



ИНФОРМАЦИОННЫЙ БЮЛЛЕТЕНЬ

НОВОСТИ МПГ 2007/08

МЕЖДУНАРОДНЫЙ ПОЛЯРНЫЙ ГОД 2007/08 В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ И В МИРЕ

№ 13 (март 2008 г.)

ISSN 1994-4128



В НОМЕРЕ:

■ СОБЫТИЯ

Члены Правительства России посетили Антарктиду

■ РАБОТЫ В АРКТИКЕ

Работы Геологического института КНЦ РАН
Полевые исследования в Центральной Чукотке:
Усть-Бельский террейн

■ МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Экспедиция «RUSALCA-2007»
Палеоокеанологические исследования в Арктике

■ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

Генезис современных изменений
температурного режима в Западной Арктике

Летняя полевая учебная практика
«Мерзлота и перигляциальная геоморфология
Западной Сибири и Западного Таймыра»

Температурный режим, газовые примеси,
динамические и химические процессы
в атмосфере полярных и субполярных районов

Геологическая экспедиция по Онеге и Ладоге

Проект «Верхняя атмосфера
и околоземное космическое пространство»

Что общего у озера Байкал
и подледникового озера Восток (Антарктида)?

■ СООБЩЕНИЯ

Первые международные студенческие курсы
по мерзловедению «ТЕРО-Yamburg-2007»
на севере Западной Сибири

ЧЛЕНЫ ПРАВИТЕЛЬСТВА РОССИИ ПОСЕТИЛИ АНТАРКТИДУ

9–13 марта 2008 г. делегация Правительства Российской Федерации во главе с Первым заместителем Председателя Правительства, Сергеем Борисовичем Ивановым, посетила Южно-Африканскую Республику. В состав делегации входили министр транспорта Игорь Евгеньевич Левитин, министр природных ресурсов Юрий Петрович Трутнев и другие официальные лица, всего 25 человек. Целью визита было подписание двухсторонних межправительственных соглашений по экономическому сотрудничеству между ЮАР и Россией.

Поздним вечером 10 марта делегация прибыла в Кейптаун, откуда в ночь с 10 на 11 марта на борту самолета ИЛ-76ТД совершила перелет в Антарктику на ледовый аэродром российской станции Новолазаревская. Полет осуществлен в рамках международной авиационной программы DROMLAN, участниками которой являются 11 стран. В 6 ч 30 мин по UTC самолет совершил посадку на аэродроме станции Новолазаревская. После завтрака члены делегации на двух самолетах БТ-67 «Басслер» совершили облет оазиса Ширмахера, в котором расположены российская станция Новолазаревская и индийская станция Мейтри. После этого участники перелета прибыли на станцию Новолазаревская, где была совершена экскурсия по станции и проведено совещание о состоянии и перспективах развития российской транспортной авиации в Антарктике.

Кроме названных лиц в совещании приняли участие: заместитель руководителя Росгидромета А.В.Фролов, начальник Аппарата Министра обороны России А.С.Чоботов, президент ОАО «Объединенная авиастроительная корпорация» А.И.Федоров, главный конструктор ОАО «Авиационный комплекс им. С.В.Ильюшина» Н.Д.Таликов, директор ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации» В.С.Шапкин, заместитель директора ФГУП «Государственный

научно-исследовательский институт гражданской авиации» О.Ю.Стародомский, начальник летно-испытательного центра ФГУП «Государственный научно-исследовательский институт гражданской авиации» Р.Т.Есоян, исполнительный директор ОАО «Туполев» С.Ф.Ильюшенко, генеральный директор Российского научно-исследовательского института космического приборостроения (РНИИ КП), генеральный конструктор навигационной системы ГЛОНАС Ю.М.Урличич, помощник министра транспорта России В.С.Еремин, помощник министра природных ресурсов России А.А.Ботвинко, директор Департамента международного сотрудничества МПР России И.И.Майданов, генеральный директор «Международного антарктического логистического центра» А.В.Турчин, заместитель директора ГУ «Арктический и антарктический научно-исследовательский институт», начальник Российской антарктической экспедиции (РАЭ) В.В.Лукин.

Известно, что авиационное обеспечение любой антарктической программы подразделяется на организацию и проведение межконтинентальных и внутриконтинентальных полетов авиации. В качестве базового аэропорта, из которого РАЭ организует полеты в Антарктиду, с 1991 г. выбран южно-африканский Кейптаун, который находится на минимальном удалении от российской станции Новолазаревская. На последней в 2001 г. восстановлена ледовая взлетно-посадочная полоса (ВПП), пригодная для приема тяжелых транспортных самолетов на колесных шасси типа ИЛ-76ТД. В конце декабря 2005 г. данная полоса получила Свидетельство летной годности, соответствующей всем правилам, принятым для подобных инженерных сооружений в структуре гражданской авиации Российской Федерации.

С ноября 2001 г. по настоящее время на данную ВПП было совершено 44 посадки самолета ИЛ-76ТД. Летно-технические характеристики данного самолета не позволяют ему вернуться в аэропорт вылета в случае отсутствия условий, пригодных для посадки в Антарктиде, без дополнительной дозаправки. Таким образом, любой межконтинентальный полет самолета ИЛ-76ТД из Кейптауна в Новолазаревскую имеет так называемый «рубеж возврата» – конечную точку принятия командиром воздушного судна решения о выполнении посадки до прибытия в район ее осуществления. В этой связи весьма актуальным становится вопрос использования воздушного судна, конструктивные особенности которого позволяют выполнять столь длительные перелеты без «рубежа возврата». Это не только повысит уровень безопасности подобных полетов, но и значительно повлияет на экономическую сторону их организации, так как предельно сократится необходимость доставки авиационного топлива в Антарктиду для дозаправки самолета на обратный рейс.



Прибытие делегации на станцию Новолазаревская.
Фото предоставлено РАЭ

Техническое решение этой проблемы уже найдено путем модернизации серийного самолета ИЛ-76ТД в версию ИЛ-76ТД90, в которой типовые двигатели заменены на более экономичные моторы ПС-90 отечественного производства. Вопросы выделения серийных самолетов ИЛ-76ТД под их модернизацию, а также определения источника финансирования данных работ подробно обсуждались на совещании, участники которого сделали конкретные организационные предложения для их решения.

Внутриконтинентальные полеты в Антарктиде (грузопассажирские перевозки между антарктическими станциями, исследовательские полеты с дистанционным зондированием подстилающей поверхности, авиадесантные и аварийно-спасательные работы) в настоящее время в РАЭ осуществляются при помощи самолетов БТ-67 «Басслер», АН-2 и вертолетов МИ-8. При этом материально-техническое обеспечение и смену личного состава внутриконтинентальной станции Восток с декабря 2004 г. выполняет самолет БТ-67 «Басслер» из российской антарктической станции Прогресс. Технические характеристики этого самолета позволяют перевозить не более 1700 кг груза за один полет между этими станциями, однако на обратный перелет с Востока на Прогресс требуется 12–14 двухсотлитровых бочек авиатоплива. Поэтому необходимо организовывать предварительную доставку авиатоплива на Восток в бочках при помощи санно-гусеничных поездов или парашютного десантирования с самолета ИЛ-76ТД.

К сожалению, отечественная авиационная промышленность не производит среднемагистральных самолетов на лыжных или лыжно-колесных шасси, приспособленных для подобных полетов в Антарктике. Решить данный вопрос можно, в частности, путем применения в антарктических условиях самолета ИЛ-114, который уже более 10 лет успешно эксплуатируется для пассажирских перевозок в России и некоторых странах СНГ. Однако данный самолет имеет только серийные колесные шасси, не пригодные для посадки на снежных ВПП антарктических станций и полевых баз. ОКБ им. С.В.Ильюшина уже подготовило технический проект изготовления транспортной модификации самолета ИЛ-114Т на лыжно-колесном шасси, который мог бы применяться для обеспечения деятельности различных национальных антарктических программ. Для примера, полезная нагрузка данного самолета при полетах между станциями Прогресс и Восток составила 5000–6000 кг без необходимости дополнительной дозаправки на стан-



Зам. руководителя Росгидромета А.В.Фролов (слева) и начальник станции Новолазаревская Е.П.Савченко (справа). Фото предоставлено РАЭ

ции Восток. Инженерное решение по размещению топливных баков в центроплане самолета позволит довести перегоночную дальность этого самолета до 7100 км, что позволяет организовать его полет из Кейптауна в Новолазаревскую, избегая традиционного перелета из Европы в Южную Америку и далее на Антарктический п-ов для прибытия в Восточную Антарктиду. Данный самолет позволит организовать реальное воздушное сообщение между всеми российскими антарктическими станциями и большинством сезонных полевых баз, что намного повысит оперативные возможности логистических операций РАЭ. Участники совещания подробно рассмотрели предложения ОАО «Авиационный комплекс им. С.В.Ильюшина» по данному вопросу и наметили практические шаги по их реализации.

В ходе выполнения перелета самолета ИЛ-76ТД по маршруту Кейптаун–Новолазаревская–Кейптаун проведены натурные испытания различных навигационных комплексов отечественной спутниковой навигационной системы ГЛОНАСС. Так, навигационное обеспечение межконтинентального перелета проводилось исключительно с использованием данных именно этой системы без привлечения широко известной американской GPS. Непосредственно на аэродроме станции Новолазаревская испытаны различные модели приема индикаторов системы ГЛОНАСС, а так же аварийно-спасательные буи, использующие ее для определения географических координат своего расположения.

Генеральный конструктор системы рассказал о перспективах ее развития и о возможных сроках внедрения в практику обеспечения российских транспортных операций. Это обстоятельство,

а также практически результаты работоспособности системы были высоко оценены участниками совещания, что особенно важно после критических замечаний в адрес ГЛОНАСС, высказанных недавно в Роскосмосе.

Полеты авиации в Антарктике, особенно межконтинентальные, неразрывно связаны с необходимостью наличия взлетно-посадочных полос на российских станциях и базах, обеспечивающих возможность приема воздушных судов типа ИЛ-76ТД на колесных шасси. В настоящее время РАЭ располагает только одним подобным аэродромом на станции Новолазаревская. Строительство второго аналогичного аэродрома по решению Правительства России идет на станции Прогресс, однако реальное выделение финансирования на эту стройку, которая включает в себя также и создание нового зимовочного комплекса и базы ГСМ на Прогрессе, на конец 2010 г. обеспечит лишь 52 % общей стоимости проекта в ценах 2003 г. Эта проблема, поставленная на совещании специалистами Росгидромета, также была широко освещена, в связи с чем принято решение о подготовке соответствующего поручения Правительства России.

На совещании подробно обсуждался проект Закона Российской Федерации «О регулировании деятельности российских граждан и юридических лиц в Антарктике», который был в 2007 г. подготовлен Росгидрометом совместно с другими заинтересованными органами федеральной исполнительной власти. В настоящее время проект прошел стадию согласования с 11 министерствами и ведомствами, а также экспертными структурами Правительства России.

Данный правовой акт предусматривает в том числе решение многих острых социальных проблем полярников. С.Б.Иванов поддержал деятель-

ность Росгидромета в этом направлении и заверил, что предпримет необходимые шаги по ускорению рассмотрения Правительством данного проекта Закона и направления его в Государственную думу России для обсуждения.

Обсуждался вопрос строительства нового научно-экспедиционного судна для РАЭ, которое должно было быть начато в конце 2007 г. Было предложено организовать экспертизу строительной стоимости нового судна, результаты которой позволят Правительству России принять необходимое решение для ускорения строительства.

Участники совещания высоко оценили работу сотрудников станции Новолазаревская и представителей компании АLCI по строительству и эксплуатации ледовой ВПП, отметив, что ВПП подобного качества не часто можно встретить на территории Российской Федерации.

После завершения совещания С.Б.Иванов и министр транспорта И.Е.Левитин вручили наиболее отличившимся сотрудникам станции и компании АLCI ценные подарки Правительства России и ведомственные знаки Минтранса России «Почетному полярнику» и «85 лет гражданской авиации». Министры И.Е.Левитин и Ю.П.Трутнев и заместитель руководителя Росгидромета А.В.Фролов вручили коллективу станции ценные подарки. В ответ начальник РАЭ В.В.Лукин наградил всех участников перелета знаками «Участник РАЭ». Пребывание на станции делегации Правительства Российской Федерации завершилось обедом в кают-компании, после чего участники перелета убыли на ледовый аэродром. В 16 ч 30 мин UTC самолет вылетел со станции Новолазаревская и в конце дня 11 марта прибыл в Кейптаун.

На следующий день, 12 марта, министр транспорта И.Е.Левитин с сопровождающими лицами посетили НЭС «Академик Федоров» в порту Кейптаун. Аналогичный визит на находящееся там же НИС «Академик Александр Карпинский» в это же время сделал министр природных ресурсов Ю.П.Трутнев. В ходе посещения судов оба министра ознакомились с их техническими возможностями и провели рабочее совещание с командным составом экипажей. И.Е.Левитин вручил двум членам экипажа НЭС «Академик Федоров» знаки «Почетный полярник».

Данный визит свидетельствует о понимании высокой роли антарктического региона в обеспечении государственных интересов нашей Родины.

В.В.ЛУКИН
(ААНИИ)



Члены Правительства РФ с зимовщиками станции Новолазаревская. Фото А.Корыгина

РАБОТЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА КОЛЬСКОГО НАУЧНОГО ЦЕНТРА РАН В 2007 г.

В рамках МПГ 2007/08 в Геологическом институте КНЦ РАН проведены многоэтапные и разнонаправленные полевые работы, в результате которых собран обширный материал.

Первый этап работ начат в апреле 2007 г. На побережье Кандалакшского залива Белого моря с применением оригинальной технологии исследованы донные отложения восьми озерных котловин в вершине Кандалакшского залива Белого моря методами литологического, микропалеонтологического анализа и радиоуглеродного датирования. Эти исследования позволяют установить время, когда морские условия седиментации сменились озерными. По современному пространственному положению этой границы очень точно реконструируются амплитуда и темпы поднятия земной поверхности, вызванные гляциоизостазией.

