осадков. Это, наряду с небольшим изменением средней летней температуры воздуха в этих регионах, может привести к изменению направления тренда баланса массы ледников – снижению деградации оледенения.

## **О проекте Арктического Совета «Климатические изменения в криосфере - Снег, вода, лед и вечная мерзлота в Арктике»**

*Клепиков А.В.*

*ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

Проект «Климатические изменения в криосфере - Снег, вода, лед и вечная мерзлота в Арктике» (СВИПА) является продолжением проекта по Оценке воздействий изменения климата в Арктике (АСИА), завершившегося в 2005 г. Проект СВИПА был внесен Норвегией на рассмотрение Комитета старших должностных лиц Арктического совета в апреле 2007 г.. Комитет одобрил этот проект как развитие проекта АСИА и предложил Секретариату программы арктического мониторинга и оценки (АМАП) стать органом, управляющим деятельностью по проекту СВИПА. В апреле 2008 г. проект СВИПА был одобрен Арктическим советом. Координаторами проекта, помимо АМАП, являются Международный арктический научный комитет (МАНК) и Всемирная метеорологическая организация (ВМО) через проект Климат и криосфера Всемирной программы по исследованию климата, а также Международный программный комитет МПГ 2007/08.

По проекту СВИПА за период с 2008 по 2011 год должна быть сделана новая комплексная оценка состояния криосферы Арктики и Субарктики на фоне климатических изменений, включая ледяной щит Гренландии, горные ледники и ледовые шапки, морской ледяной покров и лед пресноводных водоемов, вечную мерзлоту и снежный покров. Проект СВИПА состоит из трех подпроектов: «Морской лед в условиях меняющегося климата» (лидер – Норвегия), «Ледяной покров Гренландии в условиях меняющегося климата» (лидер - Дания) выполняется и «Климатические изменения в наземной криосфере» (лидер - Швеция).

СВИПА обобщит современные научные знания для воссоздания картины происходящих изменений и для разработки механизмов адаптации к вызовам, связанным с изменениями климата в Арктике и Субарктике. Важной частью проекта СВИПА является оценка социально-экономических последствий воздействия климатических изменений и предложение мер по адаптации к ним. Ключевым моментом для подготовки новой оценки состояния криосферы северных районов является включение данных, полученных в МПГ 2007/08.



## **Изменения динамики льдистых морских берегов Восточной Сибири в условиях меняющегося климата**

*Григорьев М.Н.*

*Институт мерзлотоведения СО РАН*

Арктические берега Восточной Сибири теряют более 10 км<sup>2</sup> площади прибрежной суши в год. Наибольшая скорость отступления свойственна льдистым берегам. Их разрушение обусловлено процессами термической денудации, абразии и эрозии, термического карста и криогенными склоновыми процессами в сочетании с другими процессами морфогенеза. Для определения средней скорости береговой эрозии и массы берегового материала, поступающего на шельф, была разработана методика, базирующаяся на детальном сегментировании побережий морей Лаптевых и Восточно-Сибирского, описании и расчете их основных морфологических, геолого-геокриологических и динамических параметров. Для обобщения полученных данных и выявления различных динамических параметров береговой зоны создана береговая база данных этих морей, включающая основные мерзлотно-геологические и геоморфологические параметры для каждого из 123 береговых сегментов. В силу высокой льдистости многолетнемерзлых пород береговой зоны морей Восточной Сибири, где протяженность берегов с ледовым комплексом составляет более трети длины побережья, процессы криоморфогенеза играют ведущую роль в их разрушении. Скорость разрушения берегов, содержащих ледовый комплекс, в 5–7 раз выше, чем участков с малольдистыми толщами.

Льдистые берега особенно активно реагируют на происходящие в настоящее время климатические изменения в арктическом регионе. В последние годы особенно заметное усиление береговых процессов отмечается на ключевых участках на побережье центральной части моря Лаптевых. Это выразилось в массовой активизации склоновых процессов, прежде всего солифлюкции на прежде стабильных, задернованных берегах. Произошло резкое усиление темпов разрушения термоабразионных берегов. Скорость их отступления превысила на нескольких мониторинговых участках среднемноголетние нормы в 1,5–2 раза. Это связывается с повышением температур воздуха в Восточно-Сибирском приморском регионе, увеличением мощности сезонно-талого слоя на береговых склонах, а также с тем, что при сокращении площади паковых льдов в Арктике наблюдается существенное усиление штормовой активности.

## **Климатические изменения и режим деятельного слоя грунта на полигоне о. Самойловского в дельте р. Лена за последние 10 лет**

*Большаинов Д.Ю.<sup>1</sup>, Шнайдер В.<sup>2</sup>, Стоф Г.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

<sup>2</sup>*Институт полярных и морских исследований Альфреда Вегенера, Потсдам, Германия*

Для оценки направленности изменения климатических параметров в течение последнего десятилетия использованы ряды метеорологических параметров, полученных на полярных метеостанциях: Тикси, Хабарово, Усть-Оленёк, и на полигоне о. Самойловского в дельте р. Лена. Последний находится в 11 км к з-ю-з от полярной станции Хабарово и основан как основной полигон российско-германского сотрудничества по проекту «Природная система моря Лаптевых»

Анализ метеоданных по станциям на южном побережье моря Лаптевых от полярной станции Усть-Оленёк до Тикси показал отсутствие значимых трендов к потеплению климата. Более того, последнее десятилетие характеризуется похолоданием летних сезонов. А температуры тёплого сезона имеют решающее значение для режима многолетнемёрзлых пород и деятельного слоя грунта.

Наблюдения за состоянием деятельного слоя грунта начаты на полигонах острова Самойловского в 2002 г, а в 2005 г. там же пробурена скважина глубиной 26,8 м, которая в 2006 г. оснащена термодатчиками для наблюдения за ходом температур многолетнемёрзлых пород на разных глубинах.

Пока недлинный ряд наблюдений за состоянием деятельного слоя грунта на полигоне показывает, что: 1 - глубина протаивания и температуры на различных горизонтах деятельного слоя не имеют непосредственной корреляции со среднегодовой и летней температурой воздуха на полигоне; 2 – температуры воздуха, температуры на глубинах и глубина протаивания в центре полигона значительно колеблются от года к году и не имеют устойчивой направленности к увеличению или уменьшению; 3 – на глубину протаивания и температуры грунта на глубинах кроме температуры воздуха, по-видимому, значительное влияние оказывают высота снежного покрова и облачность, которые пока не принимаются во внимание из за того, что всё внимание в вопросах изучения протаивания вечно-мёрзлых грунтов уделяется именно приземной температуре воздуха, которая в изучаемом районе не имеет тенденции к повышению, хотя бы в течение последних 10 лет.

## **Биоклиматические и геогенные ограничения возможностей трансформаций почв Арктики и Антарктики в результате глобальных изменений**

*Горячкин С.В.<sup>1</sup>, Гиличинский Д.А.<sup>2</sup>, Зазовская Э.П.<sup>1</sup>, Мергелов Н.С.<sup>1</sup>, Федоров-Давыдов Д.Г.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Институт географии РАН, Москва,*

<sup>2</sup>*Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пущино*

В 2009 году в рамках работы по Международному Полярному году были подведены итоги интернационального проекта RASCHER, который имел своей целью изучить, как климатические и другие глобальные изменения могут повлиять на почвенные системы полярных областей (Арктика и Субарктика) и их устойчивость, а также были продолжены работы по сравнению современных процессов, происходящих в почвах высоких широт Северного и Южного полушарий.

Выявлено, что не существует одинаковой последовательности почвенных зон в полярных областях Северного и Южного полушарий. Субполярные и полярные почвенные покровы Арктики и Антарктики неодинаковы – их разница заключается, прежде всего, в большей несомкнутости в Антарктиде. Обоснованы следующие названия почвенных зон - «Низко- и Среднеарктические тундры и Высокоарктические тундропустоши» в Арктике, а также «Субантарктические тундры, Низкоантарктические тундропустоши, Среднеантарктические семиаридные пустоши и Высокоантарктические холодные пустыни» в Антарктике.

В предварительном порядке в Антарктиде выделены следующие группы почв.

1) Органо-минеральные почвы с макропрофилями (при привносе органики из моря – «орнитогенные» и «пост-орнитогенные») – в них идет активное взаимодействие гуано с минералами почв. 2) Органо-минеральные почвы с микропрофилями в первые несколько сантиметров на мелкоземе под мхами и лишайниками; 3) Безгумусовые (ahumic soils по Тедру) профильно анизотропные почвы на мелкоземе без макрожизни – анизотропность создается абиогенными процессами: криогенным оструктурированием и выдуванием мелкозема из верхних горизонтов. 4) Эндолитные почвы, продуктом педогенеза в которых являются внутритрещинный мелкозем и новообразованные минералы – (гидр)оксиды железа, как остающиеся в трещинах, так и попадающие на поверхность камней и придающие им буроватую и красноватую окраску - по площади это самые распространенные почвы Антарктиды. Жизнь в материковой Антарктиде уходит прямо в камень. Из-за больших перепадов температур здесь даже в граните образуются многочисленные мелкие трещины, куда под прозрачные пропускающие свет минералы поселяются повсеместно обнаруживаемые автотрофы – водоросли, роль в преобразовании минералов которых поистине колоссальна. В трещинах идет растворение железистых минералов, выход двухвалентого железа из решетки и его окисление, в результате чего на породе, имеющей зеленовато-серую окраску, формируются как поверхностные, так и внутритрещинные пленки красно-бурого и красного цвета. Кроме того, внутри глыб идет травление полевых шпатов и кварца и формирование мелко-песчаного и пылеватого мелкозема. 5) Эпилитные почвы под лишайниками на камнях. 6) Эпилитные и эндолитные «почвы», сформированные на поверхности камня или внутри трещин без участия организмов, например, за счет окисления тех минералов, которые могут окисляться и абиогенно.

Возможности трансформации почв и почвенного покрова в Арктике намного выше, чем в Антарктиде, так как в последнем случае «острова» педосферы в гляциосистемах ледяного континента, в которых основным лимитирующим развитием почв фактором является ветер, целиком зависят от изменения покровного оледенения Антарктиды, которые могут происходить намного медленнее.

## Термическое состояние вечной мерзлоты в Антарктиде и восточной Арктике

*Д.А. Гиличинский, А.А. Абрамов, В.А. Миронов, Д.Г. Федоров-Давыдов, А.Л. Холодов  
Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН*

Для вечной мерзлоты, чувствительной к флуктуациям климата, первостепенное значение имеет отклик на них земной поверхности. Особое внимание к проблеме диктуется усиливающимся общественным беспокойством в связи с глобальным потеплением и, как следствие, инфраструктурными рисками. Имеющихся данных для выводов в планетарном масштабе недостаточно. На сбор их нацелен мониторинг термического состояния вечной мерзлоты, организованный в восточном секторе Арктике и организуемый в районах расположения российских станций по периметру Антарктиды в свободных ото льда оазисах.

Наблюдения за глубиной сезонного оттаивания ( $\xi$ ) и температурным режимом мерзлых пород ведутся в восточной Арктике непрерывно с 80-х годов прошлого века на стационарных участках в тундре, северной тайге и интразональных экосистемах пойм. Предыдущий максимум глубин оттаивания соответствовал термическому максимуму 1991 г. В середине 90-х годов мощность деятельного слоя сократилась, затем стала расти и сейчас превосходит уровень 1991 г. Эти флуктуации отражают короткопериодные максимумы температур воздуха и преждевременно связывают увеличение глубин сезонного оттаивания с глобальным потеплением. Замеры до 25 м в скважинах в течение 5-15 лет не фиксируют изменений среднегодовых температур мерзлых толщ ни в конце прошлого века, ни в начале нынешнего. Для получения более длинных рядов, в точках, где когда-то был произведен замер, заложены новые скважины для повторных измерений. Тем самым, ноль-момент мониторинга сдвинут назад, позволяя вовлечь в ре-анализ старые данные и получить сведения о реакции мерзлых толщ на изменения климата за период между замерами. Сравнение замеров 1980-81 и 2007-09 гг. не выявили различий между нынешней температурой вечной мерзлоты и ее прошлыми, 25 летней давности значениями, ни на пойме, ни на тундровых и таежных водоразделах. Данные статистически и пространственно репрезентативной сети наблюдений говорят о минимальном отклике термического состояния вечной мерзлоты восточной Арктики на текущие флуктуации климата.

В Сухих Долинах слой сезонного оттаивания ( $\xi$ ) как таковой отсутствует. За счет сублимации верхние 5-10 см иссушаются и, будучи несцементированными льдом, периодически выдуваются ветром. В результате, кровля мерзлоты совпадает с дневной поверхностью. Крайне низкой влажностью - первые проценты в верхах слоя  $\xi$  характеризуются районы станций Русская и Новолазаревская. Криогенное строение верхнего метра соответствует здесь двучленной модели марсианской поверхности: верха разреза (10-80 см) сложены сухими морозными грунтами, подстилаемыми мерзлыми, сцементированными льдом, породами. Максимальные среднегодовые температуры мерзлых пород зафиксированы на низких гипсометрических уровнях у побережья материка: от  $-11^{\circ}\text{C}$  на станции Молодежная до  $-18.5^{\circ}\text{C}$  в Сухих Долинах (долина Тейлора). С увеличением высоты местности они уменьшаются до  $-24^{\circ}\text{C}$  в долине Бикон на высотах 1000-1300 м над уровнем моря и  $-28^{\circ}\text{C}$  на отметке 2570 м. По о-вам Кинг-Джордж, Ливингстон и Десепшен впервые установлена северная граница вечной мерзлоты Антарктиды с близкими к  $0^{\circ}\text{C}$  среднегодовыми температурами пород. На морской террасе у метеоплощадки станции Беллинсгаузен она составляет всего  $-0.5^{\circ}\text{C}$  (температура у подошвы вечной мерзлоты на глубине 10 м  $-0.25^{\circ}\text{C}$ ). На о-ве Десепшен, при примерно тех же среднегодовых температурах, мощность мерзлых пород составляет  $\sim 6$  м. В первом случае высокие температуры во многом обусловлены отепляющим влиянием мощного, до 1 м, снежного покрова, во втором - теплоизолирующими свойствами пирокластического материала: пеплами и шлаками.

## Особенности инициального освоения человеком высоких широт Северного полушария

*Величко А.А.<sup>1</sup> Васильев С.А.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт географии РАН*

*<sup>2</sup>Институт истории материальной культуры РАН*

Появление человека в Арктике и Субарктике является заключительной частью глобального процесса инициального распространения человека на Земле. Освоение высоких широт характеризовалось высокой пространственной и хронологической неравномерностью. Обширная территория севера Евразии, основная часть которой к востоку от Скандинавии в позднем плейстоцене и голоцене оставалась свободной от крупных ледниковых систем, служила главной ареной первоначального расселения на протяжении всех этапов этого процесса.

Существующие к настоящему времени данные позволяют считать, что первые попытки проникновения человека отмечаются на северо-востоке Восточно-Европейской равнины и относятся к эпохе мустье – началу позднего плейстоцена. Однако они имели скорее «разведочный» характер, когда не происходило закрепление человека на новой территории и он возвращался в прежние районы обитания (тактика «вперед-назад»).

Первая волна устойчивого (хотя и очень скромного в территориальном отношении) освоения приходится на мегаинтерстадиал последней ледниковой эпохи, на ее вторую половину, от 35-40 тыс.л.н. до 25 тыс.л.н. (в шкале радиоуглеродного метода) в условиях существенного потепления и распространения наряду с перигляциальными тундровыми экосистемами разреженной древесной растительности. В пленигляциале, в интервале 24-14 тыс.л.н. в условиях максимального похолодания и господства перигляциально-степных ландшафтов произошла рецессия позднепалеолитического населения. Вторая волна активизации расселения происходит так же, как в эпоху первой волны, в условиях потепления, отвечающего позднеледниковью и началу голоцена (от 13-12 тыс.л.н. до примерно 10 тыс.л.н.). На это время приходится важная веха глобального первоначального освоения человеком Земли, а именно его проникновение из восточного полушария в западное через Берингийский «мост».

Во вторую половину голоцена, когда человек появляется на Канадском Севере, а затем и в Гренландии, завершается процесс инициального глобального заселения Арктики и Субарктики.