Работы в этом направлении в Геологическом институте проводятся давно, и уже накоплен достаточно большой материал. Ранее сделаны выводы о том, что северо-восточная часть Балтийского щита в позднеледниковье и в голоцене испытывала гляциоизостатическое поднятие, амплитуда которого уменьшалась к востоку Кольского п-ова, т.е. эта территория испытывала куполообразное поднятие. Согласно имеющимся данным предполагалось, что изобазы гляциоизостатического поднятия секут и Кандалакшский залив. Однако работы, проводимые в настоящее время, показывают, что изобазы в значительной мере повторяют контуры Кандалакшского залива (рис. 1). По донным осадкам из озерных котловин на побережье Кандалакшского залива (рис. 2) выявлена значительная тектоническая составляющая в общем гляциоизостатическом поднятии, обусловленная тектонической активностью Кандалакшского грабена.

Дальнейшее изучение полученных кернов скважин позволит установить количественные соотношения гляциоизостатической и собственно тектонической компоненты поднятия северо-восточной части Балтийского щита в связи с ледниковой разгрузкой и эволюцией моря в голоцене.

На втором этапе экспедиционных работ исследованы гляциальные формы рельефа горных массивов Хибин и Ловозерских Тундр, где следы оставили покровный и горные ледники. Установлено, что в позднеледниковье в цирки Хибин и Ловозера проникал активный в стадии похолодания покровный ледник, который сформировал здесь морены Де Гера и оставил эрратические валуны. Горные ледники по не совсем понятным пока причинам в позднеледниковье, во время дегляциации, развивались только в цирках Ловозера, а в Хибинах фиксируются следы только послеледниковых, уже голоценовых каровых ледничков.

Полевой период 2007 г. на Кольском п-ове завершен изучением межледниковых и ледниковых пород, вскрытых в естественных обнажениях в западной части Терского берега Белого моря и в восточной части Мурманского берега Баренцева моря (рис. 3). В ходе работ получены данные, позволяющие определить периоды развития ледников и морских трансгрессий на Кольском Севере в позднем плейстоцене. Частично выполнено и геохронологическое датирование образцов (ЭПР- и ОСЛ-датирование) пород берегового обрыва в вершине Святоносского залива Баренцева моря (рис. 3). Его выполнил А.Н.Молодьков (Таллиннский технический университет, Эстония).

Проведенные работы позволяют сделать предварительные выводы о том, что глобальные события, обусловившие стадийное развитие похолода-

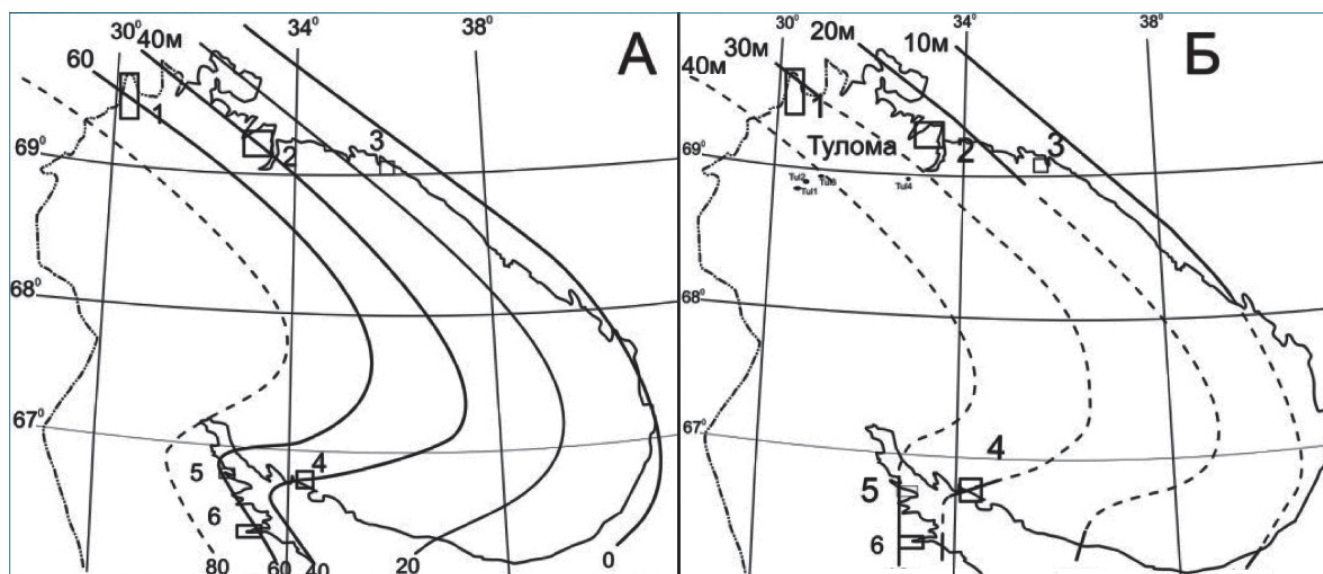


Рис. 1. Изобазы для раннего голоцена (А) и для времени трансгрессии Талес (Б):

1 – долина р. Паз; 2 – г. Полярный, п. Дальние Зеленцы; 4 – п. Умба; 5 – п. Лесозаводский, 6 – п. Чупа



Рис. 2. Тектоническое нарушение в донных осадках озера, расположенного на отметках 87 м над уровнем моря, в районе Кандалакши

ний и потеплений, на Кольском п-ове имеют региональные особенности. Эти особенности связаны с положением региона в зоне взаимодействия нескольких ледниковых покровов, имевших разные области питания и распространявшихся в разное время в пределы полуострова.

Установлено, что на кольском побережье Бассейна и Горла Белого моря в обнажениях отсутствуют позднеледниковые московские горизонты, а межледниковые породы морского генезиса залегают непосредственно на морене или их подошва не вскрыта. Только в разрезе в устье ручья Лудяной (рис. 3) есть породы, которые можно отнести к позднеледниковым московским, но для этого пока нет веских оснований. Тогда как на побережье Баренцева моря в обнажении Святой Нос под микстульными морскими осадками вскрываются позднеледниковые ленточные глины дистального типа.

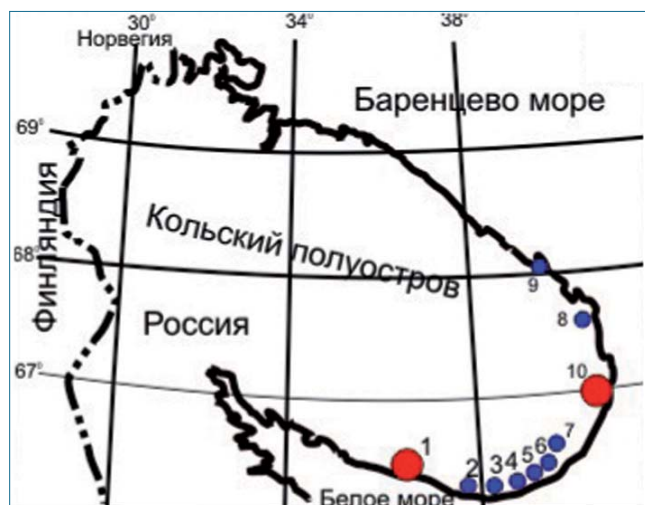


Рис. 3. Изученные разрезы на Кольском п-ове: 1 – Варзуга, 2 – Чаваньга, 3 – Каменка, 4 – Стрельна, 5 – Чапома, 6 – Большая Кумжевая, 7 – Лудяной, 8 – Качковка, 9 – Святоносский, 10 – Поной; красные кружки – разрезы, изученные в 2007 г.; синие – ранее изученные разрезы

По геохронологическим данным позднеледниковый морской бассейн здесь существовал около 120 тыс. лет назад. В Белом море нет осадков московского приледникового бассейна, поэтому напрашивается вывод, что в депрессии Белого моря морской бассейн появился только в микулинское время. Он был теплее современного Белого моря, с нормальной соленостью вод и богатой фауной. Кроме того, в бассейне Белого моря на побережье Кольского п-ова достоверно установлены два морских позднеплейстоценовых горизонта, которые имеют явный межледниковый габитус и формировались в микулинское и ранневалдайское время. Еще один морской горизонт, установленный пока только по геохронологическим данным, возможно, формировался 40–60 тыс. лет назад в средневалдайское время после значительного похолодания (разрезы 3 и 6 на рис. 3).

О похолодании климата в районе 60–70 тыс. лет, а возможно, 60–80 тыс. лет назад свидетельствуют горизонты пород водноледникового генезиса, установленные в нескольких обнажениях и в региональной стратиграфической схеме обозначенные как подпорожский горизонт (разрезы 2, 3, 6, 9 на рис. 3). Особенность этого горизонта – в нем нет валунов и гальки из подстилающих коренных пород, в обнажении в заливе Святой Нос (разрез 9) в нем нет и типоморфных минералов Хибин и Ловозера, которыми в регионе заражены все ледниковые отложения поздневалдайского (25–10 тыс. лет) возраста. Полученные данные свидетельствуют, что подпорожский горизонт сформирован породами, перемещенными на Кольский п-ов не Скандинавским, а, возможно, Карским ледником и его талыми водами.

В течение полевого сезона изучалось одно из самых противоречивых (в трактовке последовательности формирования) обнажений, расположенное в западной части Терского Берега Белого моря, в долине р. Варзуги (разрез 1 на рис. 3). Высказывалось мнение о том, что здесь присутствует ледниковый отторженец, который представлен морскими породами (понойские слои), перемещенными сюда с северо-востока Кольского п-ова. Возможно, это и отторженец пород понойских слоев, но трудно представить, как он с северо-востока Кольского п-ова попал на юго-запад. Кроме того, в обнажении на р. Варзуге по предварительным данным установлена и морена, которая здесь разделяет понойские и стрельнинские слои. В других обнажениях на побережье Кольского п-ова пока известен только разделяющий их разрыв.

Совместно с сотрудниками ВСЕГЕИ в полевом сезоне 2007 г. изучен и опробован классический разрез у с. Поной (рис. 3, разрез 10). Важность этой работы заключалась в том, что ранее он не был датирован методами абсолютной геохронологии. В ходе работ 2007 г. отобраны серии образцов для датирования методами оптически стимулирован-



Рис. 4. Тщательное изучение и опробование разрезов межледниковых отложений — залог получения надежных результатов.

Справа — отбор проб для датирования методом ОСЛ ведется по особой технологии, предусматривающей полную темноту отбора

ной люминесценции (ОСЛ) и электронного парамагнитного резонанса (ЭПР).

Анализ данных, полученных в ходе полевых работ сезона 2007 г. и ранее, продолжается. В ближайшее время предполагается провести петрографическое, геохронологическое и палеонтологическое изучение морских и ледниковых пород, которое позволит более достоверно интерпретировать исследуемые разрезы и воссоздать палеогеографические условия их формирования. В более отдаленной перспективе станут возможными обоснованные ответы на многие вопросы. Например, один

или два ледника посетили Кольский п-ов в позднем плейстоцене; встречались ли здесь ледники, перемещавшиеся из разных центров; сколько морских трансгрессий, оставивших свои следы на Кольском побережье, и когда трансгрессии имели место в депрессии Белого моря и др.

*В.В. КОЛЬКА,
О.П. КОРСАКОВА
(Геологический институт КНЦ РАН)
kolka@geoksc.apatity.ru,
korsak@geoksc.apatity.ru
Фото В.Колька*

ПОЛЕВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ОФИОЛИТОВ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧУКОТКИ: УСТЬ-БЕЛЬСКИЙ ТЕРРЕЙН

Геологический институт РАН (ГИН РАН) в тесном сотрудничестве с коллегами из Японии и других институтов РАН ведет планомерные исследования офиолитов в труднодоступных районах Чукотки и Корякского нагорья на протяжении последних 25 лет.

В июле–августе 2007 г. сотрудники лаборатории тектоники океанов и приокеанических зон ГИН РАН при участии геологов из Университетов Каназавы и Хиросимы (Япония), а также Института геохимии и аналитической химии РАН им. В.И.Вернадского (ГЕОХИ РАН) организовали экспедицию в Усть-Бельские горы Чукотки (рис. 1) и на правобережье р. Анадырь. Были исследованы офиолиты, которые принято рассматривать как фрагменты древних океанов. Усть-бельские офиолиты относятся к позднепалеозойским образованиям (380–350 млн лет), изучение которых позволяет восстановить историю древнего океана Панталассы, покрывавшего большую часть земной поверхности. Предполагается, что образовавшиеся офиолиты перемещались на значительные расстояния и причленились к Азиатскому континенту, вдоль края которого существовала сложная система островных дуг. Многие вопросы, касающиеся генезиса, времени формирования и геодинамической природы этих офиолитов, их

потенциальной хромитоносности и платиноносности до сих пор дискуссионны.

Экспедиционные работы 2007 г. в пределах Усть-Бельского офиолитового террейна были направлены на изучение: 1) структурного положения, состава и возраста офиолитов; 2) структуры и тектонической истории региона. Проведено площадное опробование офиолитов Усть-Бельского террейна и офиолитов вдоль трансекта верховья р. Толовка–гора Отрожная–р. Левая Маврина–р. Перевальная – устье р. Утесики. В результате полевых работ собран представительный материал для изучения стратиграфии, структуры, литологии, изотопной геохронологии, петрографии, петрохимии и геохимии пород.

Усть-Бельский офиолитовый террейн – это пакет тектонических пластин, сложенных, по данным наших исследований, следующими породными комплексами (рис. 2):

- мантийными перидотитами, представленными шпинелевыми лерцолитами и гарцбургитами;
- массивными дунитами, связанными постепенными переходами с шпинелевыми гарцбургитами;
- кумулятивными дунитами–верлитами–оливиновыми клинопироксенитами;

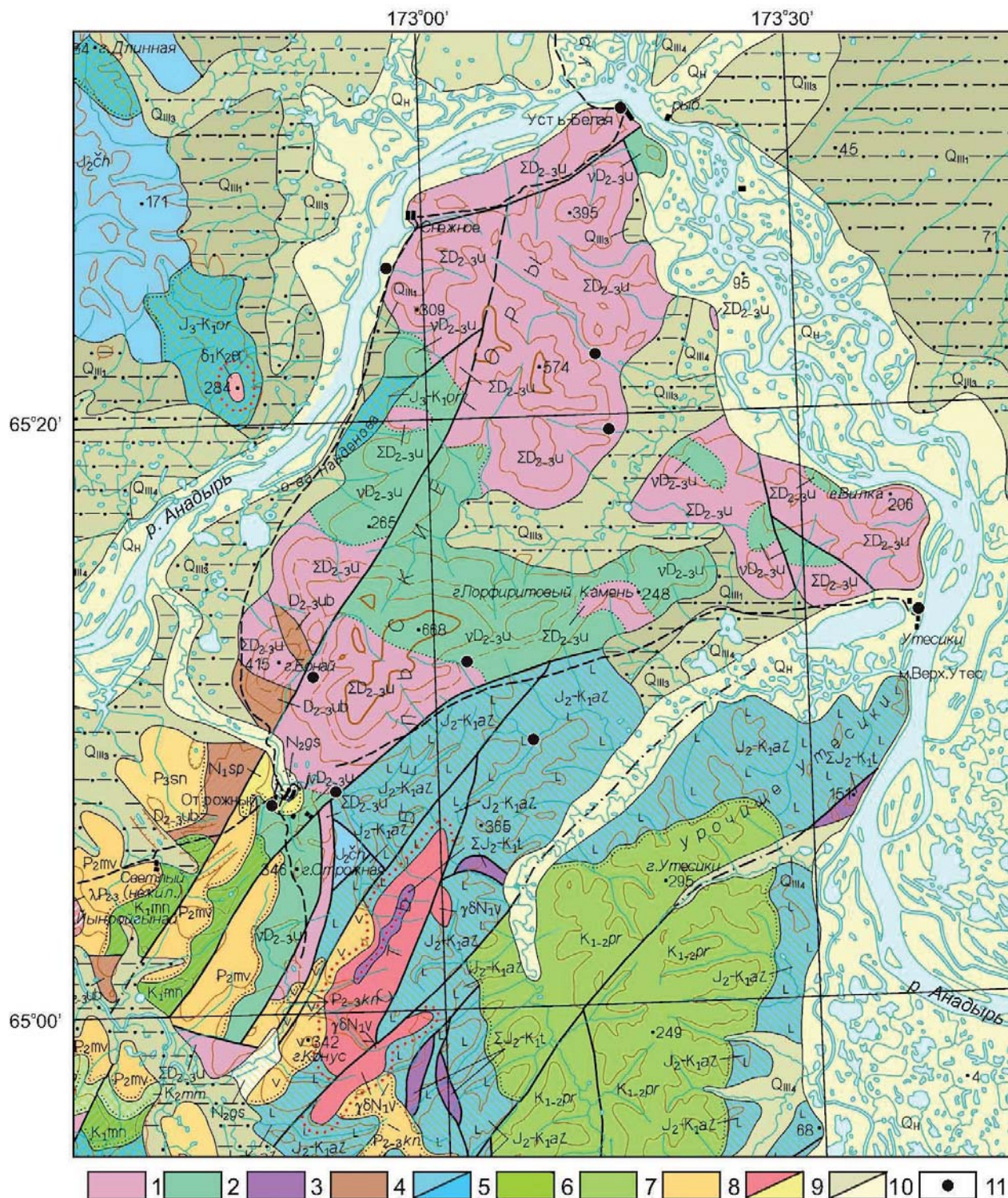


Рис 1. Фрагмент геологической карты масштаба 1 : 500 000, составленной ФГУП «Георегион», г. Анадырь:

1 – ультраосновные породы; 2 – габброиды; 3 – серпентинитовый меланж; 4 – средний–верхний девон: вулканиты, известняки, терригенные породы; 5 – верхняя юра–нижний мел: базальты, кремни, терригенные породы; 6 – нижний мел: песчаники, алевролиты, аргиллиты; 7 – нижний и верхний мел: терригенные породы; 8 – палеоген: вулканогенно-осадочные образования; 9 – неоген: граниты, песчаники; 10 – четвертичные отложения; 11 – местоположение базовых лагерей экспедиционного отряда ГИН РАН

– кумулятивными плагиоклазовыми перидотитами–троктолитами–оливиновыми габбро-анортозитами и габбро-амфиболитами.

Характер контактов между блоками, сложенными разными комплексами, часто не ясен из-за фрагментарности обнажений и преобладания иллювиально-делювиальных отложений.

С запада на восток отмечается закономерная смена богатых пироксенами лерцолитов более бедными пироксенами гарцбургитами и затем дунитами, локально переходящими в тонкорасслоенные оливин-клинопироксеновые кумуляты. Для дунитов типичны участки, богатые хромитами (рис. 3).



Рис. 2. Основные разновидности пород, составляющие офиолиты Усть-Бельской пластины:

- 1 – мантийные перидотиты: а – массивные шпинелевые лерцолиты, богатые пироксенами, без признаков минеральной линейности, б – тело реплавившихся гарцбургитов и дунитов в шпинелевых лерцолитах, в – шпинелевые гарцбургиты с отчетливо выраженной линейностью;
- 2 – комплекс плагиоклазовых перидотитов – троктолитов – оливиновых габбро: а – дендритовидные клинопироксены в дунитах б – ксенолиты перидотитов в оливиновых габбро, в – переслаивание плагиоклазовых перидотитов и троктолитов;
- 3 – комплекс габбро-амфиболитов (метагаббро): а – жилы пегматоидных плагиоклаз-амфиболовых пород в троктолитах, б – габбро-амфиболиты, в – мощная жила плагиоклазитов в метагаббро

Локально маломощные тектонические пластины разделены зонами милонитов или будинированы с развитием многочисленных зеркал скольжения. Во всех точках наблюдения контакты между блоками мантийных перидотитов и габброидов тектонические. Породы офиолитового комплекса интродуцированы дайками диабазов-микрогаббро-габбро, биотитовых микрогранитов и плагиоклаз- и кварц-плагиоклаз-порфировых риолитов-аплитов. Породы даек отмечены в виде линз в зонах милонитизации.

Крупные пластины офиолитов Усть-Бельского террейна перекрыты образованиями серпентинитового меланжа, относимого к отроженской пластине. Этот меланж содержит перидотиты и габброиды, петрографически сходные с породами Усть-Бельского комплекса, блоки интенсивно деформированных



Рис. 3. Типы хромитовой минерализации в дунитах, связанных постепенными переходами с шпинелевыми гарцбургитами: (а) рассеянно-вкрапленные, (б) струйчатые, (в) орбикулярные и (г) массивные выделения хромитов

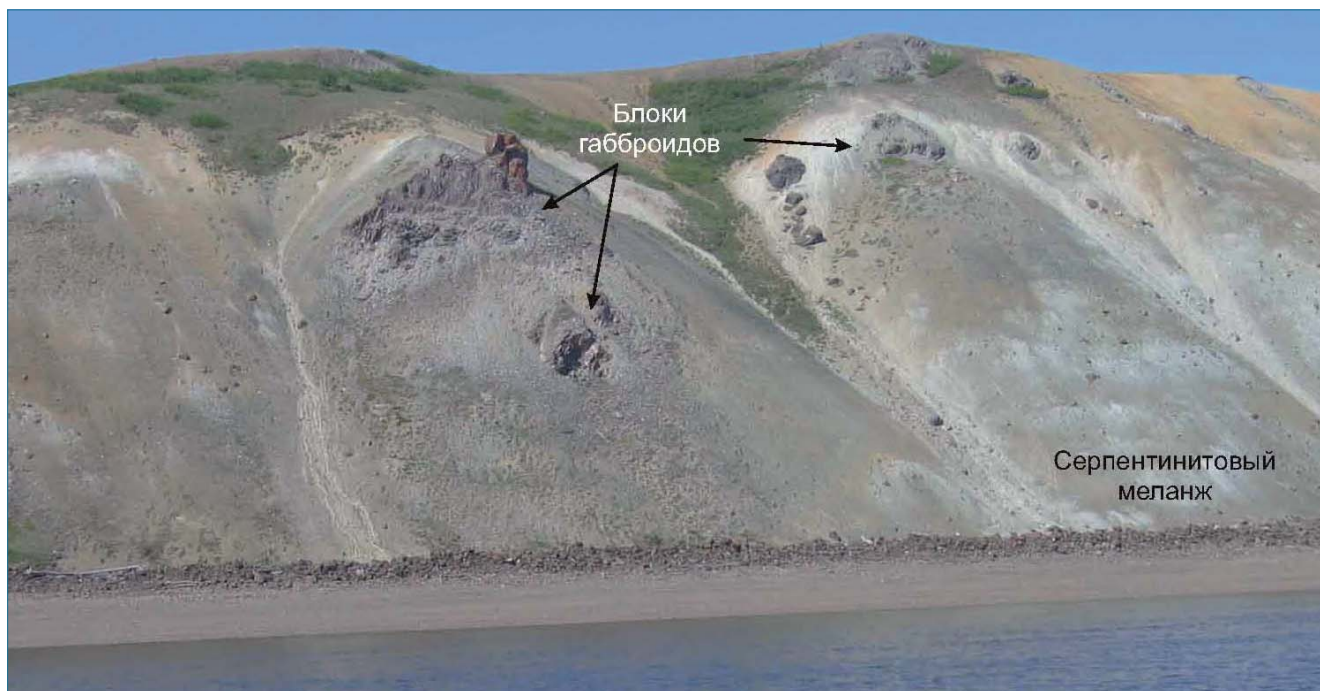


Рис. 4. Береговые обрывы р. Анадырь, сложенные серпентинитовым меланжем

глинистых и эпидот-хлорит-актинолитовых сланцев, амфиболитов, гранатовых амфиболитов и гнейсов, метаморфизованных в эпидот-амфиболитовой фации туфов, миндалекаменных базальтов и сургучно-красных яшм. Наличие среди вулканитов андезитов, обилие пирокластических разностей и туфогенно-осадочных пород, перекрывающих вулканиты, свидетельствует об островодужной природе вулканогенного комплекса. Однако этот предварительный вывод требует дальнейшего подтверждения геохимическими данными. В туфосилицитах встречаются единичные радиоларии, выделение и определение которых дает перспективу датировать верхнюю часть офиолитового разреза.

Нижнее структурное положение занимают более молодые мезозойские сильно деформированные офиолиты, превращенные в серпентини-

товый меланж (рис. 4). Они встречаются вместе с породами кремнисто-базальтовой ассоциации и туфо-терригенными отложениями. Здесь широко развиты необычные образования, названные местными геологами «шуха» (рис. 5). Это интенсивно брекчированные породы, в которых по многочисленным разноориентированным трещинам (объемная трещиноватость) развиты агрегаты вторичных низкотемпературных минералов (пренит, цоизит, цеолит и др.). Идентифицировать первоначальный состав пород в полевых условиях невозможно, и их генезис остается неясным.

Работы проведены при финансовой поддержке программы ОНЗ РАН №14, РФФИ (гранты № 07-05-10055, 06-05-66947, 05-05-65052, 06-05-64935) и Ведущей научной школы (НШ-9664.2006.5).

Авторы благодарны за помощь в организации и проведении работ В.В.Лебедеву и А.Д.Киевскому (ФГУГП «Георегион», г. Анадырь).



Рис. 5. Брекчированные и трещиноватые породы с обилием вторичных минералов, придающих породам белесоватый облик («шуха»)

С.Д.СОКОЛОВ, Г.В.ЛЕДНЕВА,
С.А.ПАЛАНДЖЯН, А.В.МОИСЕЕВ
(ГИН РАН, Россия);
А.ИШИВАТАРИ, С.МАЧИ
(Department of Earth Sciences,
Faculty of Science, Kanazawa
University, Japan);
Я. ХАЯСАКА (Department of Earth
and Planetary System Science,
Faculty of Science, Hiroshima
University, Japan),
Б.А.БАЗЫЛЕВ (Институт геохимии
и аналитической химии
им. В.И.Вернадского, Россия)
Фото предоставлены авторами

ЭКСПЕДИЦИЯ «RUSALCA-2007»

Для изучения Арктического бассейна важнейшими являются исследования в тех зонах, где осуществляется водообмен с Атлантическим (пролив Фрама) и Тихим (Берингов пролив) океанами. Характеристики и структура вод в этих районах, их сезонная и межгодовая изменчивость, особенности циркуляции через проливы во многом являются определяющими для понимания особенностей структуры вод и их циркуляции в Арктическом бассейне, арктических морях и, в конечном итоге, влияют на климатическую систему Северной полярной области в целом.

Совместная российско-американская долгосрочная программа по исследованию Арктики Joint Russian-American Long-term Census of the Arctic «RUSALCA» направлена на проведение продолжительного и детального мониторинга Берингова и Чукотского морей и Берингова пролива, соединяющего Тихий и Северный Ледовитый океаны. С этой целью с 2004 г. ежегодно в июле–сентябре проводятся экспедиционные исследования в Беринговом и Чукотском морях.