Исследованиями, проведенными по проекту, установлено, что природные факторы оказывали существенное влияние на процессы проникновения и освоения человеком Арктики и Субарктики. К числу таких факторов в первую очередь следует отнести распространение покровных оледенений – Скандинавского на западе Евразии и Лаврентийского и Кордильерского в Северной Америке, ограничивавших пределы распространения человека и предопределявших неравномерность этих процессов.

Не менее значимым являлся фактор перестройки ландшафтно-климатических обстановок, о чем свидетельствует приуроченность волн активизации заселения к крупным этапам потепления. Вместе с тем сам процесс заселения в каждом из этих этапов потепления существенно различался по своему типу. В более ранний каргинско-брянский интервал (то есть в позднем палеолите) процесс инициального освоения носил четко выраженный дискретный характер. Для этого времени выявляются лишь две разделенные обширным пространством «трассы» проникновения человека, а именно – на северо-восток Европы проникновение происходило по долинам речных систем Камы и Печоры, а в Азии – по долинам системы Лены. То есть, на этом этапе тип процесса заселения можно рассматривать как узко линейный, чрезвычайно изолированный в пространстве. Напротив, на втором (позднеледниковом – голоценовом) этапе потепления, то есть в мезолите и неолите процесс освоения протекал по дисперсному типу, охватывая

обширные территории. И лишь на этом, втором, этапе к процессу инициального освоения оказались как бы подключенными северные регионы Восточно-Европейской и Западно-Сибирской равнин, разделенные сегментами линейного типа более раннего освоения первого этапа.

В качестве возможных причин дифференциации типов освоения на указанных этапах можно указать различия в уровнях хозяйственно-социальной организации, численности людей в позднем палеолите и в мезолите-неолите, в расширении на втором этапе ресурсной базы жизнеобеспечения и совершенствования механизма адаптации к окружающей среде.

## **Природная среда и первобытные сообщества палеолита и неолита в периоды первичного заселения северных территорий Восточно-Европейской равнины**

*Грибченко Ю.Н., Куренкова Е.И.  
Институт географии РАН*

Первичное заселение равнинных пространств Восточной Европы происходило в несколько хронологических этапов позднего плейстоцена. Природные условия последней ледниковой эпохи были достаточно благоприятны для обитания человека в различных регионах Восточно-Европейской равнины. Для периода 30 000 – 12 000 лет назад стоянки первобытных сообществ известны в разных частях центра и севера данного региона. <sup>14</sup>C даты культурных слоев стоянок свидетельствуют о том, что существенных перерывов в процессах расселения не было даже в максимум последнего оледенения, 20 000 – 18 000 л. н. К этому времени позднепалеолитический человек был уже достаточно адаптирован к ландшафтно-климатическим условиям перигляциальной зоны. Основными препятствиями для освоения северных территорий Восточно-Европейской равнины для позднепалеолитических сообществ были ледниковые покровы (Скандинавский и Новоземельско-Уральский) и крупные приледниковые водоемы. Природные условия периода максимального развития поздневалдайского оледенения позволяли человеку проникать достаточно далеко на север по бассейнам рек Десны и Оки (Пушкари, Елисевичи, Зарайск), и далее к северу по самым восточным пределам Восточно-Европейской равнины – по долинам Печоры и Камы (стоянки Медвежья, Талицкого).

Надо отметить, что северные территории Европейской России осваивались палеолитическим человеком неравномерно. Наиболее ранние проникновения на север фиксируются в Предуралье, в то же время бассейны Вычегды и Северной Двины в палеолите, по всей вероятности, не были заселены. Территории Верхней Камы и Верхней Печоры были, судя по всему, малоблагоприятны для продолжительного обитания первобытных сообществ, как и более западные территории. Это связано, скорее всего, с разнородностью общего характера литогенеза и формирования структур речных долин северных рек в средне- и позднеплейстоценовые ледниковые эпохи. Строение же разрезов лессово-почвенных формаций Средней Камы и морфология ее долин имеют много общего с бассейнами Оки и Десны, где сконцентрированы основные археологические памятники палеолита. Такое сходство природных ландшафтов и отсутствие ледников создавало достаточно благоприятные и привычные условия обитания человека и способствовало его проникновениям далеко на север именно в этом регионе.

Стоянки хронологического интервала 16 000 – 12 000 лет н. пока известны только на Нижней Каме и южнее. Активизация седиментационных и рельефообразующих процессов на Севере, в условиях дегляциации последних ледниковых покровов и трансформации речных долин ограничивали возможности миграций и обитания позднепалеолитических сообществ. Кардинальные изменения ландшафтов на рубеже плейстоцена и голоцена выражались в формировании и расширении лесной зоны, представлявшей существенное препятствие для миграций палеолитического человека. В этих новых для человека ландшафтно-климатических условиях происходила перестройка хозяйственных укладов первобытных сообществ и их разделение на типично степные, лесные и тундровые группировки. В самом конце плейстоцена началось, по всей вероятности, довольно быстрое заселение людьми освобождавшихся ото льда территорий на северо-западе. В мезолите и неолите достаточно благоприятными для расселения первобытных сообществ постепенно становились все северные территории равнины, ранее недоступные для человека (бассейны Онеги, Северной Двины, Мезени и Нижней Печоры). Для хронологического интервала от 10 000 до 4 000 лет н. известны многочисленные археологические памятники не только лесного мезолита и неолита, но и стоянки тундровой зоны Заполярья.

## Опыт реконструкции поверхности поздневалдайского ледникового покрова в районе Хибинских и Ловозерских гор на Кольском полуострове

*Евзеров В.Я., Николаева С.Б.  
Геологический институт Кольского НЦ РАН*

Совокупный анализ сведений о краевых образованиях поздневалдайского ледникового покрова и изменениях климата на протяжении этого оледенения позволил разработать модель дегляциации Кольского региона и выделить в его пределах три пояса (I, II, III по мере удревнения) маргинальных образований. Каждый из поясов состоит из двух полос: внутренней и внешней, которые формировались на протяжении межстадиального потепления и стадийного похолодания и представлены, соответственно, грядами напорно-насыпных и преимущественно напорных морен. В течение Международного полярного года 2007-2008 г.г. авторами детально изучены ледниковые образования района Хибинского и Ловозерского горных массивов. Здесь выявлены только межстадиальные и стадийные краевые ледниковые образования поясов I и II, отвечающих, соответственно, климатическим циклам бёллинг - средний дриас и аллерёд - поздний дриас, и по картографическим материалам установлены наиболее высокие отметки расположения боковых морен. Полученные материалы по распространению ледниковых образований позволяют приблизительно реконструировать поверхность ледникового покрова. Опорными точками для реконструкции формы поверхности краевой области ледника в периоды стадийных похолоданий среднего и позднего дриаса являются абсолютные высоты кровли морены напорных гряд, а также максимальные высоты расположения боковых морен на склонах упомянутых гор. Поверхность ледникового покрова, несомненно, располагалась несколько выше выбранных опорных точек. Однако вряд ли это превышение было большим и, главное, существенно отличалось от места к месту. Поэтому есть основание полагать, что реконструированные поверхности ледника подобны реальным.

В период стадийного похолодания в среднем дриасе наибольшей высоты (порядка 700 м) и, соответственно, мощности около 600 м ледниковый покров достигал примерно в 10 км к юго-западу от Хибин. Снижение поверхности ледника происходило в северном и северо-восточном направлениях. В отдельных языках оно варьировало примерно от 40 до 70 м на 10 км, что значительно меньше соответствующих показателей краевых областей ледниковых щитов Западной Гренландии и Восточной Антарктиды (около 200 м на 10 км). В этих же направлениях толщина льда неуклонно сокращалась, сообразуясь с рельефом ложа.

Во время стадийного похолодания в позднем дриасе максимальные отметки поверхности (порядка 470 м) и максимальная мощность ледника (около 400 м) имели место в том же районе, что и в среднем дриасе. Снижение поверхности льда в восточном направлении варьировало от примерно 30 до 45 м на 10 км, а в северо-восточном - составляло порядка 30 м на 10 км. В указанных направлениях сокращалась и толщина льда.

Наклоны поверхности ледника как в среднем, так и в позднем дриасе хорошо совпадают с направлениями перемещения обломочного материала ледниковыми потоками, установленными по разносу обломочного материала, ориентировке друмлинов, ледниковых шрамов и другим показателям.

Исследования поддержаны программой ОНЗ -13 «Эволюция криосферы в условиях меняющегося климата»



**Высокоразрешающая стратиграфия океанских событий западной части СЛО и их корреляция с изменениями природной обстановки в пределах бореальной области Евразии в последние 130 тыс. лет**

*Лаврушин Ю.А.  
Геологический институт РАН*

Имеющиеся материалы позволяют говорить о двух особенностях строения приповерхностных донных отложений западной части СЛО. Первая из них – это ритмичность осадков, обусловленная переслаиванием так называемых высокопродуктивных слоев, обогащенных остатками морских микроорганизмов, и слоев с незначительным содержанием фрагментов морской биоты. Вторая особенность – обогащение практически всей толщи осадков материалом ледового разноса, количество которого подвержено значительным изменениям.

Для высокопродуктивных слоев свойственно наличие среди планктонных фораминифер помимо полярных атлантических специй. В выделенных слоях второго типа содержится лишь незначительное количество планктонных полярных специй. Подобная ритмичность строения осадков отражает важное гидрологическое событие, происходившее неоднократно, обусловленное процессами адвекции поверхностных атлантических и полярных вод, соответственно первых – в высокоарктическую область, а вторых – в субарктические районы. Процессы адвекции обуславливают динамику палеотемпературного режима поверхностных вод; изменчивость морских течений, различия в составе морской биоты. Более того, с различным таксономическим рангом адвекционных атлантических событий была связана неодинаковая мощность приносимого в Арктику теплового потока, оказывавшего влияние на стабильность или деструкцию морского ледового покрова. Процессы адвекции способствовали изменениям в термохалинной океанской циркуляции, а также проявлениям палеоатмосферных событий – образованию и миграции фронтальных зон.

Анализ имеющихся данных показал, что материал ледового разноса в особенно значительном количестве приурочен к позднеледниковым этапам, отличающимся интенсивным айсбергообразованием. Последнее было связано как со специфичной гляциодинамикой деградационного этапа ледников, оканчивающихся в океанских и морских акваториях, так и с позднеледниковыми трансгрессиями. В неледниковые этапы появление в осадках материала ледового разноса было связано с его приносом льдинами морского ледового покрова.

По геохронологическим данным адвекционные океанские события обнаруживают корреляционные связи с термохронными, криохронными, стадийными и интерстадийными изменениями природной обстановки в бореальной области Евразии. Это дает основание думать, что некоторые из них имели причинно-следственную связь с изменчивостью морских течений. Установленный в бореале голоцена климатический оптимум, фиксируемый на Шпицбергене и в донных отложениях прилегающей акватории Атлантического океана, позволяет высказать мнение о том, что в это время была более интенсивной западно-шпицбергенская ветвь Гольфстрима. Интересно, что бореальный оптимум выявлен также на островах архипелага Северная Земля. Возможно, мощный поток атлантических вод вдоль континентального склона СЛО проникал в восточную часть Евразийского шельфа.

В атлантическое время голоцена, видимо, существенно большей по мощности была нордкапская ветвь Гольфстрима, что обусловило возникновение климатического оптимума в Атлантике, особенно ярко выраженного в пределах Европейской части России и Западной Сибири.

## Проблемы возраста оледенения Антарктиды в свете новых данных о геологическом строении массива Фишер (ледник Эймери-Ламберта, горы Принс-Чарльз в Восточной Антарктиде)

Большаинов Д.Ю.<sup>1</sup>, Молодьков А.Н.<sup>2</sup>, Пушина З.В.<sup>3</sup>, Савельева Л.А.<sup>4</sup>

<sup>1</sup>ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»

<sup>2</sup>Институт геологии, Таллинский технический университет, Эстония

<sup>3</sup>ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга

<sup>4</sup>Санкт-Петербургский государственный университет

Исследования геоморфологического строения и рыхлых отложений массива Фишер, расположенного в системе выводного (Ламберта) – шельфового (Эймери) ледников, проведены в составе 53 Российской Антарктической экспедиции. Обнаружены уникальные разрезы рыхлых отложений пляжевой и ракушняковой фаций древнего моря, расположенные на высоте 325–450 м над современным уровнем моря. К настоящему времени частично обработаны данные по двум разрезам морских отложений (1686 и 1689).

В четырёх образцах коллекции (1686-2, 1686-5, 1689-2 и 1689-4) описаны богатые диатомовые комплексы. Установлено около 55 таксонов диатомей, преимущественно бентосных (более 60% от общего состава комплексов). Несмотря на то, что имеется большое количество обломков, в целом сохранность панцирей хорошая, что позволяет вместе с достаточным количеством створок заключить, что диатомовые водоросли накапливались *in situ*. Главной проблемой интерпретации условий осадконакопления является уникальность сублиторальной диатомовой флоры (*Melosira* sp., *Rhabdonema* spp., *Synedra* spp. и др.), обнаруженной в образцах. Присутствие в диатомовых ассоциациях среднемиоценовых видов-индексов *Denticulopsis simonsenii* и *Actinocyclus ingens*, предполагает соответствующий возраст отложений, сформированных в сублиторальной зоне морского бассейна (фиорда).

В образцах также обнаружена дальнезаносная пыльца деревьев, трав, споры мхов, ныне произрастающих в северном и южном полушариях.

В пляжевой фации отложений многочисленны толстостенные раковины морского двустворчатого моллюска *Hiatella* sp. Ракушняковую банку мощностью до 4 м образуют морские гребешки *Chlamys* sp. размером до 12 см. Кроме них в отложениях обнаружены кости пингинов, трубки полихет. Палеонтологические остатки свидетельствуют о том, что во время осадконакопления в районе грабена Ламберта существовало открытое море с температурами вод выше 3°C, возможно, периодически замерзавшее. Полное отсутствие ледового покрова в виде шельфового или выводного ледников свидетельствуют о том, что и окружающая фиорд суша могла быть занята только локальными ледниковыми образованиями, не объединёнными в ледниковый щит. Такая ситуация, по существующим представлениям, могла быть 30–40 млн. л.н., когда единого ледникового щита в Антарктиде ещё не существовало. Датирование отложений по комплексам диатомовых водорослей показало на среднемиоценовый возраст этого безледникового события.

В то же время, абсолютное датирование раковин морских моллюсков методом электронного парамагнитного резонанса – ЭПР (860±83 тыс. л.н. по кальцитовый раковине морских гребешков и 850±102 тыс. л.н. по арагонитовой раковине *Hiatella* sp.) уверенно указывают на их позднеолейстоценовый возраст. Столь существенная разница в результатах датирования отложений палеонтологическим методом и методом абсолютного датирования требует дальнейших исследований. Наш предыдущий многолетний опыт ЭПР-датирования отложений арктического палеошельфа по раковинам морских моллюсков, в том числе *Hiatella* и *Chlamys*, а также геоморфологическое строение массива Фишер склоняют нас к предположению, что возраст полного оледенения Антарктиды существенно моложе, чем в ранее принятых представлениях.

## **Аномальный тепловой поток и рифтогенез в северной части Свальбардской плиты**

*Хуторской М.Д.<sup>1</sup>, акад. Леонов Ю.Г.<sup>1</sup>, Ермаков А.В.<sup>1</sup>, Ахмедзянов В.Р.<sup>2</sup>*

<sup>1</sup>*Геологический институт РАН*

<sup>2</sup>*Российский университет дружбы народов*

Одним из опорных источников информации о тектонике и геодинамике Свальбардской континентальной окраины являются геотермические данные. В ходе экспедиций, проведенных Геологическим институтом РАН на НИС «Академик Николай Страхов» была выполнена геотермическая съемка на ряде полигонах вокруг архипелага Шпицберген.

Аномальные значения теплового потока (от 110 до 520 мВт/м<sup>2</sup>), измеренные в троге Орла (восточнее Северо-Восточной Земли), а также структурно-геологические особенности трога, установленные по данным НСП, однозначно свидетельствуют о развитии здесь рифтовой зоны, полностью разрушившей континентальную кору. Трог представляет собой узкую, выраженную в рельефе дна депрессию меридионального простирания от Котловины Короля Карла на юге до подножья континентального склона Котловины Нансена – на севере. По простиранию желоб выражен на протяжении почти 200 км при ширине всего 50 км.