В 2004 г. исследования выполнены на НИС «Профессор Хромов» ДВНИИГМИ, а в 2005–2007 гг. – на гидрографическом судне «Север» Гидрографической службы Тихоокеанского флота ВМФ. Организовали работу со стороны России группа «Альянс» (Москва) и Министерство обороны России (МО РФ), со стороны США – Национальное управление по океану и атмосфере Министерства тор-



Гидрографическое судно «Север»

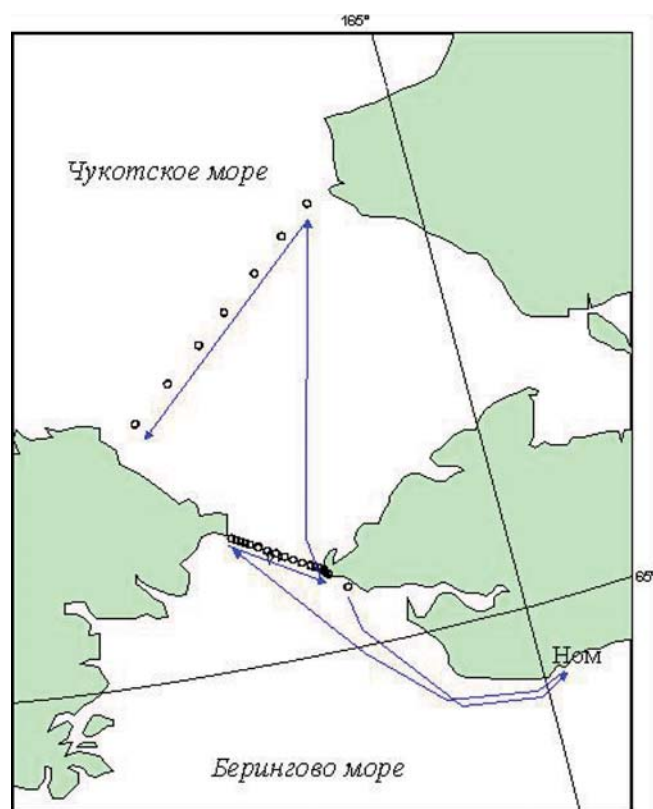
говли США (NOAA). Исследования направлены на получение комплексной информации о состоянии природной системы Берингова и Чукотского морей, изучение взаимодействия ее основных компонент и их влияния на формирование климата в северных полярных районах.

Экспедиция «RUSALCA-2007» проведена 22 августа – 13 сентября и продолжила исследования Берингова, Чукотского морей и Берингова пролива в рамках программы «RUSALCA». В ней участвовали семеро российских и четверо иностранных ученых и специалистов. Возглавил экспедицию сотрудник Государственного научно-исследовательского навигационно-гидрографического института (ГОСНИНГИ) МО РФ В.М.Смолин.

Океанологические работы выполнялись представителями ААНИИ и Гидрографической службы ТОФ (Россия), NOAA и Университета Аляски (США). Морские биологические работы выполняли сотрудники Зоологического института РАН, геофизические – специалист Тихоокеанского океанологического института ДВО РАН.

Из Петропавловска-Камчатского ГС «Север» вышло 22 августа и взяло курс на порт Ном (Аляска). Вечером 27 августа на причале судно встречали американские ученые. На следующий день совместными дружными усилиями российских и иностранных ученых и команды судна оборудование и приборы американской стороны были погружены на корабль. 29 августа судно вышло в район работ и в тот же день приступило к выполнению первого этапа экспедиционных работ: подъему и постановке притопленных буйковых станций (ПБС) с российской и американской аппаратурой в районе Берингова пролива.

Притопленные буйковые станции с 2004 г. устанавливаются сроком на один год, до следующей экспедиции. В ходе экспедиции «РУСАЛКА-2007» были подняты три ПБС, установленные в 2006 г. в западной части Берингова пролива, в том числе две с российскими приборами – модифицирован-



Маршрут ГИС «Север» в районе выполнения экспедиционных работ «РУСАЛКА-2007»



Вертикальное зондирование
на океанографической станции



Измеритель гидрологических параметров
модифицированный АЦИТ-М



ными измерителями гидрологических параметров АЦИТ-М. Эти измерители были специ-

ально подготовлены в ААНИИ, они позволяют в течение года ежечасно проводить измерения температуры морской воды, ее электропроводности (солености), скорости и направления течения, а также гидростатического давления (глубины). Данные измерений записываются в памяти прибора, а после его подъема считываются с помощью персонального компьютера и подвергаются дальнейшей обработке.

Взамен поднятых буйковых станций в западной части Берингова пролива в 2007 г. установлены три ПБС, в состав одной из них включен АЦИТ-М. Американская сторона оснастила ПБС акустическими измерителями течения RCM9 MKII, датчиками проводимости-температуры SBE 37-IM, SBE 37SMP

гидробиологические съемки на разрезах в Беринговом проливе (м. Дежнева–м. Принца Уэльского) и в Чукотском море (м. Хоп–м. Сердце-Камень).

Российские и американские ученые и специалисты и команда судна быстро нашли общий язык, работали дружно и слаженно, в результате программа исследований была выполнена полностью и в срок. В порту Ном 6 сентября американские коллеги попрощались с судном, а 13 сентября в Петропавловске-Камчатском его рейс был завершен.

Данные, полученные российскими и американскими учеными в экспедиции «RUSALCA-2007», продолжают многолетний ряд наблюдений в зоне Берингова пролива и прилегающих морей. Полученная информация позволит продолжить изучение океанографических и гидробиологических характеристик, их пространственной и временной (от часа до нескольких лет) изменчивости. Экспедиционные исследования по программе «RUSALCA» дают уникальный материал для изучения процессов, протекающих в зоне водообмена Тихого и Северного Ледовитого океанов. Проведение совме-

стных работ позволяет российским и иностранным ученым обмениваться знаниями и повышает эффективность научных исследований. В 2008 г. планируется проведение следующей экспедиции по программе «RUSALCA» с расширенной программой исследований.

На втором этапе экспедиции «RUSALCA-2007» были выполнены океанографические и

стных работ позволяет российским и иностранным ученым обмениваться знаниями и повышает эффективность научных исследований. В 2008 г. планируется проведение следующей экспедиции по программе «RUSALCA» с расширенной программой исследований.

В.Э.ГОЛАВСКИЙ (ААНИИ)
Фото представлены
автором



Притопленная буйковая станция
(ПБС) А1-3-07

ПАЛЕООКЕАНОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В АРКТИКЕ

28 июля 2007 г. из Тромсе (Норвегия) стартовала международная высокоширотная экспедиция ARK-XXII/2 на борту НИЛ «Поларштерн», проводимая в рамках МПГ 2007/08 в Арктике. Ее цель – метеорологические, гидрологические, геохимические, биологические и геологические исследования в труднодоступных районах Северного Ледовитого океана. Задачи, поставленные перед геологическим отрядом, отражали два основных направления:

1) изучение климатической истории позднего плейстоцена и голоцена континентальной окраины Карского моря методами высокоразрешающей палеоокеанологии;

2) исследование истории седиментации на хребтах Гаккеля, Менделеева, Альфа и Ломоносова (в нем принял участие морской геолог В.Ю.Русаков из ГЕОХИ РАН).

Работами на континентальном склоне Карского моря продолжены исследования, проводимые в последние годы в шельфовой части Карского моря, а также в эстуариях Оби и Енисея специалистами России и Германии (программа SIRRO).

Основными геолого-палеоклиматическими событиями позднего плейстоцена и голоцена, повлиявшими на формирование шельфовых осадков Карского моря, были несколько мощных оледенений, а также казанцевская, каргинская и послеледниковая трансгрессии (подъемы уровня моря). Трансгрессии приводили к накоплению донных осадков, однако последующий рост шельфовых ледовых щитов в период ледниковых эпох сдвигал накопленные ранее отложения верхнего слоя осадочного чехла к краям ледника на континентальный склон, где сохранилась непрерывная запись истории континентальных и островных оледенений. Кроме того, до сих пор не ясна история речного стока, а также роль ледниковых щитов в блокировании поступления пресных вод из Оби и Енисея в Северный Ледовитый океан.

Работы проходили в несколько основных этапов. Вначале проведено сейсмоакустическое картирование верхнего слоя осадочного чехла. На основе полученных профилей выбраны места отбора проб колонок грунтовой трубой (gravity corer) и кастенлотом* (kastenlot). Полагаем, что полученные керны позволят реконструировать историю седиментации на континентальном склоне Карского моря за последние 200 тыс. лет. Для более детальных исследований климатических изменений в Арктике в течение последних нескольких сот и тысяч лет, а также корреляции полученных данных с современными условиями седиментации, параллельно с длинными кернами отобраны колонки осадков длиной до 50 см при помощи мультикорера (multi corer) и бокскорера (box corer).

Следующим этапом работ было изучение истории седиментации в центральной части Арктиче-

ского бассейна, в районах с низкими скоростями седиментации. Обнаруженные в осадочном разрезе слои, обогащенные остатками тепловодных фораминифер, хорошо коррелируют с эпизодами проникновения теплых вод Атлантики в Северный Ледовитый океан и указывают на периоды относительных потеплений. Потепления были столь значительными, что образовывался лишь сезонный морской лед.

Значительная часть кернов, давших информацию об истории климатических изменений в Северном полушарии и гидрологическом режиме Северного Ледовитого океана, отобраны в восточной части Арктического океана и в приполюсной части хребта Ломоносова. Информация о Сибирском секторе Восточной Арктики до сих пор очень скудна. Еще меньше информации о ее дочетвертичной истории. Исключением стали образцы возрастом более 2 млн лет, полученные в результате глубоководного бурения IODP на хребте Ломоносова в 2004 г. В течение нашего рейса отобраны ненарушенные керны осадков из слабо изученных районов хребтов Ломоносова и Альфа и Менделеева.

Особо упомянем работы, проведенные на хребте Гаккель. Он принадлежит к тектонически активному глобальному поясу срединно-океанических хребтов и характеризуется ультранизкими скоростями спрединга (менее 20 мм/год) с океанической корой «Хессовского типа». Необычно высокая частота встречаемости гидротермальных проявлений вдоль западного сектора хребта заставила геологическое сообщество пересмотреть почти устоявшиеся представления о прямой взаимосвязи гидротермальной активности хребтов со скоростями спрединга. В настоящее время известны 10–11 активных гидротермальных полей на хребте Гаккеля. Проведенные нами гидрологические и гидрохимические исследования позволили обнаружить гидротермальные аномалии в ранее неизвестном районе хребта. Здесь отобрана колонка донных осадков, которая, возможно, позволит реконструировать историю гидротермальной и тектонической активности этого сегмента.

Рейс закончился 9 октября 2007 г. в Бремерхафене (Германия). По окончании экспедиции между российскими и немецкими учеными были подписаны соглашения о совместном изучении собранного материала и дальнейшем обмене научной информацией.

В.Ю.РУСАКОВ, М.А.ЛЕВИТАН

*(Институт геохимии и аналитической химии им. В.И.Вернадского РАН, Россия, Москва),
rusakov@geokhi.ru;*

Р.ШПИЛЬХАГЕН

(Институт морских исследований им. Г.В.Лейбница IFM-GEOMAR, Германия, Киль);

*У.ШАУЕР, М.РУТГЕРС ван дер ЛЕФФ
(Институт полярных и морских исследований им. А.Вегенера, Германия, Бремерхафен)*

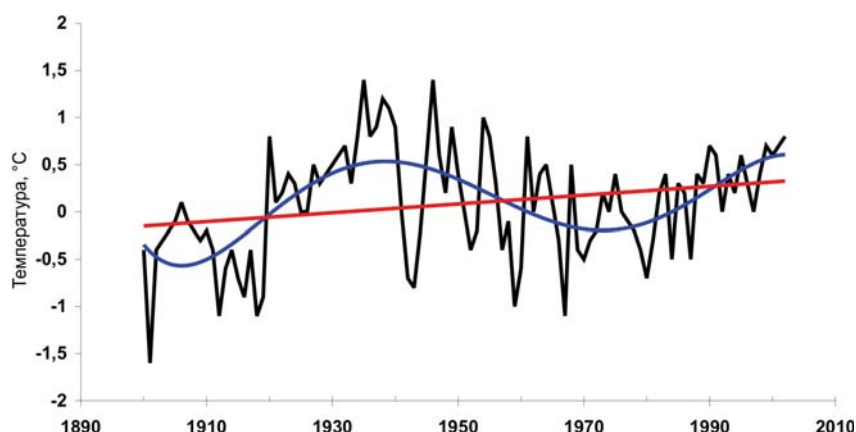
* 12-метровая труба квадратного сечения 30 × 30 см.

ГЕНЕЗИС СОВРЕМЕННЫХ ИЗМЕНЕНИЙ ТЕМПЕРАТУРНОГО РЕЖИМА В ЗАПАДНОЙ АРКТИКЕ

Проблема настоящих и будущих изменений климата в Арктике становится все более актуальной. Решить эту проблему невозможно без понимания физического механизма генезиса наблюдаемых крупномасштабных долгопериодных изменений гидрометеорологических процессов. Температурный режим у подстилающей поверхности является интегральным показателем радиационного баланса и потоков тепла, которые формируются атмосферной и океанической циркуляцией.

Изменения климата в Арктике за последние 100 лет – подтверждаемый эмпирическими данными факт. Обобщение многолетнего хода приземной температуры воздуха в Западной Арктике (70° з.д. – 120° в.д.), проведенное по данным сайта www.cru.uea.ac.uk, [1–4 и др.], указывает на его нелинейный характер. В течение последних 100 лет четко проявляются три статистически обеспеченных периода направленных изменений. Приземная температура воздуха в Западной Арктике возрас- тала с начала века до середины 1940-х гг. и с середины 1970-х гг. по настоящее время с скоростью соответственно 0,029 и 0,023 °C/год. С середины 1940-х и до середины 1970-х гг. температура воздуха у поверхности в этом регионе снижалась с скоростью примерно 0,020 °C/год. Эти же периоды в данном регионе характерны и для преобладающих типов атмосферной циркуляции [4], а как следствие, и других гидрометеорологических характеристик. Так, нами установлено наличие статистически значимых трендов в многолетних изменениях скорости и направления приземного ветра [5].