В желобе и на его продолжении в пределах континентального склона было выполнено 20 измерений теплового потока. Внутри трога он составлял от 300 до 520 мВт/м<sup>2</sup>, что почти в 10 раз выше уровня фонового теплового потока для Баренцева моря; на континентальном склоне тепловой поток несколько ниже – 110-200 мВт/м<sup>2</sup>, но тоже в 3-4 раза выше фоновых значений..

Экстраполяция температур в нижнее полупространство показывает, что на глубине 4,0-4,5 км под дном в желобе могут быть встречены солидусные температуры. Это говорит о том, что деструкция континентальной коры произошла на всю ее мощность, и горячее мантийное (?) вещество внедрилось в фундамент, а возможно проникло в нижние слои осадочного чехла. Отсутствие признаков конвективной разгрузки глубинного тепломассопотока на дне может быть обусловлено высокой скоростью накопления терригенного и моренного материала, который экранирует проявления зон разгрузки флюидов в придонный слой.

Морфология трога, а также полученные впервые для этой структуры геотермические данные показывают, что желоб Орла имеет тектоническую природу. Это, скорее всего, рифт, затрагивающий земную кору на всю ее мощность и находящийся сейчас в активной фазе развития.

На северной окраине шельфа Баренцева моря развита система желобов (трогов), выраженных в рельефе дна. Они ориентированы меридионально, ортогонально к краю шельфа и «раскрываются» по направлению к континентальному склону. Кроме желоба Орла, это желоба Воронина, Святой Анны, Франц-Виктория, а также менее крупные структуры – проливы Британский канал в архипелаге ЗФИ и Хинлопен в архипелаге Свальбард. В последние годы все чаще говорят о тектоническом происхождении этих желобов, применяя к ним термины «грабены» или «рифты».

Кайнозойская деструкция континентальной коры предполагалась и ранее, но для доказательства этого не хватало количественных данных. Обнаружение аномально высокого теплового потока в желобе Орла сыграло роль недостающего решающего аргумента.

Работы выполнялись при финансовой поддержке программ Президиума РАН № 16 и 17, Программы ОНЗ РАН № 14 программы Геологического института РАН и Норвежского Нефтяного Директората, а также проектов РФФИ 05-05-00016 и 08-05-00012

## Восточная Арктика в мезозое: палеогеографические и палеоклиматические реконструкции

*Захаров В.А.*

*Геологический институт РАН*

Восточная часть Арктики в юрском периоде охватывала приполярное пространство к востоку от пол-ва Таймыр и р. Лены в Азии, территории к западу от устья р. Макензи и Аляску в Северной Америке, а также Берингоморский регион. В геологической интерпретации эта территория относится к Тихоокеанской геодинамической системе (мезозойды Северо-Восточной Азии и Северной Америки). Седиментационные бассейны этой геосистемы прежде относились к геосинклинальному типу и характеризовались контрастными глубинами и широким проявлением вулканизма. В соответствии с геодинамической гипотезой бассейн океанического типа, известный как Южноаннойский «океан», проник на территорию Арктики в мезозое со стороны Северной Пацифики. В течение триасового и юрского периодов размеры его непрерывно сокращались от Свальбарда до Новосибирских островов. «Океан» замкнулся, вероятно, в начале раннего мела в барреме. В соответствии с геосинклинальной гипотезой бассейн океанического типа находился на месте котловин Канадской, Макарова и Подводников. Этот бассейн соединялся с Северной Пацификой несколькими глубокими морями-проливами. Оба сценария согласуются с данными палеобиогеографии в юрском периоде. В триасе для объяснения различий в биоте Канадской и Сибирской провинций необходимо привлечение палинспастических реконструкций. Морская биота восточно-арктических морей в ранней юре формировалась под существенным влиянием биоты Пацифики, хотя отдельные инвазии случались со стороны Северной Атлантики. В средней юре биота развивалась автономно, а в поздней юре и раннем мелу в ее составе преобладали выходцы из Среднерусских морей. В позднем мелу в ассоциациях моллюсков – головоногих и двустворчатых преобладали космополиты.

Территория Восточной Арктики в триасовом и юрском периодах располагалась вблизи северного географического полюса, который в ранней юре находился близ Берингоморской акватории и в течение юрского периода постепенно смещался в арктический бассейн. Это заключение основано на междисциплинарных данных: палеобиогеографии морских и наземных организмов, литологии, изотопной геохимии, палеомагнитных данных и компьютерном моделировании на основе модели общей циркуляции. Таксономическое разнообразие во всех группах организмов падает в направлении с юга на север как в Бореально-Атлантической, так и Бореально-Тихоокеанской биогеографических областях. Так, в поздней юре в нижнебореальных (=суббореальных) бассейнах (Северо-Западноевропейское, Среднерусское, Тимано-Печорское, Западно-Сибирское моря) в ассоциациях аммонитов наряду с высокобореальными обитали многочисленные и разнообразные низкобореальные. К востоку от Урала разнообразие низкобореальных аммонитов несколько сокращается. В 500 км. к востоку от в басс. р. Хеты на пол-ве Нордвик в разрезе верхней юры вообще не встречены низкобореальные таксоны, а обнаружены лишь высокобореальные. Положение географического полюса близ нынешнего Берингова, помимо биогеографических свидетельств, подтверждается анализом состава и размещения осадочных толщ. Из осадочных толщ Южного Приморья в направлении Берингова моря постепенно выпадают карбонатные породы, замещающиеся терригенными и терригенно-туфогенными породами. По данным с территории севера Восточной Сибири среднегодовые палеотемпературы вод Хатангского моря-пролива в поздней юре составляли от 12 до 15 град С.

## **История антарктического оледенения Восточной Антарктиды: свидетельства, полученные по результатам морских сейсмических исследований.**

*Лейченков Г.Л.<sup>1</sup>, Гусева Ю.Б.<sup>2</sup>, Гандюхин В.В.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>ВНИИОкеангеология им. И.С. Грамберга*

*<sup>2</sup>Полярная морская геологоразведочная экспедиция*

В 2007-2008 г.г. в Антарктике выполнялся международный проект МПГ «История геодинамического развития, осадконакопления и изменений природной среды района южной части плато Кергелен, Восточная Антарктика». Одна из задач исследований по проекту состояла в изучении условий седиментации в морях Содружества и Дейвиса после начала Антарктического оледенения и реконструкции истории развития ледового щита Восточной Антарктиды. Сейсмические исследования, которые были выполнены в 2007 и 2009 г.г. в рамках проекта МПГ, позволили осуществить увязку изохронных сейсмических горизонтов на большей части Восточной Антарктиды, выявить закономерные изменения в строения верхней (синледниковой) части осадочного чехла во времени и пространстве, и установить причину этих изменений.

Оледенение антарктических шельфов сопровождалось выносом большого количества обломочного материала в глубоководную область Южного океана, где за счет склоновых процессов седиментации и под действием донных течений происходила его дальнейшая транспортировка и перераспределение. Главным средством переноса терригенного материала являлись турбидитные потоки различной плотности, которые инициировали образование подводных каньонов и сопряженных с ними прирусловых валов, а также некоторых других специфических фаций. Сейсмические фации, выделенные в составе синледниковой толщи имеют определенную закономерность развития, как в разрезе, так и по площади, которая, обусловлена пространственной и временной неоднородностью в поставке осадочного материала в глубоководную область и изменениями палеосреды за время формирования синледниковой толщи.

На основании сейсмостратиграфического анализа предполагается, что в среднем эоцене (около 42 млн. лет назад) антарктический ледниковый покров впервые достиг края шельфа в западной части Земли Уилкса двигаясь со стороны гор Гамбурцева, где предполагается центр оледенения, по глубокой долине бассейна Аврора, расположенного между 110° в.д. и 120° в.д. Остальная часть антарктической окраины в это время была свободна ото льда, а шельфы Восточной Антарктиды вероятно находились выше уровня моря, о чем свидетельствует обнаружение речного конуса выноса на континентальном слоне моря Дэйвиса (район станции Мирный). В позднем эоцене – раннем олигоцене (около 34 млн. лет назад) ледниковый щит распространился на всей окраине Восточной Антарктиды, но оставался нестабильным, циклично изменяясь по площади своего развития, и только в среднем миоцене (около 14 млн. лет назад) достиг устойчивого равновесия. После этого темп осадконакопления на континентальной окраине Восточной Антарктиды существенно снизилась. Изучение мощности ледниково-морских осадков в окраинных морях Антарктики позволяет предполагать, что на протяжении длительного периода геологического времени скорости ледового стока были максимальны в западной части Земли Уилкса и в районе впадины ледника Ламберта.

## Особенности эволюции структурного плана гор Принс-Чарльз (Восточная Антарктида, Земля Мак-Робертсона) в позднем кайнозое

Лунёв П.И.<sup>1</sup>, Алексеев Н.Л.<sup>1</sup>, Погорельский А.И.<sup>1</sup>, Пушина З.В.<sup>2</sup>, Попов С.В.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Полярная морская геологоразведочная экспедиция,

<sup>2</sup>ВНИИОкеангеология, С.-Петербург, Россия

На протяжении более чем 20 лет, а также в рамках национальных проектов МПГ, сотрудники ФГУНПП ПМГРЭ выполняют геолого-геофизические исследования в горах Принс-Чарльз. Эта область является ключевой в плане понимания хода эволюционного процесса всей Восточной Антарктиды.

Восточно-Антарктическая платформа характеризуется древним возрастом консолидации основания, отдельные блоки которого существовали уже в архее. Обнажающиеся в горном обрамлении системы ледников Эймери-Ламберта породы фундамента позволяют сложить представления о геологической истории этого района с докембрия до современного этапа, в понимании особенностей которого большую роль играет рельеф. Геоморфологический анализ коренного рельефа и геологические данные по кайнозойским отложениям гор Принс-Чарльз (которые обрамляют систему ледников с запада), полученные в последние годы, позволяют с уверенностью утверждать, что на формирование современного структурного плана этой территории оказали влияние не только ледниковые и тектонические процессы, но и деятельность моря. Исследование рыхлых отложений показало, что здесь наблюдается последовательность постепенно омолаживающихся к северу поверхностей выравнивания. Приуроченные к этим поверхностям морские отложения позволяют судить об их морском генезисе и датировать возрастными от раннего миоцена (позднего олигоцена-?) до голоценовых в интервале абсолютных отметок соответственно от 1400 до почти 0 м. Также, в интервале высот 1260-1300 м в центральной части гор Принс-Чарльз (массив Уиллинг) авторами были впервые обнаружены и изучены пресноводные водно-ледниковые отложения миоценового возраста, содержащие комплекс пресноводных диатомей *in situ*, аналогов которых в Антарктиде не известно.

Геологические данные по вещественному составу отложений, приуроченных к этим поверхностям, были получены в последние годы во время проведения геологических работ ПМГРЭ, а также зарубежными геологами. Их интерпретация, совместно с геоморфологическим анализом коренного рельефа свидетельствует о последовательном относительном понижении уровня моря в горах Принс-Чарльз в позднекайнозойское время (с конца олигоцена по ныне). Закономерная взаимосвязь высотного и хронологического распределения этих поверхностей указывает на стадийное отступление морских вод, сопряженное с экзарационной деятельностью покровного ледника и нивальными процессами. Об активной ледниковой деятельности можно судить по сохранившимся пресноводным водно-ледниковым отложениям, которые занимают промежуточное положение между уровнями накопления ледниково-морских осадков и содержат в составе обломков перемещенные компоненты. Значительные амплитуды относительного перепада уровня моря (по меньшей мере, почти 1,5 км), локальная выраженность (в масштабах Восточно-Антарктической платформы) и высокие скорости этого процесса позволяют судить об эндогенной природе вызвавших его причин. В то же время, решающим фактором, оказавшим влияние на современную топографию, является ледниковая деятельность, сопряженная с неотектоническими процессами.

Работа выполнена в рамках проекта 3 подпрограммы "Антарктика" ФЦП "Мировой океан" при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (грант РФФИ № 07-05-00401 в ПМГРЭ).

## **Загрязнение водосборов сибирских рек от промышленных комплексов Норильска и Урала (атмосферный канал)**

*Виноградова А.А., Максименков Л.О., Погарский Ф.А.  
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН*

Реки Сибири, впадающие в моря Северного Ледовитого океана, несут туда взвешенное и растворенное вещество. Состав речных вод формируется в результате поступления веществ из грунтов и почв, образующих ложе реки и ее притоков, с талыми поверхностными водами, со сточными водами антропогенного происхождения вблизи населенных пунктов, расположенных на берегах. Атмосфера также оказывает свое влияние на состав речных вод, осаждая переносимые в воздухе вещества (в том числе, различные загрязнения) как непосредственно на водную поверхность, так и на почвы, лед, снег, растения на всей территории водосбора реки.

В работе представлены результаты анализа распространения воздушных масс и антропогенных тяжелых металлов (Ni, Cu, Pb) – ТМ – от крупных промышленных регионов, расположенных в районе Норильска и на Урале (Свердловская область), над территорией Сибири. Исходными данными являются ежедневные 5-суточные траектории движения воздуха от источников для января, апреля, июля и октября, рассчитанные на протяжении 28 лет с 1981 по 2008 гг. по модели HYSPLIT 4 и данным реанализа полей давления и ветра NOAA (NCEP/NCAR Reanalysis Data Files).

Изучаются изменения условий поступления загрязнений от этих источников на территории водосборов крупных рек Западной и Восточной Сибири (Обь, Енисей и Лена) в 80-х, 90-х годах XX века и в начале XXI века. Оценены средние (для соответствующих десятилетий) содержания ТМ в воздухе и в осадках, средние потоки ТМ из атмосферы на подстилающую поверхность, а также пространственные, сезонные и долговременные (за 3 десятилетия) изменения этих характеристик.

Поток тяжелых металлов на поверхность в значительной степени зависит от свойств поверхности и режима осадков и подвержен сильным сезонным и пространственным вариациям. При сравнении экологической обстановки в разных пунктах более чистый воздух не всегда гарантирует меньшую нагрузку на наземные экосистемы.

Количество тяжелых металлов, оседающих из атмосферы на территории водосборов Оби, Енисея и Лены, сопоставимо с годовым стоком тех же металлов в Северный Ледовитый океан с водами этих рек.

Долговременные изменения загрязнения природной среды в Сибири под воздействием перестройки процессов циркуляции атмосферы в 1981-2008 гг. вполне соизмеримы с эффектом от уменьшения эмиссии источников в эти годы. Суммарный эффект различен для разных мест, сезонов и примесей.

В целом в 2000-х годах по сравнению с 1990-ми загрязнение природных объектов Сибири от Урала и Норильска уменьшилось. Однако изменение циркуляции атмосферы привело к повышению потоков свинца (преимущественно от Урала) на водосборы Енисея и Лены.

Сложность процессов миграции тяжелых металлов в почве и в водоемах не позволяет пока количественно оценить роль атмосферы в загрязнении наземных экосистем.

## Накопление загрязняющих веществ в организмах гидробиотов Баренцева моря .

*Ильин Г.В.*

*Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН*

Вода и донные отложения южной, незамерзающей части Баренцева моря характеризуются относительно низким содержанием токсичных тяжелых металлов и микроэлементов, органических загрязнителей. На формирование современного фона концентрации этих веществ заметное влияние оказывает материковый сток и атмосферные выпадения аэрозолей. В соответствии с локализацией на акватории моря преимущественного влияния этих факторов для некоторых металлов и микроэлементов (Cu, Ni, Zn, Cr и As) свойственен бимодальный характер распределения в южной части Баренцева моря, с максимумами в прибрежной зоне и в желобах вдоль полярной фронтальной зоны. Органические загрязнители в большей степени циркулируют в прибрежье Баренцева моря.

Сложившийся в морской среде фон загрязняющих веществ определяет уровень их накопления в организмах рыб и других гидробионтов в зависимости от района обитания и занимаемой экологической ниши. В настоящее время, при сложившемся уровне антропогенного воздействия, содержание нормируемых гигиеническими требованиями загрязнителей в мышцах рыб длительный период остается на низком уровне, не обнаруживая тенденций к росту концентраций. Более высокое содержание характерно для гидробионтов прибрежной зоны. А донные виды рыб накапливают токсичные металлы в большем количестве, чем пелагические виды. В многолетней динамике концентраций обнаруживаются короткопериодные и длиннопериодные цикличности накопления микроэлементов. Для донным видам рыб с повышенным жиросодержанием (камбала-ерш, палтус) характерно также большее накопление персистентных органогенных поллютантов. По уровню накопления в мышцах всех промысловых рыб доминируют метаболиты ДДТ, однако концентрации хлорорганических соединений, и ДДТ в том числе, малы. В многолетней динамике концентраций хлорорганических соединений в тканях рыб не выявлено каких-либо закономерностей, формирующих устойчивые тенденции. Содержание органогенных поллютантов остается стабильно низким.



## **Экодинамика природно-территориальных комплексов Заполярья в условиях переменных техногенных нагрузок на окружающую природную среду (на примере Кольского полуострова).**

*Калабин Г.В.*

*Государственный геологический музей РАН*

Для горнопромышленных регионов проблема взаимодействия человека с природой, сохранения, восстановления и улучшения окружающей среды приобрела наибольшую остроту и актуальность, что характерно, в первую очередь, для районов Севера, которые, как известно, относятся к территориям с высокой экологической уязвимостью.

Анализ состояния окружающей природной среды в районах размещения крупных горнопромышленных комплексов России, которые включают горнодобывающие, обогатительные, металлургические и энергетические производства показал, что возможности устойчивости функционирования природных экосистем в условиях многолетних интенсивных нагрузок недостаточно изучены и намного превосходят пределы, которые определены существующими уровнями воздействия. Следовательно, при планировании природовосстановительных мероприятий необходимо учитывать естественные возможности экосистем к самовосстановлению.

Объектом наших исследований стал горнопромышленный комплекс – ОАО «Комбинат «Североникель», который характеризуется высоким уровнем экотоксикологического воздействия на окружающую среду в течение нескольких десятков лет (с 1930 года). В результате истощения собственной минерально-сырьевой базы, реструктуризации производств и модернизации технологии плавки, а также снижения объемов выпуска конечной продукции к 1998 году техногенная нагрузка на комбинате «Североникель» снизилась в три, а к 2002- в пять раз по сравнению с максимальной нагрузкой в 1983 г (242 тыс. т). Таким образом, в рассматриваемом районе сформировались благоприятные условия, при которых в природных экосистемах могут проявиться естественные процессы самостановления.

Используя разработанный комбинированный метод количественной оценки процесса восстановления растительного покрова после снижения нагрузки в зоне влияния медно-никелевого производства, основанного на использовании критерия фитотоксичности почв и нормализованного вегетационного индекса (НВИ), определяемого по данным космических измерений, удалось подтвердить состоятельность наших суждений о значительных резервах природных экосистем к самовосстановлению в условиях действующих производств, но при обязательном условии – значительном сокращении техногенной нагрузки. В условиях комбината «Североникель» отмечен положительный тренд роста НВИ, что подтверждается снижением загрязненности почв за счет естественных процессов вымывания: почвы буферной зоны перешли в разряд слаботоксичных, т.е. их фитотоксичность снизилась, а почвы импактной зоны по-прежнему остались в группе сильнотоксичных почв.

В условиях Севера для реабилитации растительности требуется более длительный период времени после снижения нагрузки, чем представилось возможным на комбинате «Североникель» (11 лет). Наблюдения необходимо продолжить, повторяя эксперимент каждые три года, чтобы зафиксировать период самореабилитации загрязненных почв и, как следствие, установить временную точку роста биомассы. После наступления периода самореабилитации загрязненных почв можно приступить к реализации комплекса агротехнических приемов с целью интенсификации естественных процессов самовосстановления растительности и, таким образом, добиться максимальной эффективности и оптимизировать материальные и финансовые затраты.

## Исследования загрязнения атмосферного воздуха Российской Арктики стойкими загрязняющими веществами (СЗВ)

*Коноплев А.В.  
НПО «Тайфун» Росгидромета*

Представлены результаты исследований 2007-2009 гг. загрязнения атмосферного воздуха Российской Арктики стойкими загрязняющими веществами (СЗВ). К СЗВ относятся стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) и тяжелые металлы. Среди тяжелых металлов особый интерес представляет ртуть. Мониторинг паров ртути осуществляли в районе п. Амдерма (Ненецкий АО) на побережье Карского моря с помощью автоматизированного ртутного анализатора ТЕКРАН 2537А с высоким временным разрешением. В течение 2007-2009 гг. средняя концентрация элементной ртути в воздухе составляла 1.5-1.7 нг/м<sup>3</sup>. Зарегистрировано ежегодное явление истощения содержания ртути в воздухе Арктики в период весеннего восхода Солнца (с марта по май). В этот период концентрация ртути подвержена максимальным колебаниям, достигая нулевых значений. Максимальные среднемесячные концентрации наблюдались в летние месяцы (июль-август).

Мониторинг СОЗ в атмосферном воздухе осуществляется на п/с Валькаркай (Чукотский АО) с апреля 2008 г. Пилотные исследования содержания СОЗ на этой станции мониторинга проводились до этого в 2002-2003 гг., что позволяет выявить временной ход загрязнения воздуха СОЗ. В основе метода отбора проб воздуха лежит прокачка воздуха через слои фильтрующего материала. При этом происходит отдельный отбор аэрозольной и газовой фракций СОЗ: твердые частицы оседают на фильтре из стекловолокна, газовая фракция – на двух слоях пенополиуретанового сорбента, расположенных непосредственно за фильтром. В период с апреля по сентябрь 2008 г. средняя концентрация в воздухе (газовая фаза и взвешенные частицы) смеси конгенов полихлорированных бифенилов (ПХБ) (63 индивидуальных соединения) составила 147 пг/м<sup>3</sup>. Максимальные концентрации были зафиксированы в апреле-мае 2008 г. Следует отметить, что уровни ПХБ на Чукотке – одни из самых высоких для глобальной Арктики. Средние концентрации изомеров гексахлорциклогексана (ГХЦГ) в районе метеостанции Валькаркай в период с апреля по сентябрь 2008 г. составили около 27 и 1,2 пг/м<sup>3</sup> для  $\alpha$ -ГХЦГ и  $\gamma$ -ГХЦГ соответственно. Максимальные концентрации изомеров ГХЦГ наблюдались в первой половине рассматриваемого периода, а в июле-сентябре 2008 г. содержание данных веществ в воздухе резко сократилось и было ниже пределов обнаружения. Средние концентрации 4,4'-ДДЕ и 4,4'-ДДТ в воздухе на метеостанции Валькаркай в апреле-сентябре 2008 г. составили около 4 и 1,5 пг/м<sup>3</sup> соответственно. Для этих соединений также характерно относительное уменьшение содержания во второй половине рассматриваемого периода, однако, в менее значительной степени.

В 2007-2008 гг. НПО «Тайфун» впервые в России выполнил цикл работ по определению относительно нового класса СОЗ – полибромированных дифениловых эфиров (ПБДЭ) в атмосферном воздухе и воздухе внутри помещений, а также градиента концентраций ПБДЭ в воздухе от центра России к Арктическим регионам. Показано, что ПБДЭ повсеместно распространены и обнаруживаются в значимых количествах в пробах воздуха как центральных городов (Москва, Обнинск), так и удаленных мест в Арктике (Архангельск, Амдерма, Валькаркай). Конгенерный состав ПБДЭ в воздухе РФ отличается от состава ПБДЭ в воздухе Северной Америки и Западной Европы прежде всего недостатком окта-конгенов. В газовой фазе существенный вклад в общее содержание ПБДЭ вносят более летучие низкобробромированные БДЭ, в то время как на аэрозоле преобладают высокобромированные конгенеры.

## **Результаты исследований в центральном Арктическом бассейне в период проведения МПГ (2007-2009)**

*Мельников И.А.*

*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН*

Весной 2007, 2008 и 2009 гг. были выполнены наблюдения по проекту МПГ «Панарктическая ледовая дрейфующая экспедиция» (ПАЛЭКС) ([www.raiceh.ru](http://www.raiceh.ru)), цель которого состояла в проведении исследований физических, химических и биологических параметров водной среды и морского льда в околополюсном районе Северного Ледовитого океана (СЛО). Важной особенностью проекта было проведение наблюдений в одном и том же географическом районе СЛО, использование единых орудий для отбора проб, методов сбора и обработки собранных материалов, а также синхронного времени полевых наблюдений на всех этапах работы по проекту. За период наблюдений в районе географического полюса были собраны водные и ледовые пробы для измерений солености, концентраций хлорофилла, минеральных форм кремния и фосфора, а также видового состава микроорганизмов, связанных с обитанием в кристаллической структуре льда и на его нижней (морской) поверхности. Обработка собранных проб показала, что в современном арктическом ледовом покрове идет интенсивное перестроение в функционировании экосистемы морского льда с доминирования экосистемы многолетнего льда на заметное преобладание экосистемы сезонного льда, функциональные особенности которого значительно отличаются от многолетних льдов. На основании полученных материалов дается прогноз о динамике функционирования экосистемы пелагиали СЛО на современном уровне климатических изменений: при сохранении климатического тренда, связанного с потеплением, а, следовательно, с продолжением таяния многолетнего ледового покрова, функциональные черты СЛО будут постепенно приобретать сходства с Южным океаном, где доминируют сезонные льда.

## Антропогенно-обусловленные процессы в поверхностных водах суши Арктического бассейна

*Моисеенко Т.И.  
Институт водных проблем РАН*

В последние годы во многих странах мира усиливается эксплуатация природных ресурсов арктического бассейна, что приводит к негативному воздействию на окружающую среду. Арктические экосистемы особенно уязвимы к антропогенному воздействию вследствие низкого уровня массо- и энергообменов в холодных широтах, ограниченного видового разнообразия и существования организмов в экстремальных условиях. Высокая обеспеченность полярных регионов водными ресурсами до последнего времени не вызывала тревогу об их состоянии. Вместе с тем, интенсивное освоение богатых месторождений полезных ископаемых Крайнего Севера и трансграничные переносы загрязняющих веществ приводят к быстрому нарушению хрупкого экологического равновесия уже во многих урбанизированных районах Арктики, что стремительно ведет к качественному истощению водных ресурсов.

Загрязнение поверхностных вод арктических регионов происходит вследствие: а) индустриального освоения минерально-сырьевых ресурсов в пределах региона, б) транспорта загрязняющих веществ со стоком северных рек и в) трансграничным переносом загрязненных воздушных масс. Наибольшее загрязнение поверхностных вод связано с последствиями функционирования предприятий по добыче и переработке полезных ископаемых и транспортно-энергетических объектов.

В результате прямого поступления сточных вод в озера и аэротехногенного загрязнения их водосборов в водной среде развивается ряд негативных антропогенно-обусловленных процессов: токсичное загрязнение вод тяжелыми металлами и хлороорганическими ксенобиотиками; увеличение минерализации и доли в ней сульфат-ионов, повышение мутности как следствие загрязнения водоемов в районах горных разработок и также вблизи индустриальных центров; эвтрофикация вод в локальных зонах вблизи выпуска сточных вод городов и поселков, а также в зоне влияния подогретых вод АЭС; закисление вод, которое развивается за пределами пылевой эмиссии от индустриальных центров вследствие высокой нагрузки кислотообразующих веществ и природной чувствительности водосборов.

Закисление вод проявляется: а) в снижении рН вод малых озер автономных ландшафтов (для примера, на Кольском Севере из 460 обследованных озер более 10% закислены, до 30% - в критическом состоянии); б) в повсеместном кратковременном возникновении рН-“шока” на ручьях в период стремительного половодья; в) в устойчивых трендах снижения буферной емкости крупных рек, свидетельствующих о глубоких преобразованиях всей водосборной системы. Кислотные осадки изменяют и природные потоки элементов с водосбора.

Следует отметить, что в арктической зоне нагрузка на поверхностные воды имеет комплексный характер. В индустриальных центрах одновременно развивается токсичное загрязнение, эвтрофирование, а также увеличивается минерализация, снижается прозрачность вод и развиваются другие сопутствующие явления. За пределами - закисление вод обуславливает активное выщелачивание токсичных металлов в водную среду.

На примере Кольского региона установлены основные тенденции изменения химического состава вод (за последние 20 лет), связанные с климатическим фактором и антропогенной нагрузкой. Расчеты критических нагрузок на воды суши по фактору закисления и загрязнения вод металлами, показали необходимость ужесточения существующих нормативов применительно к Арктическим регионам, как минимум в 3 раза.

## **Многолетняя трансформация притока загрязняющих веществ в устьевые области крупных арктических рек**

*Никаноров А.М., Брызгалов В.А., Косменко Л.С., Кондакова М.Ю.  
Гидрохимический институт Росгидромета*

В результате возрастания антропогенного воздействия и вызванных им негативных последствий происходит постепенная трансформация гидролого-экологического состояния устьевых областей арктических рек в первую очередь за счет заметных изменений объемов и компонентного состава поступающих с речным стоком растворенных химических веществ, в том числе и загрязняющих.

Анализ многолетней режимной (1980-2006 гг.) гидрохимической информации ГСН показал, что одним из основных путей поступления (на фоне возможного локального загрязнения) растворенных веществ в устьевые области арктических рек являются их приток по водотокам. Последние представляют собой важные каналы переноса химических веществ по основным притокам и далее вниз по течению основного русла до замыкающего створа.

Сравнительная оценка модулей стока приоритетных загрязняющих веществ по длине р. Печора и по ее притокам показала, что наиболее высокие объемы притока легкоокисляемых органических веществ, минеральных форм азота, фосфоросодержащих соединений и фенолов формируются в реке на участке от с. Троицко-Печорск до с. Усть-Цильма. На замыкающем створе реки у с. Оксина отмечен максимальный объем притока по нефтепродуктам.

Интенсивное поступление в р. Печора легкоокисляемых органических веществ и азота аммонийного происходит с водами притоков Уса, Сула и Цильма, соединений фосфора – за счет притоков Уса и Лая; нефтепродуктов – за счет притоков Лая и Ижма, и фенолов – за счет притока р. Илыч.

Характер изменчивости среднесезонных модулей стока приоритетных загрязняющих веществ по длине транзитных рек Восточного сектора Арктики позволил заключить, что:

- по длине рр. Обь и Енисей переносятся наибольшие объемы легкоокисляемых органических веществ, азота аммонийного и нефтепродуктов с тенденцией сохранения высоких объемов их притока на замыкающие створы;

- по длине р. Колыма объемы стока азота аммонийного и азота нитратного снижаются к замыкающему створу, а по фенолам увеличиваются.

Такой характер транспорта исследуемых загрязняющих веществ позволяет сделать вывод о том, что их физический перенос по транзитным рекам в пределах водосборной границы арктического региона нередко преобладает над процессами химико-биологической их трансформации. Заметное количество растворенных химических веществ поступает на устьевые участки арктических рек, играющих нередко роль «ловушек» для многих из них.

Сравнительная оценка среднесезонных объемов притока приоритетных загрязняющих веществ с допустимыми по ПДК объемами показала, что кратность превышения последних достигает на замыкающих створах рек по:

- фенолам 7-12 раз для рр. Печора и Енисей;
- нефтепродуктам в 13 раз для р. Енисей и 29 раз для р. Печора;
- соединениям железа в 10 раз для рр. Печора, Яна и 11-17 раз для рр. Надым, Пур, Индигирка;
- соединениям меди в 7-8 раз для рр. Печора, Анабар и 13 раз для р. Пур;
- соединениям цинка в 6 раз для рр. Печора и Енисей.

Используя разработанный авторами классификатор антропогенной нагрузки по модулю притока азота аммонийного, легкоокисляемых органических веществ и нефтепродуктов можно заключить, что антропогенная нагрузка на устьевые экосистемы крупных органических рек меняется по:

- азоту аммонийному от малой для рр. Пур, Оленек, Лена, Яна, Индигирка, Колыма до критической для рр. Обь, Енисей и очень высокой для рр. Надым, Таз;

- легкоокисляемым органическим веществам от малой для рр. Лена, Яна, Индигирка, Колыма до критической для р. Обь и высокой для рр. Надым, Пур, Таз;

- нефтепродуктам от малой для рр. Лена, Яна, Индигирка, Колыма до высокой для рр. Пур, Таз и экстремальной для р. Надым.