Используемые в настоящее время подходы для изучения климатических изменений не дают адек-

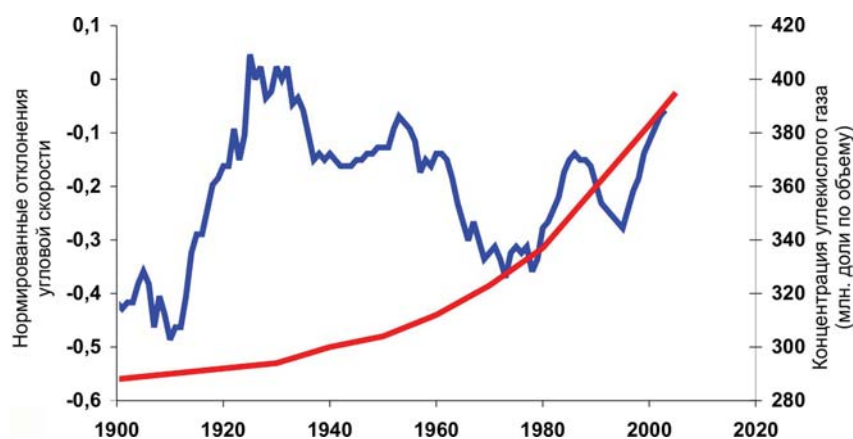


Межгодовые изменения температуры воздуха в Западной Арктике: черная линия – среднегодовые значения, синяя – полином 5-го порядка, красная – линейный тренд

ватного физического объяснения механизма современных изменений климата в Западной Арктике, в том числе троекратной за последние 100 лет смены знака климатических трендов. Так, реконструкция климата XX века с помощью численных моделей общей циркуляции атмосферы и океана, участвующих в AMIP и CMIP, в которых основным возмущающим фактором является рост концентрации углекислого газа в атмосфере, показала, что средние по ансамблю моделей характеристики климата в целом согласуются с эмпирическими данными на глобальном уровне. Однако модели дают линейную или логарифмическую зависимость между изменениями температуры воздуха и изменением концентрации парниковых газов в атмосфере. Характер же многолетних изменений концентрации парниковых газов в атмосфере Арктики не согласуется с ходом температуры.

Для понимания генезиса долгопериодных трендов температуры воздуха в Западной Арктике и механизма смены их знака были решены следующие задачи: выявлены процессы, детерминирующие многолетние изменения векторов потоков воды и воздуха в Западную Арктику и описан физический механизм их изменений в прошедшие и в ближайшие десятилетия.

Анализ накопленных к настоящему времени эмпирических данных, которые можно считать репрезентативными, свидетельствует о глобальном, направленном и длительном (более 10 лет) воздействии на климатическую систему двух факторов – роста концентрации парниковых газов в атмосфере и изменения вектора угловой скорости вращения Земли. Нами описан физический механизм воздействия наблюдаемой



Многолетние изменения основных детерминант климатических трендов: красная линия – концентрация углекислого газа в Арктике, синяя – угловая скорость вращения Земли

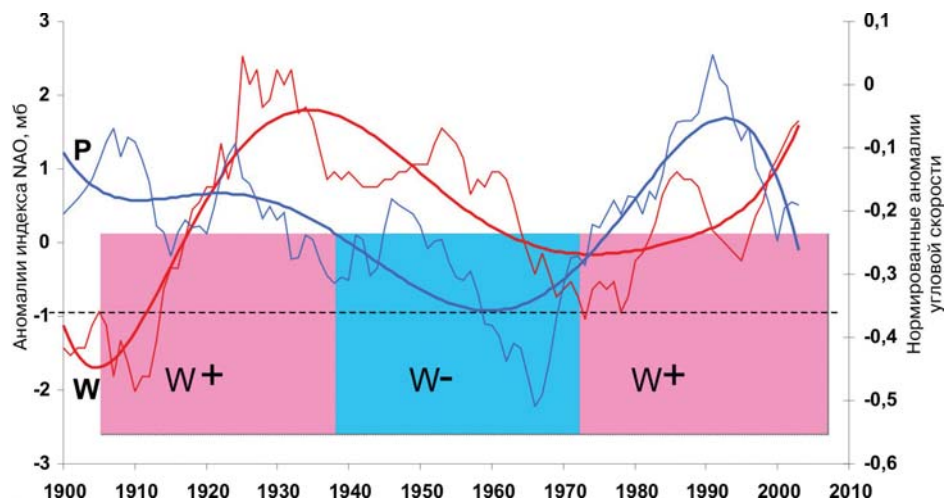
межгодовой неравномерности вращения Земли на климатическую систему [9]. Установлена физическая взаимосвязь квазипериодических изменений собственной скорости вращения Земли и долгопериодных трендов глобального поля атмосферного давления и проведена ее количественная оценка.

Степень воздействия Североатлантического колебания атмосферного давления (САК, или NAO) на адвекцию тепла и влаги в Европу и Западную Арктику давно и широко обсуждается. Преобладает мнение о большой значимости этого влияния. По данным [6–8 и др.], САК обеспечивает не менее 50 % изменчивости поля атмосферного давления над Европой и Западной Арктикой, ведущих мод приповерхностной температуры и вертикальных потоков взаимодействия между океаном и атмосферой на масштабах времени от декадного до межгодового. Вместе с тем нет даже рабочей гипотезы о генезисе и причинах низкочастотной изменчивости САК. Это не позволяет описать физический механизм смены знака крупномасштабных барических тенденций и, как следствие, индекса САК, что практически сводит к нулю прогностический потенциал исследований в этой области.

Мы использовали многолетние данные о разности атмосферного давления по станциям Азорских о-вов, Португалии и Исландии (индекс САК, или NAO) и данные карт барической топографии (так называемый индекс Россби), характеризующие пространственное смещение центров действия атмосферы (ЦДА). Привлечены данные о повторяемости, продолжительности и интенсивности циклонов и антициклонов и температуре поверхностных вод.

Проведенные исследования позволяют считать физически обоснованным и подтвержденным данными наблюдений следующий механизм современных климатических изменений в Западной Арктике с учетом наблюдаемой неравномерности угловой скорости вращения Земли.

При ускорении собственной вращения Земли атмосферное давление в Азорском максимуме возрастает, а в Исландском минимуме падает – индексы САК и Россби растут. Расстояние между



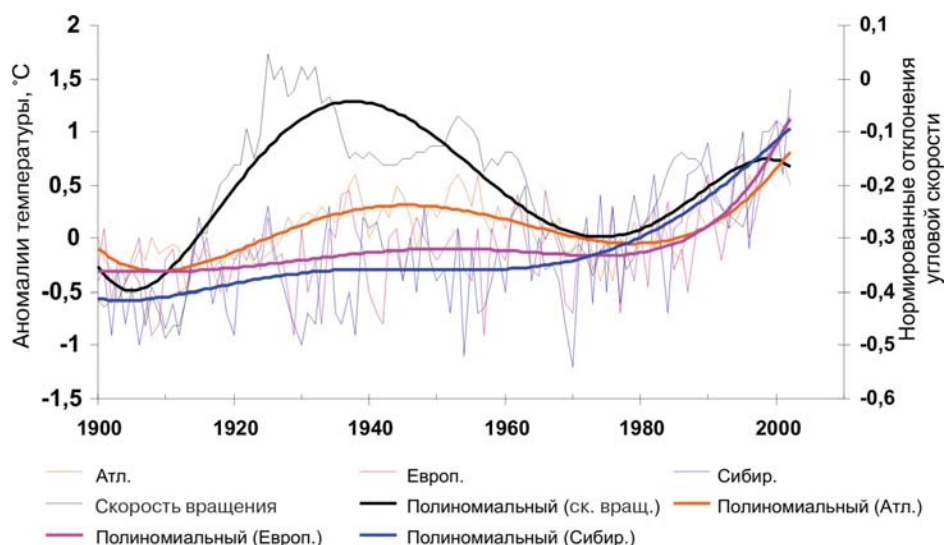
Многолетние изменения индекса NAO (P) и скорости вращения Земли (W)

ЦДА увеличивается. При этом Исландский минимум смещается на 500–600 км к северо-востоку. К северу от 55° с.ш. наблюдается увеличение глубины и продолжительности циклонов. Повторяемость антициклонов понижается. Также увеличивается зона распространения атлантических вод в Северном Ледовитом океане.

Таким образом, ускорение вращения Земли генерирует положительные фазы САК и, как следствие, – потепление Западной Арктики. При замедлении вращения наблюдаются обратные тенденции. Степень влияния САК на различные сектора Западной Арктики снижается в восточном направлении – от Атлантического до Сибирского сектора.

Предлагаемый механизм имеет прогностический потенциал, так как многолетние колебания угловой скорости вращения Земли являются квазипериодическими с характерным временем направленных изменений около 35 лет.

Г.Н.ПАНИН, А.В.ДЗЮБА
(Институт водных проблем РАН)



Изменения угловой скорости вращения Земли и температуры воздуха в Западной Арктике по секторам

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hansen J., Ruedy R., Glascoe J., Sato M. GISS analysis of surface temperature change // J. Geophys. Res. 1999. Vol. 30. P. 30997–31022.
2. IPCC, 2001: Climate Change, 2001: The Scientific Basis. Contribution of WG1 to the 3 Assessment Report of the IPCC // Eds. Houghton J.T. et al. Cambridge university Press, Cambridge, UK, 892 p.
3. Jones P.D., Moberg A. Hemisphere and large-scale surface air temperature variations: An extensive revision and an update to 2001 // J. Climate. 2003. Vol.16. P. 206–223.
4. Бышев В.И., Нейман В.Г., Романов Ю.А. О существенных различиях крупномасштабных изменений приземной температуры над океанами и материками // Океанология. Т. 46. № 2. С.165–177.
5. Панин Г.Н., Дзюба А.В. Изменение направления и скорости ветра от Арктики до Каспийского моря // Водные ресурсы. 2006. Т. 33. № 6. С. 737–753.
6. Лаппо С.С., Гулёв С.К., Добролюбов С.А. и др. Северная Атлантика и ее влияние на климат Европы // Актуальные проблемы океанологии. Москва, 2003. С. 8–59.
7. Бардин М.Ю., Полонский А.Б. Североатлантическое колебание и синоптическая изменчивость в Европейско-Атлантическом регионе в зимний период // Физика атмосферы и океана. 2005. Т. 41. № 2. С.147–157.
8. Rogers J.C. North Atlantic Storm Track variability and Its Association to the North Atlantic Oscillation and Climate Variability of Northern Europe // J. Climate. 1997. Vol. 10. № 7. P.1635–1647.
9. Дзюба А.В., Панин Г.Н. Механизм формирования многолетних направленных изменений климата в прошедшем и текущем столетиях // Метеорология и гидрология. 2007. № 5. С. 5–27.

ЛЕТНЯЯ ПОЛЕВАЯ УЧЕБНАЯ ПРАКТИКА ПО МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЮ «МЕРЗЛОТА И ПЕРИГЛЯЦИАЛЬНАЯ ГЕОМОРФОЛОГИЯ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ И ЗАПАДНОГО ТАЙМЫРА»

Летняя полевая учебная практика по мерзловедению в рамках МПГ 2007/08 на западном побережье Таймыра, включая и территорию Государственного природного заповедника (ГПЗ) «Большой Арктический», проводилась с 26 июля по 5 августа 2007 г. с борта теплохода «Федор Наянов».



Теплоход «Федор Наянов»

На борту теплохода была организована полевая грунтовая лаборатория, проводились учебные лекции и научные презентации, осуществлялась камеральная обработка полевых материалов.

В состав группы входили:

– начальник экспедиции А.А.Васильев, д-р геол.-мин. наук, главный научный сотрудник ИКЗ СО РАН;

– руководитель практики И.Д.Стрелецкая, канд. геол.-мин. наук, ведущий научный сотрудник кафедры криолитологии и гляциологии географического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова;

– аспиранты И.В.Копытов (ИКЗ СО РАН) и М.А.Медведева (СПбГУ);

– студенты А.Г.Черкашева (СПбГУ), А.М.Земскова, М.Н.Иванов и С.А.Симонов (МГУ).

Главной целью экспедиции было проведение полевой практики студентов географических факультетов МГУ и СПбГУ, а также научные исследования формирования и эволюции многолетнемерзлых толщ в ландшафтных условиях Западного Таймыра.



Участники летней полевой практики по мерзловедению

Работы проводились по двум направлениям:

1) геоботанические исследования для оценки связи особенностей строения и свойств мерзлых пород и характеристик ландшафтов, в том числе растительного покрова и почв;

2) криолитологические исследования естественных обнажений на

побережье Енися и Енисейского залива.

Участниками практики прослушан курс лекций, в которых были приведены реальные природные примеры особенностей формирования и эволюции многолетнемерзлых толщ и ландшафтов Западного Таймыра:

– «Новейшие отложения Енисейского Севера. Существующие теории и взгляды. Методы исследования четвертичных отложений» (доклад И.Д.Стрелецкой),

– «Динамика берегов Карского моря. Ледовый комплекс Западного Таймыра» (доклад А.А.Васильева),

– «Эволюция ландшафтов Западного Таймыра в плейстоцене–голоцене» (доклад И.В.Копытова) и др.

Работы проводились на восьми ключевых участках:

- 1) руч. Пшеничный (вблизи Дудинки),
- 2) Караул,
- 3) Воронцово,
- 4) Сопочная Карга,
- 5) м. Кузнецовский,
- 6) м. Макаревича Южный (урочище Матренин Лог),

- 7) о. Буденовец,
- 8) окрестности Диксона.

На каждом ключевом участке комплекс исследований включал в себя детальное описание ландшафтных условий на доминантных ландшафтах, растительного покрова, почв, грунтов, влажностного режима слоя сезонного оттаивания, геологического строения разреза, криолитологического строения, изучение подземных льдов. Комплексное описание сопровождалось отбором проб растительного покрова, почв и грунтов для проведения лабораторных исследований, в полевой лаборатории определялась влажность сезонно-талого слоя в различных ландшафтах и льдистость многолетнемерзлых пород.