## Прогноз выноса загрязняющих веществ с водосбора рек в Северный Ледовитый океан при возможных изменениях климата

*Семенова И.В.<sup>1</sup>, Коноплев А.В.<sup>1</sup>, Марков М.Л.<sup>2</sup>, Попов В.Е.<sup>1</sup>, Панкратов Ф.Ф.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup> ГУ «НПО «Тайфун»

<sup>2</sup> ГУ «Государственный гидрологический институт»

Северный Ледовитый океан (СЛО) среди других океанов является наиболее подверженным влиянию пресноводного стока рек. Получая ежегодно около 11 % общего стока рек мира (4300 км<sup>3</sup>), он содержит только 1 % мирового объема морской воды. Наибольшее количество пресной воды несут в СЛО такие реки, как Лена (528 км<sup>3</sup>/год), Енисей (580 км<sup>3</sup>/год), Обь (420 км<sup>3</sup>/год), Печора (138 км<sup>3</sup>/год), Северная Двина (105 км<sup>3</sup>/год).

Определяющим фактором формирования гидрологического режима рек является климат. Наметившаяся тенденция к изменению климата под воздействием естественных и антропогенных факторов влияет на речной сток. На основе прогнозных данных об основных стокообразующих климатических характеристиках (температуры воздуха и годовых сумм осадков) определены возможные изменения речного стока в бассейнах рек Печоры, Северной Двины и Оби до 2050 г. В перспективе, при сохранении тенденций изменения климата годовой сток Печоры и Северной Двины возрастет к 2050 г. на 5%, зимний - на 15-30%, летне-осенний - на 10-15%. Сток весеннего половодья на Северной Двине может снизиться на 7 %. Годовой сток Оби в XXI веке по одним оценкам возрастет незначительно, на 3 - 4%, по другим - сток Оби в XXI веке уменьшается.

Загрязняющие вещества (ЗВ), включая устойчивые органические соединения, радионуклиды и соединения тяжелых металлов, переносимые в Арктику из других регионов, оцениваются как одна из основных нагрузок на окружающую среду, взаимодействующих с изменением климата. Анализ многолетней режимной гидрохимической информации показал, что основная часть металлов – до 70-80 % – поступает в устья рек в период половодья. Таким образом, существенные изменения гидрологического режима рек обусловят изменения условий накопления и смыва ЗВ на водосборах рек, что может привести к изменениям концентрации и переноса ЗВ в воде рек, а также распространения этих загрязняющих веществ в прибрежной зоне морей Северного Ледовитого океана.

Разработана методика прогноза изменений смыва загрязняющих веществ и проведена оценка их выноса с водосбора рек под влиянием возможных изменений климата в будущем. Увеличение водного стока и стока наносов приведет, очевидно, к росту выноса ЗВ в океан. По прогнозам увеличение стока будет неодинаковым для различных фаз водного режима, причем минимальным в паводок, когда с водосбора смывается основная часть большинства металлов. Поэтому вынос в океан тяжелых металлов в 2050 г. будет составлять 90-110% настоящего уровня, а для органических загрязняющих веществ этот показатель может составить 50-110%.

Основной количественной характеристикой смыва радионуклидов поверхностным стоком является коэффициент смыва, представляющий собой долю запаса радионуклида на водосборе, поступившую с поверхностным стоком в реку. На основании литературных данных был рассчитан вынос <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs с водосбора рек за счет «жидкого» и «твердого» смыва в настоящее время и на период 2050 года. В расчетах выноса радионуклидов учитывалось, что период их полураспада составляет 30 лет и, следовательно, к 2050 году при отсутствии дополнительных выпадений <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs, их концентрация в почве снизится как минимум в два раза. Показано, что вынос в океан <sup>90</sup>Sr и <sup>137</sup>Cs при прогнозируемом потеплении климата и изменении стока может снизиться почти на 40 %.

**Климатогенные и антропогенные изменения биоты и наземных экосистем  
Российской Арктики  
(к итогам биогеографических исследований по МПГ в ИГ РАН)**

*Тишков А.А., Белоновская Е.А., Вайсфельд М.А., Дмитриев А.В., Глазов П.М.,  
Лаппо Е.Г., Маркова А.К., Морозова О.В., Пузаченко А.Ю., Семашко В.Ю.,  
Семашко Е.В., Тертицкий Г.М., Черенков А.Е., Царевская Н.Г.  
Институт географии РАН*

Представлены краткие результаты биогеографических исследований 2007–2009 гг. по Программе фундаментальных исследований Президиума РАН № 16, Ч. 2, выполненных в рамках темы «Изучение численности и ареалов животных и растений в полярных областях в условиях меняющегося климата и хозяйственного освоения Севера» и тематики лаборатории биогеографии. Экспедиционные и камеральные исследования весь период проводились на архипелагах архипелаге Шпицберген, на островах Белого моря, в низовьях р. Печора, на о. Колгуев, п-овах Таймыр, Гыдан, Чукотка и Камчатка.

В настоящее время в Арктике выявлено обитание примерно 25–26 тыс. видов растений и животных, т.е. около 1.5 % описанных видов современной биоты Земли. Собственно арктическая биота составляет 0.6–0.7 %. Диспропорция между площадью Арктики (около 4 % площади Земли) и ее видовым богатством обусловлена не только общим снижением уровня биоразнообразия к полюсу, связанным с уменьшением количества климатического тепла, но и другими факторами, в частности с генезисом арктической биоты.

В рамках исследований по программе:

- проведена реконструкция границ арктических и субарктических экосистем на севере Европы в ключевые периоды перехода от плейстоцена к голоцену (публикации А.К. Марковой, А.Ю. Пузаченко и др.)

- в рамках экспедиционных исследований получены новые результаты по динамике численности и распространению морских и водоплавающих птиц, в т.ч. гусеобразных (публикации Г.М. Тертицкого, Е.В. Семашко, Г.М. Глазова, Е.Г. Лаппо и др.);

- обобщены материалы по факторам, определяющим флористическое богатство северных регионов Европейской части России (публикации О.В. Морозовой и др.);

- проведены оценки современных трендов и циклов в продвижении бореальных видов млекопитающих на север (публикации М.А. Вайсфельда и др.);

- проведен детальный анализ изменений биоразнообразия и биогеографических особенностей российской Арктики в связи с климатическими изменениями и расширением хозяйственной деятельности (публикации А.А. Тишкова).

Первые итоги биогеографических исследований ИГ РАН по МПГ также представлены в статье в коллективной монографии по результатам выполнения Программы фундаментальных исследований Президиума РАН № 16, Ч. 2, а также в подготавливаемом томе изданий результатов российских исследований по МПГ 2007-2009 гг. под редакцией Г.Г. Матишова и А.А. Тишкова.



## Количественные характеристики растительности и их влияние на глубину сезонного протаивания

*Хомутов А.В.<sup>1</sup>, Лейбман М.О.<sup>1</sup>, Москаленко Н.Г.<sup>1</sup>, Эпштейн Г.Э.<sup>2</sup>, Уолкер Д.А.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Институт криосферы Земли СО РАН*

<sup>2</sup>*Университет Вирджинии, США*

<sup>3</sup>*Университет Аляски, Фербенкс, США*

Рассмотрена корреляция количественных параметров растительности и глубины протаивания. Для исследования использовались данные по глубине протаивания, полученные на площадке 100 на 100 м с измерениями через каждые 10 м на стационаре «Васькины Дачи» на Центральном Ямале. В рамках проектов МПГ №569 (GOA) и №439 (CALM), произведены измерения вегетационных индексов NDVI и LAI. NDVI (нормализованный относительный индекс растительности) – показатель количества фотосинтетически активной биомассы. LAI (индекс листовой поверхности) – отношение суммарной поверхности листьев к единице площади участка, занятого фитоценозом. Измерения вегетационных индексов проводились в 121 точке площадки. Также проанализированы данные по характеру поверхности, видовому составу растительных сообществ, количественные характеристики растительности (высота, проективное покрытие), мощность органогенного горизонта. Построены карты-схемы, на которых интерполяцией методом натурального соседства показано распределение каждого из показателей в пределах площадки.

При анализе полученных карт-схем выявляются некоторые зависимости между вегетационными индексами и другими количественными характеристиками растительности с одной стороны, и глубиной протаивания с другой. Наибольшие глубины протаивания, характерные для поверхностей скольжения оползней, визуально совмещаются с минимальными значениями вегетационных индексов. Эта зависимость лучше выражена для NDVI. Значения LAI повышаются только при преобладании в структуре фитоценоза трав, кустарничков, а особенно кустарников. Низкие значения обоих индексов характерны и для наиболее высоких местоположений в пределах площадки, где преобладают лишайники на песчаных породах с большой глубиной протаивания. Таким образом, низкие/высокие значения вегетационных индексов указывают на большую/малую глубину протаивания. В то же время, значения NDVI и LAI зависят от характера растительного покрова. При увеличении покрытия и высоты растительности в целом, мощности и покрытия мхов, высоты и покрытия кустарников, а также мощности органогенного горизонта, увеличиваются значения NDVI и, в среднем, уменьшается глубина протаивания. В наибольшей степени уменьшение глубины протаивания проявляется при увеличении мощности теплоизолирующего мохового покрова. Высокие значения LAI указывают на малую глубину протаивания, особенно на менее дренированной вогнутой поверхности склона с высокими кустарниками; меньшая корреляция между LAI и глубиной протаивания наблюдается на телах оползней, где заросли ивы также достигают высоты 0,5-0,65 м. На ненарушенной поверхности склона в условиях повышенного увлажнения хорошо развит моховой покров, а на нарушенной криогенным оползанием поверхности моховой покров удален, кроме пионерных мхов на теле оползня с доминирующей ивой. Самые низкие значения LAI, характерные для выпуклой вершинной поверхности с песками в сезонноталом слое и отсутствием высокой растительности, указывают на большую глубину протаивания.

Дополнительный анализ соотношения средних значений глубины протаивания, NDVI, LAI и параметров мохово-лишайникового покрова показал, что значения выбранных характеристик растительности обратно пропорциональны значениям глубины протаивания. Это наиболее заметно для мощности мохово-лишайникового покрова, в котором наибольшую роль играет мощность мха. Корреляция вегетационных индексов с

глубиной протаивания менее выражена, чем корреляция параметров мохово-лишайникового покрова с глубиной протаивания. Это связано с тем, что индексы растительности в каждой точке суммируют различные её свойства, часть которых способствует увеличению (например, разреженность растительности, доминирование ксерофитов), а часть снижению (например, развитая моховая подушка, сомкнутость травяно-кустарникового яруса) глубины протаивания.

Соответственно, вегетационные индексы NDVI и LAI могут выступать в роли индикаторов глубины протаивания: низкое значение индекса – большая глубина протаивания, и наоборот, но с учетом других параметров растительности и компонентов ландшафта.

## Исследование морского влияния и распределения загрязняющих веществ в экосистемах дельты р. Печора

Украинцева Н.Г.<sup>1</sup>, Коробова Е.М.<sup>2</sup>, Сурков В.В.<sup>3</sup>, Седых Э.М.<sup>2</sup>, Данилова Т.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Институт криосферы Земли СО РАН

<sup>2</sup>Институт геохимии и аналитической химии им.В.В. Вернадского РАН

<sup>3</sup>Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Дельты рек Арктического бассейна являются важными рубежами природных процессов, где в результате взаимодействия в системе «река – море» происходит аккумуляция речных наносов, а вместе с ними – техногенного загрязнения регионального и локального уровней.

Задачей исследований, организованных в 2004 г. ГЕОХИ РАН в низовьях р. Печоры при содействии СевПИПРО и финансовой поддержке ОНЗ РАН, было выявление особенностей распределения природных и техногенных химических элементов в типичных пойменных и террасовых ландшафтах с геохимически контрастными условиями миграции вещества на разноудаленных от морской акватории участках дельты. Результаты будут сопоставлены с аналогичными ландшафтно-геохимическими исследованиями, выполненными в дельтовой зоне р. Енисей в рамках международного проекта «ESTABLISH». В дельте р. Печора такие исследования ранее не проводились.

Участки опробования в низовьях р. Печоры были расположены в подзонах южной тундры и лесотундры на разном удалении от морского побережья: в Печорском заливе (м. Болванский), в нижней части дельты (пос. Юшино, о. Глубокий), в средней ее части (о-ва Ёкушанский, береговая пойма у пос. Искателей), и в ее начале (о.Кермундей, Бол. Сопка). Для экспресс-обследования территории использован метод ландшафтно-геохимического профилирования с детальной нивелировкой пойменной и террасовой части. Отбор образцов почв, растений (укосы, ведущие виды) и природных вод производился на отдельных тестовых площадках ключевых геоморфологических уровней поймы в контрастных условиях накопления химических элементов (депрессии и гривы, береговые обнажения). Почвенные профили опробовались непрерывно на глубину активного слоя или до уровня грунтовых вод. Химический анализ природных вод выполнен по стандартным методикам в Почвенном институте и ГЕОХИ РАН. В настоящем сообщении приводятся первые результаты анализа состава природных вод, распределения микроэлементов в почвах и растениях.

Анализ образцов природных вод (речных, озерно-речных, грунтовых и болотных) показал их низкую минерализацию (35-131 мг/л) и доминирующий гидрокарбонатно-кальциевый состав. Воды р. Печоры, опробованные в шести пунктах, имели минерализацию 70-131 мг/л. В устье Печоры (в районе м. Болванского) воды характеризовались значительной долей ионов хлора, натрия, а также магния (39, 26 и 31 экв% соответственно). Там же доля ионов хлора, иногда магния повышена и в грунтовых водах, что обусловлено морским влиянием. Болотные воды отличались: пониженным рН (до 4,2), высоким содержанием водорастворимых органических веществ (цветность - 540-2450 град Pt-Co шкалы при цветности речных вод 16-35 град), присутствием нитратного и аммонийного ионов, что способствует десорбции и мобилизации элементов в заболоченных ландшафтах.

В почвенно-растительном покрове пойменных экосистем выявлены геохимические барьеры, аккумулирующие как природные, так и техногенные (загрязняющие) химические элементы. Последние могут быть использованы в качестве «техногенных меток» скорости и интенсивности аккумуляции речных наносов в дельте.

Работы продолжены в 2009 г. в ИКЗ СО РАН при финансовой поддержке РФФИ (грант 08-05-00872а) и разделов Программы ОНЗ РАН №13 «Эволюция криосферы в условиях меняющегося климата».

## Новые данные об эоловом и ледовом переносе в Арктике

*Шевченко В.П.<sup>1</sup>, Лисицын А.П.<sup>1</sup>, Виноградова А.А.<sup>2</sup>, Голобокова Л.П.<sup>3</sup>, Горюнова Н.В.<sup>1</sup>,  
Замбер Н.С.<sup>4</sup>, Коробов В.Б.<sup>5</sup>, Куценогий К.П.<sup>6</sup>, Немировская И.А.<sup>1</sup>, Новигатский А.Н.<sup>1</sup>,  
Панченко М.В.<sup>7</sup>, Покровский О.С.<sup>8</sup>, Соколов В.Т.<sup>9</sup>, Ходжер Т.В.<sup>3</sup>*

<sup>1</sup>*Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН*

<sup>2</sup>*Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН*

<sup>3</sup>*Лимнологический институт СО РАН*

<sup>4</sup>*ФГУ Государственный природный заповедник «Костомукшский»*

<sup>5</sup>*Архангельский ЦГМС-Р Росгидромета*

<sup>6</sup>*Институт химической кинетики и горения СО РАН*

<sup>7</sup>*Институт оптики атмосферы им. В.Е. Зуева СО РАН*

<sup>8</sup>*Университет Тулузы, г. Тулуза, Франция;*

<sup>9</sup>*ГУ «Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт»*

В 2007–2009 гг. авторы доклада проводили многодисциплинарные исследования эолового и ледового переноса вещества в Арктике в рамках проекта Международного полярного года № 323 CRYOEOL и ряда других проектов. Исследования по теме проекта проводились в районе Северного полюса (экспедиция ПАЛЭКС, апрель 2007–2008 гг., в прибрежных водах Западной Гренландии в экспедиции на борту НИС “Maria S. Merian” (конец июня – начале июля 2007 г.), в Белом, Баренцевом и Карском морях и на их берегах, в ЮВ части моря Бофорта на ледоколе “Амундсен” (декабрь 2007 г. – январь 2008 г.), в устьевой области Северной Двины и на ряде озер Архангельской области, в Карелии и на Кольском п-ве. Получены новые данные по распределению и составу аэрозолей, содержанию химических элементов в снеге, лишайниках, мхах, торфяниках верховых болот, оценены потоки вещества из атмосферы. Рассчитаны обратные траектории переноса воздушных масс в Арктику. Выполнена оценка степени загрязнения аэрозолей, снега, льда, лишайников, мхов и торфа как в фоновых районах, так и близ промышленных центров. Оценена роль различных природных и антропогенных источников аэрозолей Арктики. Показано, что вклад аэрозолей в формирование осадочного материала в Арктике весьма существенен. Для ряда химических элементов (Pb, Sb, Se, V и др.) и соединений (в том числе стойкие органические загрязнители) аэрозольный источник – главный. Для вертикального распределения тяжелых металлов в верховых торфяниках (природных архивах) Карелии и Архангельской области характерно обогащение ими верхнего 20–30-см слоя, образовавшегося в течение последних 100–200 лет.

Авторы благодарны И.А. Мельникову, Ф.А. Романенко, С.В. Писареву, А.С. Саввичеву, С.В. Тархову, К.Г. Конову, А.Г. Горшкову, О.Л. Кузнецову, И.Н. Болотову, Н.В. Политовой, Д.П. Стародымовой, А.С. Филиппову, Л.С. Широковой и всем, кто оказывал помощь в экспедиционных исследованиях и в лабораторной обработке материалов. Наши исследования были поддержаны Президиумом РАН (Программа фундаментальных исследований № 16, часть 2 “Природные процессы в полярных областях Земли и их вероятное развитие в ближайшие десятилетия”), Отделением наук о Земле РАН (проект “Наночастицы во внешних и внутренних сферах Земли”), Российским фондом фундаментальных исследований (грант 07-05-00691), российско-немецкой Лабораторией им. О.Ю. Шмидта, грантом Президента РФ № НШ-361.2008.5.

## **Геокриологический мониторинг, современное состояние наблюдательной сети в России, задачи и перспективы развития**

*Мельников В.П.<sup>1</sup>, Васильев А.А.<sup>1</sup>, Дроздов Д.С.<sup>1</sup>, Лейбман М.О.<sup>1</sup>, Малкова Г.В.<sup>1</sup>,  
Москаленко Н.Г.<sup>1</sup>, Павлов А.В.<sup>1</sup>, Романовский В.Е.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>Институт криосферы Земли СО РАН*

*<sup>2</sup>Геофизический институт Университета Аляски, Фэрбенкс, США*

Геокриологический мониторинг – это унифицированная система наблюдений за состоянием геологической среды на территории многолетнего и сезонного промерзания, оценки, контроля и прогноза ее изменений под воздействием природно-климатических и техногенных факторов. Вопрос об организации специальных стационаров для изучения динамики верхних горизонтов криолитозоны был поставлен еще в 1930-х годах М.И. Сумгиным. В период проведения Международного геофизического года (1957-1959 гг.) П.Ф. Швецов и И.Я. Баранов явились инициаторами проведения комплексных геокриологических исследований. Основная цель исследований в середине прошлого века заключалась в организации и проведении круглогодичных теплораспределительных наблюдений, позволяющих охватить разнообразие ландшафтных, климатических и геокриологических условий. Основное внимание при проведении геокриологического мониторинга в 1960-1980-е годы в связи с открытием и разработкой уникальных месторождений углеводородов на севере России, сельскохозяйственным и промышленным освоением Якутии, строительством Байкало-Амурской магистрали, стало уделяться влиянию техногенного фактора на температурный режим ММП и динамику криогенных процессов. К концу 1980-х годов общее число различных объектов режимных наблюдений (полигон, стационар, участок, профиль) на территории криолитозоны России составляло 110, а число пунктов наблюдений (площадка, скважина, закрепленная точка) превышало 600.

В 1990-х годах в связи с экономическими причинами в России, большая часть информационных объектов мониторинга была закрыта или законсервирована. Усилиями ряда организаций и отдельных специалистов удалось продолжать наблюдения лишь на единичных объектах (около 15). На стационарах Марре-Сале, Болванский, Надымский, Уренгойский, Васькины Дачи, которые курируются сотрудниками ИКЗ СО РАН, в течение нескольких десятилетий осуществляются непрерывные наблюдения за температурным режимом грунтов, развитием криогенных процессов и ландшафтными условиями и их изменениями при потеплении климата.

На современном этапе геокриологический мониторинг в России невозможен без финансовой и технической поддержки различных международных проектов. В рамках проекта CALM (Циркумпольный мониторинг активного слоя) с середины 1990-х гг. в различных регионах России по единой методике было организовано около 20 площадок для наблюдений за температурным режимом и глубиной сезонного протаивания грунтов. В 1999 г. по инициативе Международной Ассоциации Мерзлотоведов было начато изучение динамики берегов в Арктике (проект ACD), в рамках которого в 17 районах Российской Арктики ведутся наблюдения за скоростью разрушения берегов и переноса осадков. Три года назад в преддверии Международного Полярного 2007/08 года стартовал проект TSP - термическое состояние криолитозоны, который позволил возобновить круглогодичные температурные исследования в нескольких десятках скважин с использованием автоматизированной системы записи и хранения данных.

В результате длительных наблюдений на ряде объектов геокриологического мониторинга получен уникальный массив фактических данных, позволяющий изучать как ритмические, так и трендовые изменения мощности сезонного талого слоя и температуры мерзлых грунтов, а также скорость и ритмичность криогенных процессов. Эти данные оказываются чрезвычайно полезными при изучении эволюции криолитозоны в условиях глобального потепления климата.

## Опыт проведения учащенных адаптивных радиозондовых наблюдений на аэрологической сети Росгидромета в рамках международных экспериментов МПГ

Фролов А.В.<sup>1</sup>, Кац А.П.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды  
<sup>2</sup>ГУ «Центральная аэрологическая обсерватория»

В 2008-2009 гг. аэрологическая сеть Росгидромета приняла участие в полевых экспериментах двух программ кластера МПГ-ТОРПЭКС: Норвегия-МПГ-ТОРПЭКС и зимняя фаза Тихоокеанского регионального полевого эксперимента ТОРПЭКС Т-ПАРК.

Полевой эксперимент «Норвегия - МПГ – ТОРПЭКС» проводился для изучения мезомасштабных полярных областей низкого давления и Арктического фронта в Баренцевом море в целях совершенствования прогностических моделей и улучшения прогнозов неблагоприятных погодных условий в Арктике. В рамках полевого эксперимента «Норвегия - МПГ - ТОРПЭКС» АЭ Мурманск «Мурманского УГМС» и АЭ Малые Кармакулы «Северного УГМС» провели 84 регулярных дополнительных выпуска радиозондов в сроки 06 и 18 ВСВ с 24.02.2008г. по 16.03.2008 г. Помимо российских АЭ учащенное зондирование проводилось норвежской АЭ на острове Медвежий и немецкой полярной исследовательской базой в Нью-Олесунде на Шпицбергене. В эксперименте также участвовал самолет-метеолаборатория Фалькон и два беспилотных летательных аппарата.

Полевой эксперимент зимней фазы Т-ПАРК проводился с целью повышения точности прогнозов неблагоприятных погодных явлений с заблаговременностью на 3-6 дней, используя дополнительные адаптивные наблюдения на станциях радиозондирования в Сибири и на Дальнем Востоке, сбрасываемые с исследовательских самолетов над Тихим океаном дроп-зонды, а также данные метеорологических наблюдений программы E-AMDAR с борта европейских самолетов, совершавших коммерческие рейсы в этом регионе. В рамках полевого эксперимента зимней фазы Т-ПАРК 37 аэрологических станций Росгидромета в период с 7.01.2009 по 28.02.2009 проводили дополнительные адаптивные выпуски в 06 и 18 ВСВ по специальным запросам. Дополнительные выпуски проводились в рамках так называемых периодов интенсивных наблюдений (ПИНа) по 24 часа каждый, которые предположительно предшествовали неблагоприятным/опасным явлениям погоды. Всего было проведено 33 ПИНа. Для каждого ПИНа выбор станций, на которых требовалось провести дополнительные выпуски, осуществлялся в NCEP NOAA за ~30 часов до дополнительного выпуска 06 ВСВ и доводился до ГРМЦ по электронной почте. ГРМЦ оперативно транслировал запросы на станции по каналам связи Росгидромета. Всего было произведено 604 дополнительных выпуска.

Результаты дополнительных радиозондовых выпусков в коде КН-04 ТЕМП оперативно поступали по каналам ГСТ ВМО во все мировые метеорологические центры и были использованы для подготовки оперативных численных прогнозов, в настоящее время они доступны во всех мировых метеорологических центрах данных.

Особенностью радиозондовых наблюдений в обоих экспериментах стало получение детальных профилей вертикального распределения метеовеличин с высоким вертикальным разрешением (~50-100 м). В эксперименте «Норвегия - МПГ - ТОРПЭКС» такие профили оперативно передавались по электронной почте, а по завершению эксперимента были переданы в соответствующий центр данных – ВНИИГМИ-МЦД. В зимней фазе Т-ПАРК подавляющее большинство станций такими возможностями не обладало, данные были собраны после завершения эксперимента и произведена их соответствующая обработка. В октябре они будут переданы в NCEP-NOAA и ВНИИГМИ-МЦД и, наряду с другими данными наблюдательных систем, станут доступны для численных экспериментов с целью оценки сравнительного вклада учащенных

наблюдений с разных платформ в точность численных прогнозов как для региона интереса, так и в целом по Северному полушарию.

Хотя оба эксперимента имели различный охват и длительность, они дали ценный опыт, показывающий, что применение адаптивных стратегий для радиозондовых наблюдений требует гораздо более тщательной организации и снабжения. Поэтому о целесообразности применения таких стратегий можно будет говорить только после наглядной демонстрации повышения точности прогнозов по результатам проведенных численных экспериментов.

**Стратегия развития экспедиционной инфраструктуры Российской антарктической экспедиции (РАЭ) в Антарктике на период до 2020 года и будущую перспективу до 2030 года.**

*Лукин В.В.*

*ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»  
Российская антарктическая экспедиция*

Отечественная экспедиционная инфраструктура в Антарктике была создана в 70-80-е годы XX века в ходе реализации требований Постановления СовМина СССР от 9 марта 1966 года «О мерах по дальнейшему развитию советских исследований в Антарктике». В результате, была построена наблюдательская сеть, состоящая из восьми круглогодично действующих антарктических станций (Молодежная, Мирный, Восток, Прогресс, Новолазаревская, Беллинсгаузен, Русская, Ленинградская) и 9 сезонных полевых баз (Дружная-1,-2,-3,-4, Эймери, Комсомольская, Оазис Бангера, Союз, Купол Б). Они были расположены по периметру и в центре шестого континента во всех антарктических ландшафтных зонах, создавая необходимые условия для проведения разнообразнейших научных исследований и экспериментов, а также мониторинга окружающей среды. Создание подобной сети потребовало значительного расширения транспортных возможностей Советской антарктической экспедиции, состоящей из трансконтинентальных морских и воздушных сообщений, внутриконтинентальных маршрутов полетов авиации и трасс санно-гусеничных походов. Созданию одной из самых развитых инфраструктур в Антарктике, которая имела наша страна, способствовало адекватное финансирование из средств государственного бюджета. Все это дало возможность СССР занять лидирующие позиции в исследовании южной полярной области.

Политико-экономические преобразования государственной деятельности в нашей стране 80-90-х годов прошлого века привели к резкому сокращению российской деятельности в Антарктике. Однако, предпринятые организационные шаги позволили сохранить основные направления деятельности РАЭ при существенном сокращении ее инфраструктуры. Постановлением Правительства РФ от 27 августа 1997 года №1113 «О деятельности Российской антарктической экспедиции» были определены минимально допустимые параметры деятельности РАЭ. Они состояли из пяти круглогодично действующих станций (Мирный, Восток, Прогресс, Новолазаревская, Беллинсгаузен), двух сезонных полевых баз (Дружная-4 и Молодежная), двух экспедиционных судов, двух вертолетов и двух самолетов. Укрепление отечественной экономики, наметившееся в начале XXI века, позволило расширить сферу активности РАЭ. Распоряжением Правительства РФ от 2 июня 2005 года №713-Р на период с 2006 по 2010 г.г. параметры экспедиции были расширены, за счет увеличения числа сезонных полевых баз (дополнительно Союз, Русская, Ленинградская), увеличения парка воздушных судов, включая самолет ИЛ-76ТД и расширения численного состава экспедиции.

24 апреля 2008 года Правительство РФ на своем заседании рассмотрело вопрос «Об обеспечении государственных интересов Российской Федерации в высокоширотных и полярных регионах».

Протокольным решением этого заседания Росгидромету, при участии заинтересованных органов федеральной исполнительной власти, поручалось разработать «Стратегию развития деятельности в Антарктике на период до 2020 года и более отдаленную перспективу». В разработанном проекте этого документа предлагается определить стратегической целью России в южном полярном регионе реализацию национальных интересов в соответствии с основными направлениями внешней и внутренней политики в части, касающейся Антарктики, а также предотвращение



(минимизация последствий) угроз национальным интересам России в Антарктике. Реализация этой цели достигается за счет трех подцелей:

- обеспечение национальной безопасности РФ путем предотвращения возникновения очагов международной напряженности в Антарктике и природно-климатических угроз глобального характера;
- укрепление экономического потенциала России за счет комплексного использования имеющихся водных биологических ресурсов Южного океана, а также возможного использования в перспективе минеральных, углеводородных и других видов природных ресурсов Антарктики;
- усиление международного престижа РФ за счет масштабных политических, социальных, научных, природоохранных акций и достижений.

Практическое выполнение поставленных тематических задач неразрывно связано с развитием соответствующей инфраструктуры, действующей в регионе. Данное развитие может быть осуществлено за счет создания принципиально новой инфраструктуры, отвечающей поставленным требованиям или реконструкцией и модернизацией созданной в советский период, инфраструктуры. Политико-правовой анализ этих подходов показал, что второй путь связан со значительно меньшими финансовыми ресурсами, привлекаемыми для этих целей с возможностью параллельного выполнения широкого комплекса фундаментальных и прикладных научных исследований в Антарктике. При реализации первого подхода нельзя забывать о необходимости строгого соблюдения правил Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике, т.к. прекращение любого вида деятельности в регионе влечет за собой необходимость удаления из него всех сооружений и оборудования, включая отходы жизнедеятельности с неиспользованных объектов, а также проведение рекультивационных мероприятий на территориях, занимаемых этими объектами. Стоимость подобных операций чрезвычайно высока, что в обязательном порядке отразится на выполнении других задач РАЭ.

## **Организация режимных геокриологических площадок на территории Уренгойского нефтегазоконденсатного месторождения (НГКМ)**

*Дроздов Д.С., Украинцева Н.Г., Скворцов А.Г., Царев А.М., Коростелев Ю.В.,  
Украинцева Е.А.*

*Институт криосферы Земли СО РАН*

В рамках международного Проекта CALM (Циркумпольярный мониторинг сезонно-талого слоя) на территории Западной Сибири функционируют 3 режимные площадки для наблюдений за глубиной сезонного протаивания многолетнемерзлых пород (ММП). Две из них расположены в тундровой зоне на полуострове Ямал, одна – в северной тайге, в районе г. Надым. Из этого зонального трансекта выпали лесотундра и южная тундра, занимающие значительные площади в Западной Сибири.

С целью создания комплексного Западно-Сибирского зонального трансекта мониторинга сезонно-талого слоя (СТС) полевым экспедиционным отрядом ИКЗ СО РАН в 2008 году были организованы две режимные площадки. Они расположены в центральных континентальных районах Западной Сибири, на левобережье р. Пур, в подзонах южной лесотундры и южной тундры. Территория Уренгойского НГКМ в настоящее время интенсивно осваивается, поэтому обе площадки, находящиеся в естественных относительно ненарушенных условиях, могут в дальнейшем показать влияние техногенеза на динамику сезонного протаивания ММП. Площадки приурочены к полигонам режимных геокриологических наблюдений, организованным на Уренгойском месторождении еще в 1975-1976 гг. По термометрическим скважинам глубиной 10-12 м, где ежегодно проводились замеры температур, можно уточнить и дополнить результаты наблюдений за сезонно-талым слоем. На обеих площадках, разбитых по стандартной методике CALM (100x100 м, с шагом 10 м) проведено комплексное ландшафтно-геохимическое опробование. Ежегодно, в конце теплого сезона года здесь планируется проводить измерение мощности СТС.