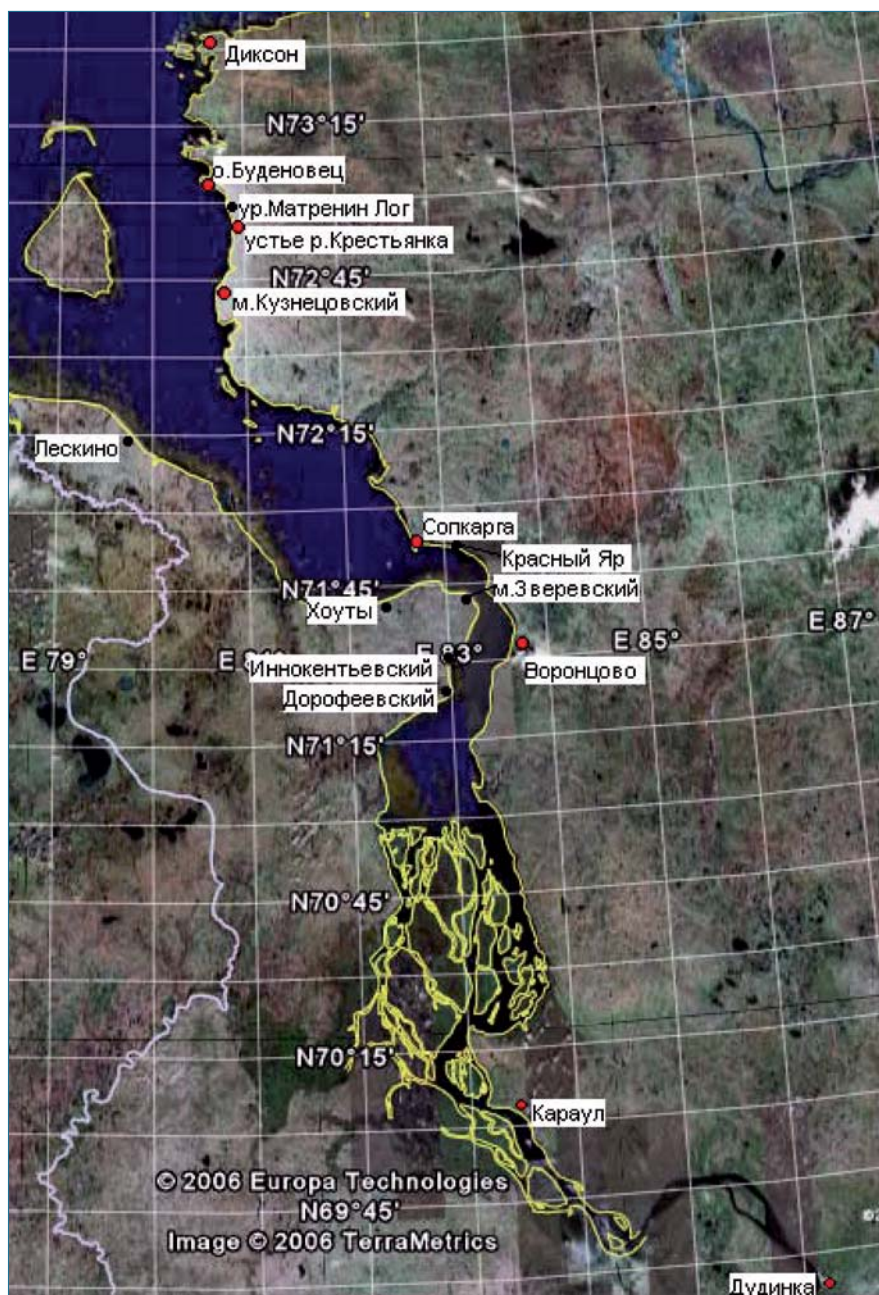
Подземные льды опробовались на изотопный состав для последующей интерпретации условий их формирования. Кроме того, на ключевых участках с песчаными разрезами были отобраны пробы для определения возраста пород термoluminesцентным методом – всего восемь образцов.

На реальных природных объектах студенты и аспиранты освоили методы изучения арктических ландшафтов, растительного и почвенного покровов, разрезов многолетнемерзлых толщ. Собран коллекционный материал для подготовки курсовых и дипломных работ на фактических данных. Прослушан курс лекций с реальными природными примерами об особенностях формирования и эволюции многолетнемерзлых толщ и ландшафтов Западного Таймыра.

Изучена пространственная дифференциация и изменчивость доминантных ландшафтов, растительного покрова и почв на трансекте Дудинка–Диксон, пересекающем природно-климатические зоны. Получены детальные данные об изменчивости видового состава растительности и их соотношения в разных природно-климатических зонах – от лесотундры до арктической тундры.

Изучено геологическое строение и криолитологические особенности средне-верхнеплейстоценовых отложений Западного Таймыра.

Впервые охарактеризованы специфические отложения «ледового комплекса» Западного Таймыра, вмещающего мощные повторно-жильные льды.



Расположение ключевых участков (красные точки) полевых курсов

Установлено, что данный «ледовый комплекс» представлен верхнеплейстоцен-голоценовыми супесчаными отложениями, которые являются наиболее молодыми отложениями в разрезе. Учитывая особенности палеогеографии севера Западной Сибири и Таймыра и формирования дисперсных отложений в плейстоцене, можно утверждать, что правый берег р. Енисей и Енисейского залива представляет собой естественную западную границу распространения отложений «ледового комплекса».

Работы выполнены при финансовой поддержке МГУ им. М.В. Ломоносова (Москва), ИКЗ СО РАН (Тюмень), ВНИИОкеангеология (Санкт-Петербург), КонокоФиллипс Россия Инк (Москва), Енисейского речного пароходства (Красноярск), а также при содействии ГПЗ «Большой Арктический».



Выходы пластового льда в районе метеостанции Сопочная Карга

Участники комплексной экспедиции выражают искреннюю благодарность ГПЗ «Большой Арктический», за помощь в организации полевой практики и научных исследований – директору В.Л.Чупрову и зам. директора по науке И.Л.Чупровой, за проведение исторических и экологических экскур-

сий и лекций – сотрудникам ГПЗ «Большой Арктический» А.Ф.Лубниной и Г.И.Лубнину.

*И.Д.СТРЕЛЕЦКАЯ (МГУ им. М.В.Ломоносова),
А.А.ВАСИЛЬЕВ (Институт криосферы Земли
СО РАН)*

Фото И.СТРЕЛЕЦКОЙ

ТЕМПЕРАТУРНЫЙ РЕЖИМ, МАЛЫЕ ГАЗОВЫЕ ПРИМЕСИ, ДИНАМИЧЕСКИЕ И ХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В АТМОСФЕРЕ ПОЛЯРНЫХ И СУБПОЛЯРНЫХ РАЙОНОВ

В рамках международного проекта POLARCAT по МПГ 2007/08 в июле 2007 г. проведена экспедиция вагона-обсерватории TROICA-11 (рис.1) по маршруту Москва–Владивосток–Москва. В настоящее время этот вагон оснащен высокоэффективными автоматизированными системами, позволяющими проводить высокоточные измерения ключевых газовых компонент, системой отбора проб для исследований состава летучих органических соединений, изотопного и аэрозольного состава воздуха (рис. 2). Для управления приборами, первичного контроля

качества и хранения данных разработано соответствующее программное обеспечение.

Собраны данные о приземном составе воздуха, включая озон, окислы азота, метан, моноокись углерода, диоксид серы, летучие органические соединения, аэрозоли (рис. 3).

Полученные данные использованы в исследованиях состава приземного воздуха:

- в фоновых условиях,
- в условиях отдельных городов и промышленных регионах в целом,



Рис. 1. Общий вид вагона-обсерватории



Рис. 2. Химическая лаборатория

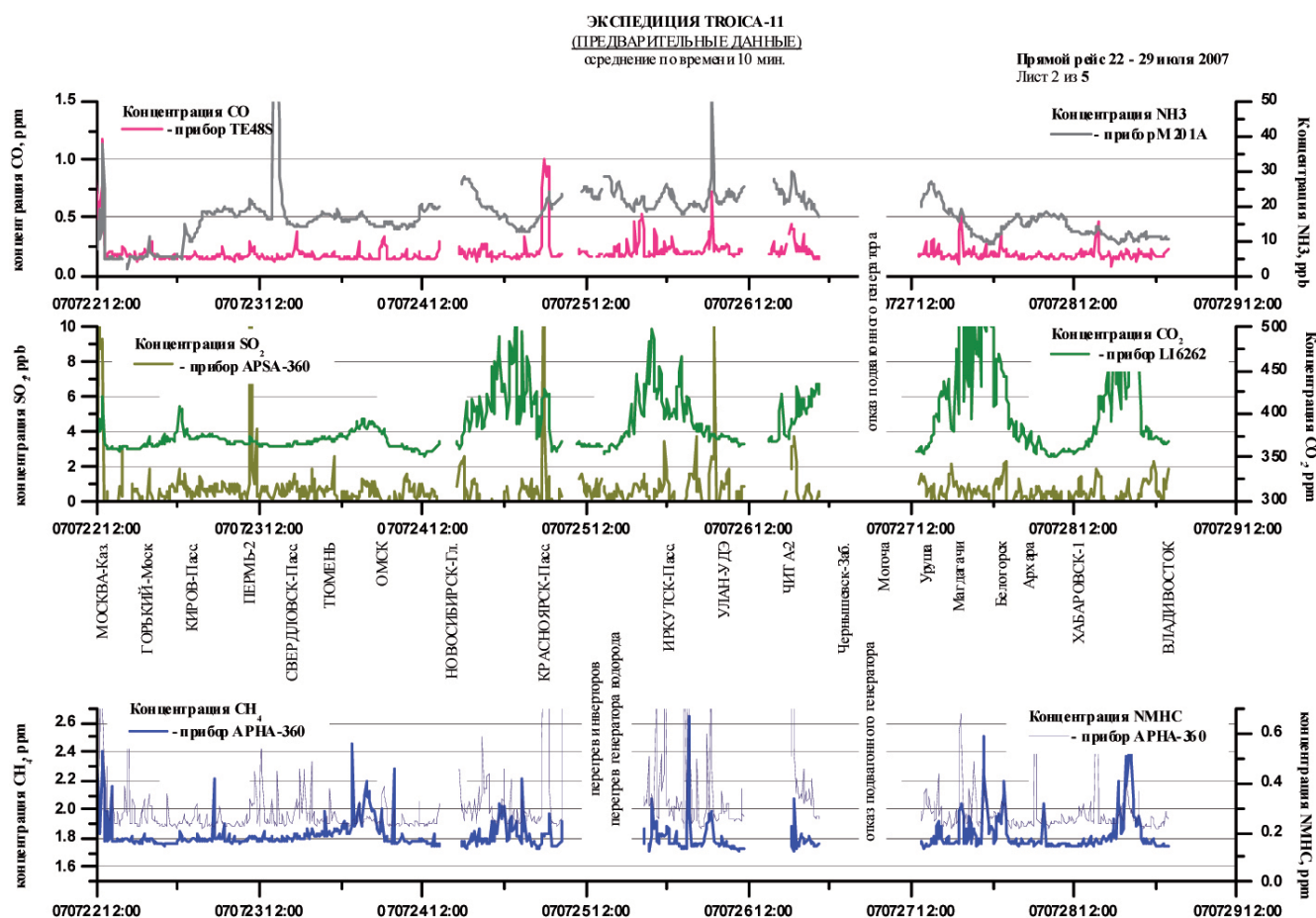


Рис. 3. Наблюдения CO , SO_2 и CH_4 в экспедиции TROICA в июле 2007 г.

– в шлейфах крупных антропогенных источников эмиссий.

Результаты наблюдений использовались также при анализе регионального переноса в Сибири с целью верифицировать разработанные методики пространственной локализации климатически значимых антропогенных источников атмосферных эмиссий.

С марта 2007 г. введен в эксплуатацию автоматизированный приборный комплекс для измерений приземных концентраций окислов азота и озона на наблюдательной станции Зотино (Красноярский край) (рис. 4).

Исходные ряды представляют собой средние 10-минутные значения параметров (рис. 5).

Исследованы основные закономерности циркуляционных режимов атмосферы в Западной Сибири, установлены климатически значимые источники эмиссий окислов азота, в зоне влияния которых находится наблюдательная станция (рис. 6).

Установлено, что пункт наблюдений может перио-

дически оказываться под воздействием значительных источников антропогенных загрязнений, расположенных, главным образом, на юге Западной Сибири и Красноярского края, которые следует учитывать при анализе дальнего переноса, в том числе в арктическую зону Западной и Восточной Сибири.