В районе УКПГ-5 (южная лесотундра) площадка расположена в пределах IV озерно-аллювиальной равнины, занимающей около 40% площади Надым-Пуровской подпровинции морских и озерно-аллювиальных южнолесотундровых равнин и являющейся главным водоразделом левых притоков р. Пур. Равнина сложена суглинисто-песчаными отложениями (нередко перекрытыми торфом). Преимущественно сильнольдистые ММП (суммарная влажность песков – 22-25%, суглинков – 35-50%) имеют практически сплошное распространение. Повсеместно развиты криогенные процессы. На площадке доминирует водораздельный торфяник, в краевой части переходящий в придолинное лишайниковое редколесье. По данным замеров температуры в режимных скважинах и геофизическим материалам кровля ММП под лишайничным редколесьем опускается на глубину 4-6 м.

В районе УКПГ-15 (южная тундра) площадка расположена на III морской равнине, преобладающей в пределах Тазовской подпровинции морских южнотундровых равнин, и сложенной преимущественно суглинистыми отложениями. Сильнольдистые ММП (суммарная влажность суглинков – до 60%, песков – 21-28%) имеют сплошное распространение с поверхности. Доминирующая на площадке геосистема – травяно-кустарничково-мохово-лишайниковые тундры с редкими пятнами-медальонами.

Работы проводятся при поддержке РФФИ (грант 08-05-00872а), в рамках разделов Программы ОНЗ РАН №13 «Эволюция криосферы в условиях меняющегося климата» и являются частью многолетнего (с начала 1990-х годов) международного Проекта CALM (Циркумпольярный мониторинг сезонно-талого слоя).

## Информационная система данных Международного полярного года

*Шаймарданов М.З., Кузнецов А.А., Михайлов Н.Н.  
ГУ «ВНИИГМИ-МЦД» Росгидромета*

Одной из важнейших задач научной программы Международного Полярного Года 2007/08 было создание полного и высококачественного полидисциплинарного информационного фонда по полярным областям Земли, аккумулирующего результаты научных исследований в период МПГ и обеспечивающего потребности различных групп пользователей на международном и национальном уровнях.

Для реализации задачи интеграции и обмена данными была разработана система МПГ-Инфо, базирующаяся на последних достижениях в области WEB-технологий, в частности на технологиях и информационной инфраструктуре, созданных в рамках Единой системы информации об обстановке в Мировом океане (ЕСИМО).

В системе предусмотрено хранение метаданных в централизованное базе метаданных (ЦБМД), единая точка входа и доступа к данным через WEB- портал MPG-Info и распределенное между тематическими центрами данных МПГ хранение данных. На базе нескольких институтов различных ведомств образовано семь тематических центров данных МПГ по таким направлениям как метеорология и океанография (ВНИИГМИ-МЦД), геология (ВСЕГЕИ), геофизика (ГЦ РАН), морские льды (АНИИ), экология и гляциология (ИГ РАН), биология (ЗИН РАН) и медицина (НИИПМ СГМУ), призванных осуществлять накопление, хранение и обслуживание пользователей соответствующими тематическими данными. Принцип обязательной регистрации данных через портал MPG-Info обеспечивает формирование общего каталога данных с указанием типа доступа – в режиме on-line или по запросу, адресованному в тематический центр данных МПГ.

Для загрузки данных и метаданных в базу системы МПГ-Инфо разработаны удаленные рабочие места, которые позволяют исполнителям проектов МПГ, используя Интернет, резервировать в системе информационное пространство для своих проектов, вводить метаданные через соответствующие формы и сохранять их в ЦБМД, загружать файлы данных, документы.

WEB-портал MPG-Info предоставляет пользователям Интернет возможности поиска, отбора и доступа к информационным ресурсам МПГ (описаниям проектов, проведенных экспедиций, результатов научных исследований, каталогам и описаниям массивов данных, загруженным файлам данных).

К настоящему времени через портал MPG-Info доступны следующие информационные ресурсы:

- каталог проектов, включенных в «План реализации научной программы участия Российской Федерации в проведении Международного Полярного года 2007/08», и связанные с ними метаданные (230 описаний);
- каталог исторических гидрометеорологических баз и массивов данных по полярным районам (92 описания);
- формализованные описания 95 морских и наземных экспедиций в Арктике и Антарктиде, выполненных в 2007-2009 г.г;
- массивы данных, полученные по проектам МПГ (описано 110 массивов, доступно в режиме on-line на MPG-Info – 40, ряд массивов недоступен on-line из-за большого объема).
- база оперативных океанографических и метеорологических данных с судов и буев по Арктике за 2007-2009 г.г. в объеме свыше 2.5 млн. сводок;
- массивы исторических данных (метеорология, океанография, геофизика, гляциология) по полярным районам Земли.

## **Разработка и создание информационных ресурсов для исследования криосферы полярных и высокогорных районов.**

*Хромова Т.Е.  
Институт географии РАН*

Проект «Информационное обеспечение исследований криосферы полярных и высокогорных районов» направлен на создание системы организации криосферных данных для обеспечения исследований в рамках МПГ. Деятельность по проекту включает реанимацию и перевод в цифровой формат архивов, в том числе результатов исследований по МГГ; создание информационных структур для организации вновь получаемых данных, в том числе в рамках МПГ. Разработка и создание такой системы на базе современных ГИС технологий, даст возможность превратить разнородные данные в информационный ресурс для оценки изменений произошедших в криосфере полярных и высокогорных районов за вторую половину XX века.

В рамках проекта создаются Интернет ресурсы, существенно расширяющие возможности информационного обеспечения исследований криосферы. Создана и постоянно пополняется специализированная страница «Гляциология» в рамках Географического портала. Продолжается формирование архива журнала «Материалы гляциологических исследований» и полнотекстовой библиотеки по гляциологии.

В Институте географии РАН создается тематический информационный центр, в котором размещаются результаты исследований, проведенных в рамках МПГ. Разрабатывается технология по управлению гляциологическими, экологическими и социально-экономическими данными. Технология предполагает формирование Каталога данных, формирование базы данных экспедиционных наблюдений и научных проектов национальной программы МПГ 2007/08 по гляциологии, экологии и социально-экономическому развитию, регистрацию эти данных в базе метаданных и включение их в информационные ресурсы системы МПГ-Инфо. Для реализации регистрации данных по гляциологии, экологии и социально-экономическому развитию в системе МПГ-Инфо разработаны специальные тематические рубрикаторы, позволяющие расширить тематику соответствующих разделов системы. Были так же составлены специальные формы для описания проектов МПГ, экспедиций и массивов данных.

В центральную базу метаданных единой системы информации о Мировом океане (ЕСИМО) включены 18 описаний экспедиций, 26 описаний массивов данных. 57 - массивов данных, могут быть предоставлены пользователю из Центра МПГ по запросу.

Подготовлены технологические документы:

Технология по управлению гляциологической, экологической и социально-экономической информацией. Общее описание.

Технология по управлению гляциологической, экологической и социально-экономической информацией. Описание информационной базы.

Технология по управлению гляциологической, экологической и социально-экономической информацией. Руководство пользователя.

Информационная технология внедрена в существующую схему функционирования системы МПГ-Инфо (центры МПГ, система МПГ-Инфо и пользователи) согласно установленного регламента.

Сведения о форматах, программных комплексах, базах данных и других средствах усовершенствованных технологий, эксплуатационной и методической документации включены в централизованную базу метаданных ЕСИМО. Сформированные массивы и базы данных используются для обеспечения пользователей и выполнения научно-исследовательских работ по программе Международного полярного года.

В докладе представлены результаты работ по проекту за 2009 год, а так же планы на будущее.

## Дисциплинарный центр сбора геофизических данных МПГ

*Харин Е.П., Забаринская Л.П., Крылова Т.А., Сергеева Н.А., Родников Г.А.,  
Шестопалов И.П.  
Геофизический Центр РАН*

Российские Мировые центры данных по солнечно-земной физике и физике твердой Земли (МЦД по СЗФ и ФТЗ) участвуя в программе «Международный полярный год 2007-2008» (МПГ) выполняли работы по проекту ОНЗ РАН «Информационное обеспечение геофизических исследований при проведении МПГ», являвшиеся частью научной программы участия РФ в проведении МПГ по направлению «Информационные системы. Управление данными» и международного проекта “Data and Information Service for Distributed Data Management - IPY DIS”.

Цель работы - создание системы накопления, обеспечения долговременного хранения геофизических данных, полученных при изучении полярных областей Земли в рамках программы МПГ 2007-2008, и организация удобного доступа пользователей к этим данным, а также к данным, полученным ранее в результате наблюдений, измерений, исследований на различных обсерваториях и станциях, при проведении экспедиций, экспериментов и других работ в Арктике и Антарктике.

Создан сайт «МПГ 2007-2008» на русском и английском языках: <http://www.wdcb.ru/WDCB/IPY/>. На сайте представлена информация о программе МПГ. Обеспечен свободный доступ пользователей к массивам и базам данных, имеющимся в МЦД по СЗФ и ФТЗ в электронном виде – геомагнитным, сейсмологическим, ионосферным, гравиметрическим данным, данным о тепловом потоке, о вулканах, о станциях регистрации космических лучей в полярных областях. Часть старых данных была переведена из аналогового в электронный вид. Организован виртуальный доступ к геофизическим данным по Арктике и Антарктике, представленными другими организациями в сети Интернет.

В научной программе участия РФ в проведении МПГ Геофизический центр РАН определен как дисциплинарный Центр сбора геофизических данных МПГ. В рамках ФЦП «Мировой океан» и подпрограммы «Создание единой государственной системы информации об обстановке в Мировом океане» в ГЦ РАН была выполнена НИР с целью разработки технологии сбора, накопления и обмена геофизической информацией, полученной по программе МПГ 2007-2008 и до ее начала, и интеграции ее в информационную систему МПГ- Инфо, входящую в Единую Систему Информации об обстановке в Мировом Океане (ЕСИМО), созданную и функционирующую во ВНИИГМИ-МЦД. Создан каталог геофизических данных, полученных Центром сбора геофизических данных МПГ и организован доступ пользователей к этому каталогу. Сформированы массивы геофизических данных МПГ, зарегистрированы эти данные в базе метаданных и включены в информационные ресурсы системы МПГ- Инфо.

## Новая международная классификация снега

*Сократов С.А.*

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

Использование общепринятой терминологии в научной литературе не только является ключом к пониманию приводимых фактов и их объяснений, но и связывает представляемые результаты со значительно более широким спектром научных проблем, чем рассматриваемые в каждой научной работе по отдельности. Существующие описания снега и снежного покрова, при их рассмотрении в качестве составной части того или иного природного процесса, нередко включают в себя термины, изобретаемые для конкретной научной задачи исследования и принадлежащие к области знаний конкретного исследователя. В результате, нередко, применение опубликованных данных по снегу становится возможным лишь в узком кругу соответствующих специалистов. Международная комиссия по снегу и льду, реформированная к настоящему времени в «Международную ассоциацию криосферных наук», в 2003 г. сформировала рабочую группу по классификации снега. Целью группы являлась ревизия опубликованной в 1990 г. «Международной классификации снега», требовавшей обновления, прежде всего, в связи с появлением новых методов исследования снега и снежного покрова. Деятельность группы была также включена в программу Международного полярного года (International Polar Year (IPY 2007–2009) IPY activity ID No 346 “Ice and Snow Classification and Glossary”).

Предполагается, что специалистам достаточно далёких от снежного покрова и снега областей, по той или иной причине «коснувшихся» снега, возможно, окажется более удобным принять предлагаемый новой классификацией научный язык, чем придумывать новый. Очевидно, что никакая классификация, по определению, не может охватить весь возможный спектр различий в микроструктуре и связанных с нею свойствах снега. Поэтому планируется, что международная классификация снега может и будет обновляться по мере получения новых данных и появления новых методов исследования снега и снежного покрова. Несомненно, что для включения результатов новых исследований в процесс обновления классификации, при необходимости выделения иных, чем в международной классификации, границ между типами снега, потребуются описание положения этих новых границ по отношению к классам и типам международной классификации снега. Целью доклада является представление новой классификации снега Российским специалистам.

Классификация публикуется в серии ЮНЕСКО «технические документы в гидрологии» и будет находиться в свободном доступе через интернет. Перевод на русский язык осуществляется по согласованию с Гляциологической ассоциацией.

## **Перспективы создания циркумполярной системы социально-ориентированного мониторинга Севера на базе результатов МПГ 2007-2008**

*Власова Т.К.  
Институт географии РАН*

Нельзя не согласиться с тем, что достижения Международного полярного года (МПГ) значительны и многоплановы. Для их дальнейшего эффективного использования на новом витке Международного полярного десятилетия важно наметить перспективные направления деятельности, которые позволят провести целенаправленную «сборку» результатов, обнаружить важные пробелы в знаниях и выделить эффективные подходы, методы анализа и своевременного получения необходимых знаний и данных об изменениях происходящих как в природе, так и обществе. Одним из таких перспективных направлений деятельности является создание циркумполярной системы социально-ориентированного мониторинга (социомониторинга).

В последние несколько лет в рамках программ и групп Арктического совета, который призван содействовать сотрудничеству в области обеспечения устойчивого развития приполярных регионов, при содействии специально созданной Подкомиссии по мониторингу Объединенного комитета МПГ (IPY WMO/ ICSU - SCOBS) и целого ряда кластерных проектов МПГ, стали активно разрабатываться международные и национальные проекты по созданию интегральных наблюдательных систем. Несколько лет обсуждался, а в 2009 году на встрече Арктического совета был утвержден план реализации крупнейшего проекта по созданию Устойчивой Арктической Наблюдательной Сети (SAON), в которой особое место занимают проекты и сети по социальному мониторингу. Знаменательно то, что в SCOBS было выделено новое направление по социальному мониторингу, в рамках которого, по специально разработанной схеме, были выявлены наиболее важные проекты МПГ включающие социальные наблюдения в сферу своей деятельности. ([www.ipu.org](http://www.ipu.org))

В данном докладе делается попытка оценки опыта проектов МПГ с точки зрения перспектив создания циркумполярной системы социомониторинга. Социомониторинг, как это было сформулировано в национальном российском проекте МПГ «Интегральная Арктическая социально-ориентированная система мониторинга» (ИАСОС), - это наблюдения и мониторинг изменения показателей, характеризующих и воздействующих на качество жизни населения и развитие потенциала жителей на базе интеграции методов междисциплинарной науки, статистики, интервьюирования, а также современных методов дистанционного зондирования и разработки ГИС. В проекте ИАСОС на основании теоретических разработок, результатов полученных в регионах Севера России и изучения опыта других стран Арктического совета, были разработаны подходы, средства и методы социомониторинга. На базе этих разработок по мере поступления данных, отслеживаются и анализируются достижения выделенных проектов МПГ и намечаются пробелы в знаниях и подходах для дальнейшего развития системы социомониторинга. Особую ценность для развития циркумполярного социомониторинга качества жизни представляет опыт междисциплинарных проектов МПГ. Сочетание подходов и методов этих проектов позволяет выявить ключевые (жизненно важные) проблемы и показатели, отслеживая которые можно проследить изменения в качестве жизни населения. Важным достижением анализируемых проектов МПГ является активное вовлечение жителей населенных пунктов Севера в качестве наблюдателей происходящих природно-климатических и социо-культурных изменений. Анализ проектов МПГ по разработанной схеме позволяет определить задачи формирования системы социомониторинга в современной ситуации кризиса и/или социально-экономической неопределенности, требующей быстрого реагирования социума и принятия решений на различных уровнях управления от циркумполярного, национального и до локального.

## Археологические исследования на архипелаге Шпицберген в рамках МПГ

*Старков В.Ф.*

*Институт археологии РАН*

Основные исследования в области археологии Арктики были сосредоточены на архипелаге Шпицберген.

Это объясняется целым рядом обстоятельств: 1) этот регион наиболее насыщен историческими объектами, 2) они связаны с деятельностью представителей целого ряда государств Европы и Северной Америки, прежде всего России, Нидерландов, Швеции, Англии, США, 3) исследование исторических памятников на Шпицбергене хорошо согласуется с изучением объектов, относящихся к началу индустриальной деятельности конца XIX-начала XX вв., 4) сотрудничество научных экспедиций различных стран (прежде всего России и Нидерландов) имеет продолжительный и позитивный характер.

В работах по программе Международного полярного года приняли участие научные коллективы из России, Нидерландов, Швеции, США, Англии и Норвегии. Они были связаны с обоими направлениями современной археологии: классической и индустриальной.

Основные исследования были сосредоточены на поселении Кокеринесет а заливе Грэн-фьорд, где были вскрыты многочисленные остатки русских построек XVIII-начала XIX вв., а также остатки судна. Исполнители: Институт археологии РАН и Гронингенский университет (Нидерланды).

Помимо раскопок были проведены разведочные работы в бухте Петунья (остров Западный Шпицберген), где были обнаружены многочисленные остатки судовых деталей, а также произведены визуальные исследования русского поселения в бухте Ричардлагуна на острове Земля Принца Карла.

Исследования в области индустриальной археологии проводились, в основном, Гронингенским университетом (Нидерланды) и Мичиганским университетом (США). Они носили широкий характер и охватили несколько районов архипелага. Раскопки отдельных объектов начала XX в. были произведены на западном берегу залива Грен-фьорд при исследовании поселения Кокеринесет.

Стационарные изучения памятников начала угледобычи на архипелаге Шпицберген были произведены на территории поселка Баренцбург и в его окрестностях, а также в пределах поселка Лонгиербюен. Помимо этого разведки и визуальное обследование памятников было произведено в поселке Грумант, в заливах Кросс-фьорд, Конгс-фьорд, Ис-фьорд и на острове Земля Принца Карла.



**Территориальное планирование и экологические риски в Арктике в условиях глобальных изменений климата и промышленного воздействия на окружающую среду.**

*Андреева Е.Н.<sup>1</sup>, Швецов А.Н.<sup>1</sup>, Бадюков Д.Д.<sup>2</sup>, Кучмаева О.В.<sup>3</sup>, Петрякова О.Л.<sup>4</sup>*

<sup>1</sup>*Институт системного анализа РАН*

<sup>2</sup>*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

<sup>3</sup>*Институт семьи и воспитания Минобрнауки*

Изолированные попытки разработки стратегий развития субъектами федерации и муниципальными образованиями с конца 90-х годов прошлого века наконец получили федеральную поддержку: с 2005 года Правительство РФ обязало все регионы разработать собственные планы стратегического социально-экономического развития, включая документы территориального планирования (ТП). По своей сути речь идет о выявлении собственных резервов, ценностных ориентиров при поиске направлений развития в соответствие с инфраструктурными, социальными, экономическими, природно-ресурсными и экологическими особенностями территорий. Глобальный финансовый кризис, разразившийся позднее, еще более подтвердил, что именно социально-экономическая устойчивость регионов определяет возможности страны по скорейшему выходу из кризиса с сохранением ее главных ценностей – человеческого потенциала и материальной базы для возрождения экономики.

Переходный период экономики разрушил сложившуюся в советские времена практику и интеллектуальную базу региональной политики, обеспечивавших взаимоувязанное развитие субъектов федерации с учетом территориальных возможностей. Эта практика была далеко несовершенна, преобладали технократические и отраслевые подходы, на третьих ролях отыгрывались социальные задачи, и практически не учитывалась экологическая составляющая социально-экономического развития. Но на современном этапе процесс стратегирования и его составной части – ТП, приходится строить с самого начала, в условиях жесткого бюджетного дефицита делать ставку прежде всего на инновационные промышленные технологии, на точки перспективного роста, учитывать ограниченные инфраструктурные возможности и искать пути встраивания в существующую вертикаль регионального управления.

Попытки современных структур управления найти для всех регионов России единый алгоритм территориального планирования, отвечающего жестким требованиям и рекомендациям единой методологии, при своей правильной заданности, имеют подводные камни, которые могут значительно ослабить эффективность самого процесса стратегирования. При огромной дифференциации природно-ресурсных, социально-демографических, экологических условий российских регионов, существующие ограничения по развитию инфраструктуры и рынку труда далеко не исчерпывают все лимитирующие факторы, также как и не отражают всю специфику регионов.

В данном научно-исследовательском проекте делается попытка подчеркнуть для целей ТП те социально-культурные и экологические ценности арктических регионов, которые могут быть представлены в качестве системных индикаторов и которые должны учитываться в документах ТП наряду с основными экономическими и финансовыми характеристиками регионов. Эти индикаторы по нашему представлению должны войти и в ГИСы, и программы социально-экологического мониторинга территориального образования. Наличие крупных областей неосвоенных земель должно рассматриваться сегодня не как лимитирующий фактор ограниченного инфраструктурного обеспечения, а как будущий уникальный резерв пространственного развития, которого лишена большая часть стран с развитой экономикой. Разнообразие культурно-хозяйственных укладов, присущих Российскому Северу и Арктике, с высокой степенью исторически сложившейся адаптации к различным природным и антропогенным изменениям, должно оцениваться как бесценный опыт общественного развития, заслуживающий широкого изучения и использования.

## **Концептуальные вопросы оказания медицинской помощи в регионах с низкой плотностью населения в рамках программы МПГ 2007/09**

*Шеповальников В.Н., Оношко В.А., Часнык В.Г., Аврусин С.Л., Дранаева Г.Г., Тешебаев Ш.Б., Смуров С.В., Домашенко А.В.*

*ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

Цели работ, выполняемых по программе МПГ 2007/09, преследовали установление влияния специфических гелиогеофизических и метеотропных факторов полярных районов Земли и особых экологических условий Крайнего Севера на функциональное состояние и состояние здоровья населения этих регионов.

Для успешной реализации поставленных целей был использован многолетний опыт ЦПМ ГУ АНИИ по изучению этих проблем и опыт многолетней экспедиционной деятельности по ФЦП «Дети Севера», «Дети России» и многочисленным региональным программам, благодаря которому была разработана концепция оказания медицинской помощи в арктических регионах с низкой плотностью населения.

Суть концепции заключается в широкомасштабном использовании современных инновационных медицинских технологий позволяющих существенно расширить возможности оказания медицинской помощи (особенно специализированной) в районах Крайнего Севера и при этом значительно сократить расходы для достижения позитивных результатов лечения.

При этом последовательно использовались методики оценки состояния здоровья детской и взрослой популяций с помощью АСПОН\_АКДО (Воронцов И.М., Иванова Т.И., Часнык В.Г., Шаповалов В.В.) дающих качественную оценку состояния здоровья населения обследуемых регионов и автоматизированной системы СОНАР (Шеповальников В.Н., Оношко В.А.), позволяющих количественно оценить состояние здоровья населения по каждой нозологической форме. В сложных с точки зрения диагностики случаях осуществлялась система телемедицинской консультативной помощи.

В рамках Международной программы полярного года был проведен испытательный пробег по тундре вездеходов медицинского назначения фирмы МАЗ-МАН (Белоруссия-Германия), использование которых в качестве мобильной поликлиники удешевит обследование и лечение населения, проживающего в отдаленных и труднодоступных пунктах в десятки раз.

Оценка влияния специфических геогелиофизических и метеотропных реакций арктических регионов на организм человека проводилась в Республике Саха (Якутия), а оценка влияния экологических факторов на состояние здоровья населения – в Ямало-Ненецком округе.

В результате работ, проведенных в Якутии, было установлено, что характер ответных реакций на воздействие природных факторов имеет индивидуальные особенности, порой имеющих противоположную направленность. На основании изучения этих реакций была разработана классификация метеочувствительности человека в полярных районах Земли, которая включает в себя и ранее проведенные исследования в Арктике и Антарктике (Шеповальников В.Н., Сороко С.И.).

Изучение влияния экологических факторов на состояние здоровья населения ЯНАО выявило отчетливую зависимость развития ряда болезней (онкология, заболевания сердечно-сосудистой системы, болезни мочеполовой системы, заболевания пищеварительной системы) от региональной экологической обстановки.

Наиболее неблагоприятные условия сложились в крупных городах ЯНАО: Новый Уренгой, Муравленко, а также в поселке Харп, где размещены предприятия по первичной переработке руды, содержащей хром и никель и щебня, содержащего кадмий.

## О создании виртуального полярного университета

*Балясников С.Б.<sup>1</sup>, Воробьев В.Н.<sup>2</sup>, Сократова И.Н.<sup>1</sup>, Ткаченко К.Г.<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

<sup>2</sup>*Российский государственный гидрометеорологический университет*

В последние годы в России и за рубежом значительно возросло внимание к проблемам освоения Арктики и исследованиям в Антарктиде. Это обусловлено как необходимостью поиска новых сырьевых источников, так и заметным изменением климата в современную эпоху. В связи с этим возникает актуальная задача активизации доведения до широкой общественности результатов и проблем освоения Арктики и Антарктики. В настоящее время новым, развивающимся средством освещения событий в Арктике и Антарктике, доведения знаний об окружающей среде и жизни людей в полярных районах, истории полярных исследований и хозяйственного освоения арктических регионов помимо традиционных печатных средств, телевидения и радио становится Интернет. Существующие в Интернете сайты, связанные с проблемами окружающей среды, имеют или достаточно широкую направленность, или организованы по узкоспециализированному признаку. Сайта, содержащего информацию по географическому признаку - полярным районам и содержащего информацию по различным отраслям знаний в русскоязычной среде нет. В связи с этим создание виртуального Полярного университета как корпоративной Интернет – структуры, обеспечивающей доступ к максимально широкой Интернет - базам знаний, из всех имеющихся в России Интернет- ресурсов является актуальной задачей. По стандартам ЮНЕСКО такой проект соответствует инновационному проекту в области трансграничного образования.

Работа выполняется на основании п.7.3 Плана мероприятий по участию России в МПГ на 2009 г.

Целью работы является создание корпоративного Интернет – портала, обеспечивающего доступ к Интернет ресурсам по знаниям различной категории по полярным районам – виртуального Полярного университета.

Планируемые темы (разделы) сайта:

- История полярных исследований
- Современные направления исследований, в частности, гидрометеорологические и гелиогеофизические условия полярных областей, строение и история геологического развития литосферы полярных районов, наземные и морские экосистемы Арктики и Антарктики, развитие наблюдательной сети, информационные системы и управление данными, качество жизни населения и социально-экономическое развитие полярных регионов
- Информационная база по образованию и смежным учреждениям (адреса, ссылки)
- Работа
- Библиотека (источники и ссылки на источники)
- Учебные вспомогательные материалы (карты)
- Фото- видеогалерея
- Новостная лента
- Обратная связь

В рамках Виртуального Полярного университета каждый участник мог-бы представить имеющуюся у него информацию для широкого доступа под единым логотипом виртуального университета. Объем и содержание предоставляемой информации, каждый участник проекта определяет самостоятельно. Приглашаем принять участие в работе по созданию виртуального Полярного университета.

## **Подготовка нового поколения полярных исследователей в ГУ «ААНИИ»**

*Сократова И.Н., Фролов И.Е.*

*ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

Выполнение научных программ по исследованию природной среды и климата Арктики и Антарктики невозможно без привлечения молодых высококвалифицированных кадров. Назрела необходимость омоложения кадрового состава научно-исследовательских учреждений, для чего важна целевая подготовка нового поколения полярных исследователей, закрепление молодых квалифицированных специалистов в науке и дальнейшее повышение их квалификации.

ААНИИ активно участвует в высшей образовательной деятельности по подготовке кадров, взаимодействуя с ВУЗами. Ведущие ученые института читают курсы лекций в РГГМУ, СПбГУ, Государственной полярной академии, Санкт-Петербургском государственном Морском техническом университете и других ВУЗах. На базе ГУ «ААНИИ» совместно с РГГМУ с 2008 г. начала функционировать магистратура по специальности «полярная гидрометеорология».

В Институте создано новое структурное подразделение «Отдел подготовки кадров», в которое вошла также аспирантура. В отделе осуществляется программа по подготовке высококвалифицированных молодых кадров для последующей работы в научных подразделениях института. Программа предусматривает набор на конкурсной основе в отдел талантливых студентов старших курсов и магистрантов путем заключения срочных трудовых договоров. За каждым молодым специалистом закрепляется научный руководитель из числа высококвалифицированных сотрудников научных подразделений института. Молодые сотрудники отдела подготовки кадров под их руководством вовлекаются в практику работы по тематике НИР ГУ «ААНИИ», имея возможность написать курсовые и дипломные работы, пройти производственную практику, в том числе, в экспедициях, знакомятся со спецификой научно-производственной деятельности подразделений ГУ «ААНИИ», обретают навыки работы по специальности. В 2008/09 г. по данной программе проходили подготовку 13 студентов и магистрантов, специализировавшиеся по тематикам: палеоклимат полярных областей; определение изменений в окружающей среде Антарктики в условиях меняющегося климата; исследование и моделирование процессов и явлений в акватории Арктического бассейна и в устьевых областях рек Российской Арктики; разработка, испытание и внедрение новых технологий мониторинга гидрологических, гидрохимических и ледовых условий в Северном Ледовитом океане и арктических морях; исследование долговременных изменений приземного атмосферного электрического поля в их связи с солнечной и магнитной активностью. Успешно окончившие программу и получившие дипломы магистров два выпускника СПбГУ получили возможность приоритетного поступления в аспирантуру ГУ «ААНИИ». Две стажировавшиеся в ОПК выпускницы СПбГУ, получившие красные дипломы, приняты на работу в отдел географии полярных стран. Выпускница политехнического института планирует работать в лаборатории физики льда. Пятеро студентов будут продолжать стажироваться в ОПК в 2009/10 г., пройдя новый конкурсный отбор. Всего на следующий учебный период в отделе планируется подготовка 12 студентов. Планируется вовлекать в процесс подготовки молодых квалифицированных кадров создаваемую в ГУ «ААНИИ» Лабораторию изменения климата и окружающей среды (ЛИКОС).

Под руководством сотрудников ГУ «ААНИИ» в 2008/09 учебном году выполнено 7 курсовых и 11 дипломных работ по полярной тематике. Студенты и аспиранты участвуют в экспедиционных работах ГУ «ААНИИ» на СП-36, Шпицбергене, в экспедиции «Дельта Лена», на озере Эльгыгытгын, а также в РАЭ.

Кроме того, в ходе выполнения мероприятий по реализации заключительной фазы МПГ с целью активизации внимания и распространения знаний о полярных областях

Земли среди широкой общественности ведется создание виртуального полярного университета. Разрабатываются учебные пособия; проводится подготовка к публикации методических и популярных материалов по истории, современным исследованиям, развитию арктического региона. Институт участвует в организации конкурсов студенческих научных работ и городской олимпиады школьников по арктической тематике (совместно с РГГМУ и Педагогическим университетом им. Герцена); совместно с РГГМУ ведется работа по подготовке и проведению научно-исследовательской конференции молодых учёных по полярной тематике.

## **Российский научный центр на архипелаге Шпицберген (РНЦШ)**

*Саватюгин Л.М.*

*ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт»*

В настоящее время, помимо Норвегии и России, научные исследования на архипелаге ведут США, страны ЕС, Япония, Китай, Корея и Индия. Российское научное присутствие на Шпицбергене сталкивается с такими серьезными проблемами как 1) значительный износ инфраструктуры и материально-технической базы; 2) научные исследования ведутся недостаточно скоординировано, в результате чего нерационально расходуются средства на логистику, что приводит к снижению эффективности полевых работ и обеднению научных результатов; 3) нехватка подготовленных научных кадров; 4) проблема транспорта, обеспечивающего научные работы на архипелаге и доставку научного оборудования и отpravку в Россию собранных для исследований материалов. Для решения комплекса вопросов по развитию научной деятельности реализуется проект «Укрепление российского присутствия на архипелаге Шпицберген» в рамках реализации подпрограммы «Освоение и использование Арктики» ФЦП «Мировой океан» III этап («008–2012 гг.»). Основной задачей этого проекта является создание Российского научно-координационного центра на Шпицбергене, координирующего и объединяющего инфраструктуру, системы мониторинга и научные программы российских организаций разной ведомственной принадлежности. В докладе приводятся основные функции РНЦ, план реализации по созданию центра, ожидаемые результаты, объемы финансирования, структура РНЦШ.