В качестве перспектив исследовательских работ на период 2008–2009 гг. предложено следующее:

– продолжение исследований процессов регионального и дальнего переноса с использованием



Рис. 4. Высотная мачта на наблюдательной станции Зотино

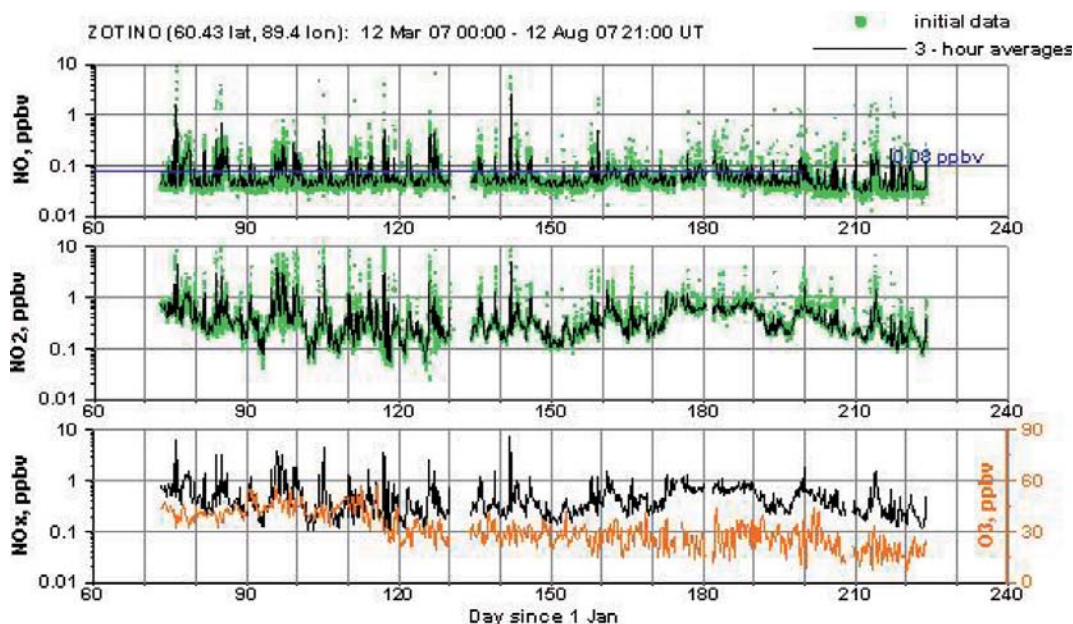


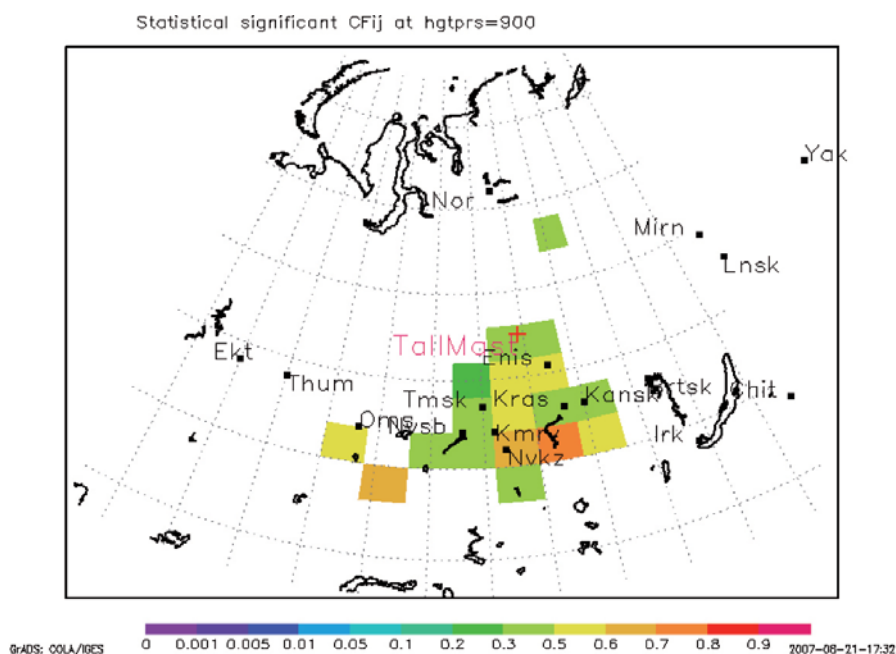
Рис. 5. Приземные (на высоте 4 м) концентрации NO , NO_2 , NO_x и O_3 (средние за 10 мин и 3 ч) по измерениям на станции Зотино

данных наблюдений на станциях Зотино, Тикси и данных экспедиций TROICA;

– развитие системы наблюдений, установка автоматических приборных комплексов для мониторинга газового состава приземного воздуха на указанных станциях.

Н.Ф.ЕЛАНСКИЙ (ИФА РАН)
Фото предоставлены автором

Рис. 6. Пространственная идентификация климатически значимых региональных источников эмиссии окислов азота по данным наблюдений на станции Зотино. Цветовая шкала – относительный вклад данной области в суммарную эмиссию окислов азота



ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕДИЦИЯ ПО ОНЕЖСКОМУ И ЛАДОЖСКОМУ ОЗЕРАМ

По инициативе Отделения наук о Земле и Карельского научного центра (КарНЦ) РАН 14–21 июня 2007 г. проведена геологическая экспедиция по маршруту Петрозаводск–Кижы–Толвуя–Бесов мыс–Лодейное поле–Валаамский архипелаг–Путсаари–Сортавала (рис. 1) как одно из мероприятий МПГ 2007/08. Ее организатор – Институт геологии КарНЦ РАН в лице зав. лаборатории геофизики Н.В.Шарова. В геологической экспедиции участвовали геологи и геофизики – специалисты по геологии докембрия (рис. 2): А.О.Глико и Ю.А.Морозов (ИФЗ РАН, Москва), М.Г.Леонов (ГИН РАН, Москва), В.В.Щипцов и Н.В.Шаров (ИГ КарНЦ РАН, Петрозаводск) и др.

В распоряжении экспедиции было НИС «Эколог», принадлежащее КарНЦ РАН (начальник рей-

са В.Н.Коваленко, Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН; капитан С.В.Прошкин) (рис. 3).

Экспедиция проведена по программе фундаментальных исследований ОНЗ РАН № 6 «Геодинамика и механизмы деформации литосферы», координаторы А.О.Глико и Ю.Г. Леонов, проект «Сейсмическая модель литосферы и современная геодинамика юго-восточной части Фенноскандинавского щита», руководитель Н.В.Шаров.

Научная цель экспедиции – изучение закономерностей глубинного строения и особенностей современной геодинамики земной коры юго-восточного склона Фенноскандинавского щита и разработка научно-методических подходов для создания геолого-геофизического (или геолого-геодинамического) полигона на основе интеграции

образовательных и научно-исследовательских ресурсов. В частности, чтобы оценить геодинамическую ситуацию в пределах активно развивающейся Ладожской кольцевой неотектонической структуры, нужен геолого-геофизический анализ территории и отбор базовых геологических объектов, который также позволит организовать международный экскурсионный геологический маршрут «Раннедокембрийская геология и неотектонические палеосейсмодислокации».

Фенноскандинавский щит содержит наиболее полный спектр этих древних пород по сравнению со всеми другими континентами мира. Обоснование полигона, расположенного в Юго-Восточной Карелии, в акваториях Онежского и Ладожского озер, – это инновационная образовательная и одновременно научно-производственная задача экспедиции, которая позволит реализовать на конкретных геологических объектах подготовку высококвалифицированных специалистов-геологов.

Объекты для геологической экспедиции были выбраны не случайно. Ладожская и Онежская вулкано-тектонические структуры являются ключевыми объектами для понимания условий формирования древних докембрийских комплексов российской части Фенноскандинавского щита.

В акватории Онеги участники экспедиции познакомились с геологическим строением Забогинского и Максовского месторождений, где открытым способом добываются уникальные образования докембрия Карелии – шунгитоносные (высокоуглеродистые) породы; посетили одну из скважин в районе д. Тетюгино, расположенную на шунгитовой залежи Толвуйской структуры, где в рамках проекта бурения ранней Земли по международной программе научного континентального бурения (ICDP) «Арктическая Фенноскандия России» ведутся бурение, сбор и систематизация кернового материала.

Главным объектом посещения на Ладожском озере были о. Валаам и Валаамско-Салминская островная гряда, на которых обнажаются габбро-долериты и сопровождающие породы крупнейшего в Европе Валаамского силла. Помимо петрологии слагающих его пород он несет информацию о тектонике краевой части щита от позднего докембрия до наших дней. Основное внимание уделено



Рис. 1. Маршрут геологической экспедиции:

1 – о. Кижы; 2 – п. Толвуй, Забогинское месторождение, Максовское месторождение, штольня в Шуньге; 3 – Бесов нос, петроглифы; 4 – Свято-Троицкий монастырь Александра Свирского; 5 – о. Валаам, Спасо-Преображенский Валаамский монастырь, Красный скит, Желтый скит, гора Елеон; 6 – о. Мюкерику Валаамско-Салминской островной гряды; 7 – о-ва Хейнясенмаа Валаамско-Салминской островной гряды; 8 – о. Путаари

вопросам неотектоники, интенсивно проявленной на о. Валаам, где главное значение имели вертикальные блоковые движения, наложенные на структуру горизонтального силла (рис. 4). Менее развиты деформации бокового сжатия (сдвига-надвига). Примером подобного типа движений являются зоны дробления на южном Скалистом берегу о. Валаам (рис. 5). Общим итогом неотектонических движений является формирование ладожской неотектонической радиально-кольцевой структуры. Активность современной геодинамики вынуждает ставить вопрос о необходимости организации геодинамического полигона котловины Ладожского



Рис. 2. Участники экспедиции, г. Сортавала



Рис. 3. НИС «Эколог»

озера, так как Северо-Западный экономический регион с крупными городами и высокой численностью населения, развитой промышленностью, транспортными системами требует обеспечения его геоэкологической безопасности и долгосрочного прогноза возможных нежелательных природных явлений.

Великолепный и неповторимый ансамбль природных объектов таят в себе североладожские шхеры Ладожского озера, запечатлевшие все многообразие событий геологической летописи края от ранних этапов развития Земли до наших дней, продолжительностью более 2 млрд лет. Участники экспедиции посетили береговую часть озера в районе о. Путсаари, где геофизическими и геологическими исследованиями установлен эпицентр мантийно-корового диапира с проявлением интенсивного метаморфизма вплоть до гранулитовой фации, дегидратационного плавления, инъекционной мигматизации и гранитизации (рис. 6).

Во время экспедиции НИС «Эколог» в кают-компании проходили семинары, лекции, в ходе которых обсуждались основные проблемы геологии

региона, а также сопоставлялись геологические и геофизические результаты исследований.

Вместе с изучением геологических объектов маршрут экспедиции предполагал посещение уникальных памятников Русского Севера, имеющих мировую историческую и культурную ценность.

Прощаясь с участниками экспедиции, ее организаторы еще раз подтвердили готовность принять на борт «Эколога» ученых, заинтересованных в проведении геолого-геофизических или иных исследований, связанных с работой в закрытых морях. При необходимости на борту НИС «Эколог» возможно размещение дополнительного оборудования, например для проведения сейсмических исследований.

Л.П.СВИРИДЕНКО, А.В.ПЕРВУНИНА
(ИГ КарНЦ РАН)

shchipts@krc.karelia.ru, v.kovalenko@karelia.ru
Фото предоставлено авторами



Рис. 4. Бухта Лещевая, о. Валаам



Рис. 5. Деформации бокового сжатия (сдвига-надвиги) в габбро-долеритах юго-западного крыла пологой синклинали силла на южном Скалистом берегу о. Валаам, мыс Найсними



Рис. 6. Мигматиты в гнейсах ладожской серии, о. Путсаари, Ладожское озеро

ВЫПОЛНЕНИЕ ПРОЕКТА

«ВЕРХНЯЯ АТМОСФЕРА И ОКОЛОЗЕМНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО»

Долгопрудненская научная станция Физического института им. П.Н.Лебедева РАН (ФИАН) в 2007 г. в рамках научной программы МПГ 2007/08 (раздел 1.2. Верхняя атмосфера и околоземное космическое пространство) проводила регулярные измерения потоков космических лучей в северной и южной полярной атмосфере. Измерения проводились на севере в районе г. Апатиты и в Антарктиде в обсерватории Мирный. Данные о потоках заряженных частиц получены в интервале высот от уровня земли до 30–35 км.

Использована стандартная аппаратура (радиозонды космических лучей). Измерения проводились регулярно 3 раза в неделю. Чтобы обеспечить регулярность измерений, на Долгопрудненской научной станции ФИАН силами сотрудников было изготовлено около 300 радиозондов. На рис. 1 показан радиозонд, используемый в наших экспериментах. С 1 января по 30 ноября 2007 г. выполнено более 130 запусков радиозондов на северных полярных широтах и столько же – в обсерватории Мирный.

Для проведения измерений в обсерватории Мирный в экспедиции 2008 г. подготовлена аппаратура и вместе со специалистом в ноябре 2007 г. отправлена в Антарктиду в обсерваторию Мирный.

В 2007 г. наблюдался минимум солнечной активности, в течение которого потоки космических лу-

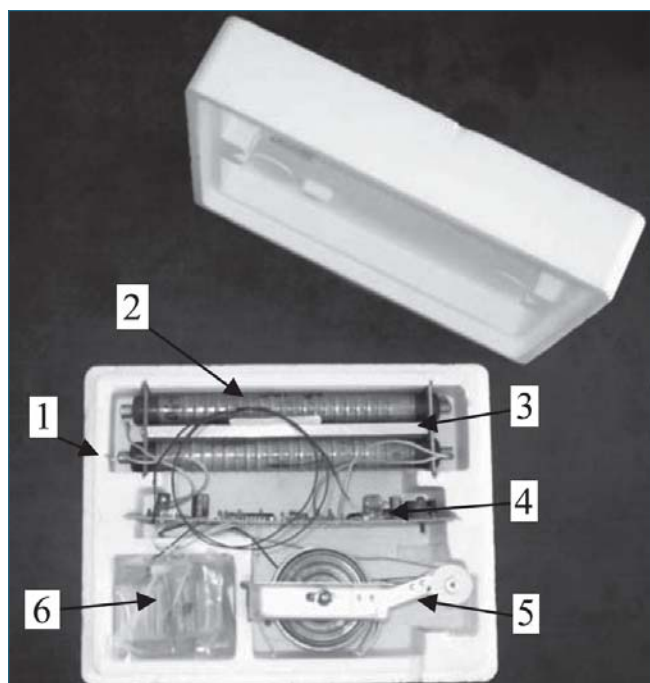


Рис. 1. Стандартный радиозонд:

- 1 – пенопластовый корпус; 2 – детекторы заряженных частиц (газоразрядные счетчики СТС-6); 3 – 7-миллиметровый алюминиевый фильтр для разделения космического излучения и радиоактивности;
- 4 – электронная схема, состоящая из УКВ-передатчика и блока высокого напряжения для питания счетчиков; 5 – датчик атмосферного давления;
- 6 – химическая батарея для питания радиозонда

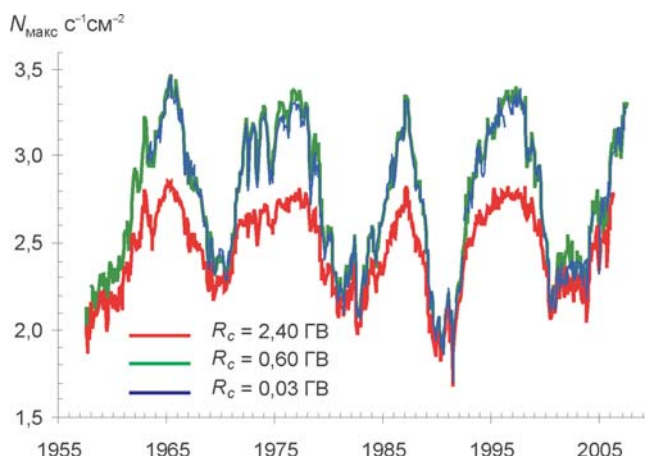


Рис. 2. Ход среднемесячных значений потока космических лучей в максимуме кривой поглощения $N_{\text{макс}}$ в атмосфере: зеленая кривая – северные полярные широты, синяя кривая – Мирный, красная кривая – средние широты Северного полушария

чей близки к максимальным. На рис. 2 приведен временной ход среднемесячных значений потока космических лучей $N_{\text{макс}}$ в максимуме кривой их поглощения в атмосфере начиная с июня 1957 г. по август 2007 г.

Одной из важных особенностей в полученных долговременных однородных данных является наличие отрицательного тренда в потоке галактических космических лучей – постепенное уменьшение потока, примерно равное $-0,05 \text{ \%}/\text{год}$. Рис. 3 демонстрирует этот эффект. Нужно отметить, что такой же отрицательный тренд наблюдается по данным нейтронных мониторов.

Ю.И.СТОЖКОВ (ФИАН)

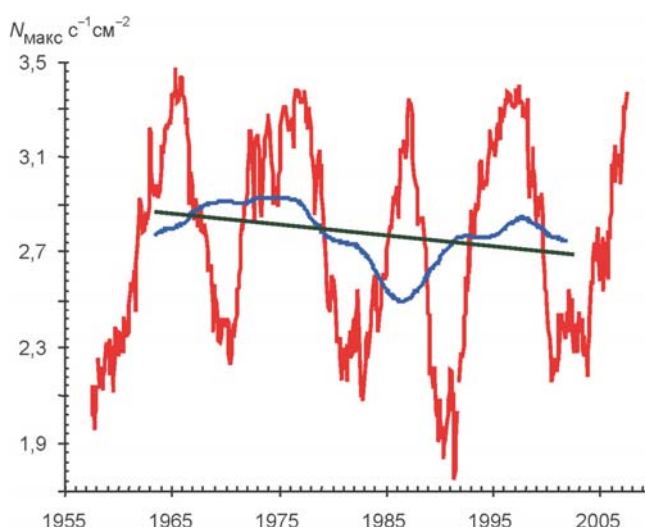


Рис. 3. Ход среднемесячных значений потока космических лучей в максимуме кривой поглощения $N_{\text{макс}}$ в северных полярных широтах: красная кривая – $R_c = 0,6 \text{ ГВ}$; синяя кривая – сглаженные с периодом 11 лет значения; прямая линия – тренд, проведена методом наименьших квадратов

ЧТО ОБЩЕГО У ОЗЕРА БАЙКАЛ И ПОДЛЕДНИКОВОГО ОЗЕРА ВОСТОК (АНТАРКТИДА)?

На первый взгляд очень мало или ничего общего. Но это на первый... Академик В.М.Котляков, известный специалист по современной Антарктиде и ее прошлому, считает, что подледниковое оз. Восток, как и Байкал, имеет рифтовое происхождение и является «Антарктическим Байкалом» [1]. Мы рассмотрим в основном свойства воды оз. Восток, хотя на сегодняшний день прямых контактов с водами этого озера нет, но как раз Байкал может оказать помощь в решении этого вопроса.

Таблица 1. Основные параметры подледникового озера Восток и озера Байкал

Характеристика	Восток [1, 2, 5]	Байкал [7]
Координаты	76,1–78,3° ю.ш. 102–107° в.д.	51,5–55,7° с.ш. 103,7–110,0° в.д.
Максимальная глубина (водная толща), м	Около 1200	1642
Глубина относительно уровня моря, м	Около 350–1550	455,5 ... –1186,5
Толщина льда над поверхностью воды, м	3650–4200	Около 1 (зимой)
Давление в водной толще, атм	340–400	1–164
Площадь, км ²	14 000	31 722
Объем, км ³	1 800	23 615
Соленость, ‰	0–1,2	0,1
Температура поверхности, °C	–3,2...–2,9 [4]; –2,83...–2,53 [11]	0–20

Рассмотрим основные параметры озер (табл. 1). Одна из самых важных термодинамических характеристик вод оз. Восток – температура воды T *in situ* и температура максимальной плотности воды $T_{\text{мп}}$. Температура воды пока может рассчитываться только по температуре плавления льда, зависящей от давления в толще ледника. У разных авторов значения температуры плавления льда–воды различны, например в работе [11] для северной и южной частей озера они равны –2,83 и –2,53 °C соответственно. В южной части оз. Восток толщина ледника на 460 м меньше. Соответствующие значения температуры максимальной плотности равны –4,20 и –3,15 °C. По работе [4], температура плавления примерно на 0,4 °C меньше, но для иллюстративных целей мы используем данные [11].

Значения $T_{\text{мп}}$ уменьшаются с ростом глубины (давления), что вызвано проявлением аномальных температурно-плотностных свойств воды. Для учета этого влияния применяется температурная шкала Д.И.Менделеева: $T_{\text{менд}} = T - T_{\text{мп}}$.

Таблица 2. Термодинамические параметры для вод озера Восток

Район оз. Восток	$T, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{мп}}, ^\circ\text{C}$	$T_{\text{менд}}, ^\circ\text{C}$	$\alpha \cdot 10^{-4}, 1/^\circ\text{C}$	$\rho_n \cdot 10^{-3}, \text{г/см}^3$	$\Gamma \cdot 10^{-5}, ^\circ\text{C/м}$
Юг, 0 м	–2,53	–3,15	0,62	9,81	–1,57	6,61
Север, 460 м	–2,83	–4,20	1,37	21,4	–1,53	14,5
Среднее	–2,68	–3,68	1,00	15,6	–1,55	10,5

Три важных термодинамических параметра вод оз. Восток рассчитаны по точным формулам, приведенным в работе [6] и в табл. 2:

1) коэффициент термического расширения α , определяющий силы плавучести, $\alpha = 0$ при $T = T_{\text{мп}}$;

2) частная двойная производная плотности ρ по температуре T ($\rho_{TT} = \partial^2 \rho / \partial T^2$), ответственная за уплотнение при смешении;

3) адиабатический градиент температуры Γ .

В работе [11] для слоев 0 и 460 м приведены средние значения $\alpha = 18 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ и $\Gamma = 1,1 \cdot 10^{-5} ^\circ\text{C/м}$, а из табл. 2 для них получаем $\alpha = 15,6 \cdot 10^{-6} 1/^\circ\text{C}$ и $\Gamma = 1,05 \cdot 10^{-5} ^\circ\text{C/м}$, т.е. совпадение результатов, полученных разными методами, вполне удовлетворительное.

В оз. Восток, где нет влияния ветра и солнечного излучения, основной процесс перемешивания вод – конвекция. Главные характеристики конвекции – максимальные и минимальные или начальные скорости, для оценок этих скоростей получены следующие формулы [7]:

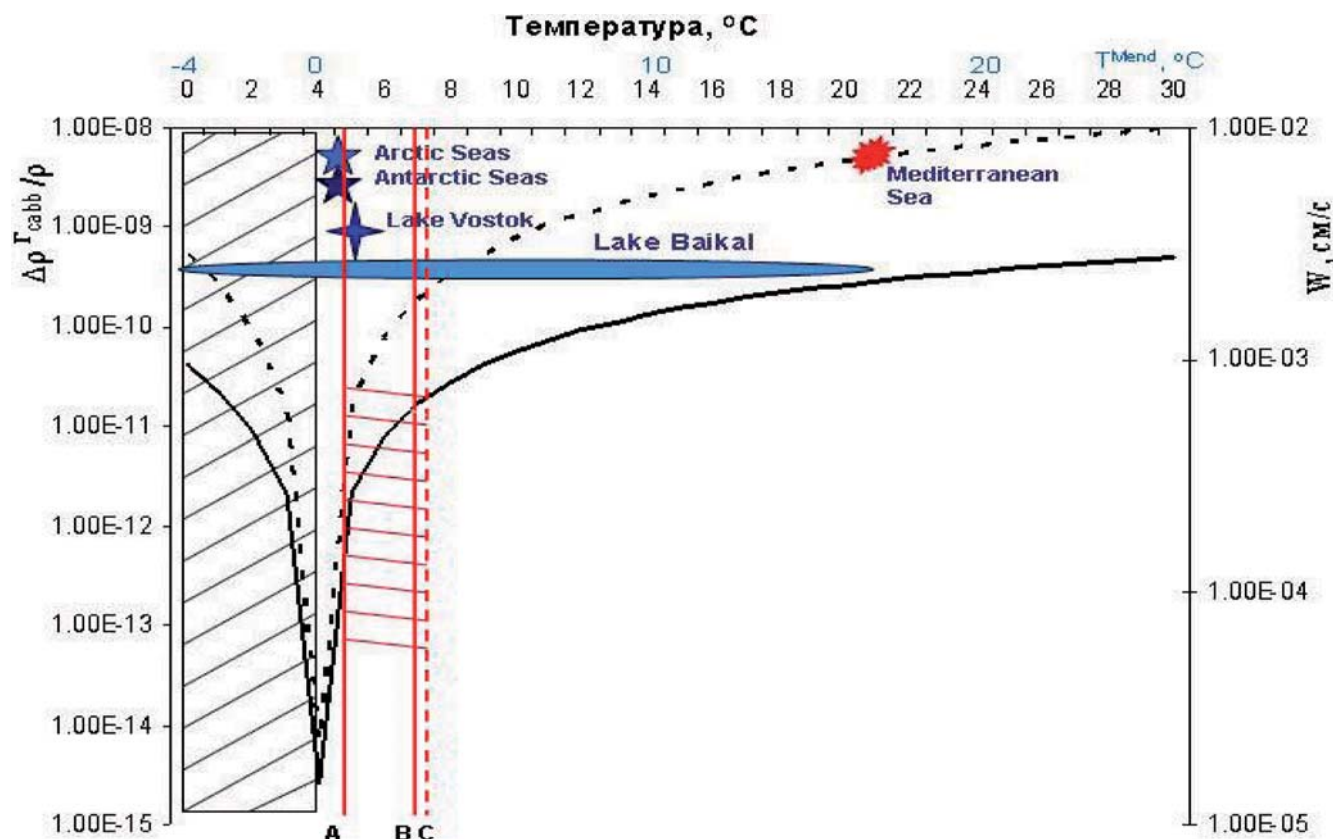
$$W_{\text{max}}^{\text{конв}} = A \alpha \Delta T = A \Delta \rho / \rho,$$

$$W_{\text{min}}^{\text{конв}} = A \alpha \Delta T_{\text{ад}} = A \Delta \rho_{\text{упс}} / \rho,$$

где A – постоянная, ΔT и $\Delta \rho$ – разности температуры и плотности некоторых соприкасающихся объемов воды, $\Delta T_{\text{ад}}$ – адиабатическая разность значений температуры, $\Delta \rho_{\text{упс}}$ – уплотнение при смешении для адиабатического градиента температуры Γ .

При температурно-плотностной конвекции движение воды может начаться только в том случае, если разность значений температуры станет больше адиабатической [3]: $\Delta T > \Delta T_{\text{ад}}$, что и определяет $W_{\text{min}}^{\text{конв}}$. На $W_{\text{min}}^{\text{конв}}$ сильное влияние оказывает температура в слое максимальной плотности $T_{\text{мп}}$, где минимальные скорости конвекции имеют глубокий минимум, показанный на рисунке для температурной шкалы Менделеева и обычной. Также на рисунке видно, что для оз. Восток, имеющего мощность водной толщей 1200 м, значения $T_{\text{менд}}$ изменяются примерно от 0,6 до 3,0 °C и совпадают со значением $T_{\text{менд}}$ для Байкала с глубинами приблизительно от 600 до 1600 м, что свидетельствует о значительном подобии процессов конвекции в обоих озерах. В этом диапазоне изменений $T_{\text{менд}}$ значения $W_{\text{min}}^{\text{конв}}$ меняются в пределах $(1,2 \dots 120) \cdot 10^{-4} \text{ см/с}$, что меньше значений, приведенных в работе [11], как и должно быть, поскольку наши значения являются пороговыми.

Значения $W_{\text{min}}^{\text{конв}}$ определяют интенсивность конвекции: чем они меньше, тем интенсивность выше в арктических и антарктических морях Мирового океана, где значения температуры вод близки к $T_{\text{мп}}$. Исключение составляет MEDOC-конвекция, которая происходит на большом удалении от $T_{\text{мп}}$ при



Температурная шкала Менделеева $T_{\text{Менд}}$. Сравнение природных объектов с водами различной солёности.

Размеры значков вод разного происхождения соразмерны температурам в этих объектах.

Красная штриховка – диапазоны температуры воды Байкала в шкале Менделеева для глубин 650–1600 м (А–В) и подледникового оз. Восток от линии А и, возможно, до линии С

сильных холодных ветрах (типа мистралья) (см. рисунок).

В конечном счете оказалось, что у Байкала и оз. Восток много не только общего, но и полезного для исследования, так как на Байкале глубже 650 м термодинамические условия идентичны условиям водной толщ оз. Восток. Последнее условие позволяет нам, работая на Байкале, лучше изучить и понять гидродинамические процес-

сы в оз. Восток, несмотря на то, что непосредственно проникнуть в его воды пока не удалось.

Работа докладывалась на конференции «Россия в МПГ – первые результаты», прошедшей 4 октября 2007 г. в Сочи и выполнена при поддержке РФФИ (проекты № 06-05-64685 и № 08-05-00395).

П.П.ШЕРСТЯНКИН, Л.Н.КУИМОВА
(Лимнологический институт СО РАН)
E-mail: ppsherst@lin.irk.ru

Список литературы

1. Котляков В.М. В 100 метрах от тайны // Вокруг света. 2004. № 2. С. 92–101.
2. Зотиков И.А. Антарктический феномен – озеро Восток // Природа. 2000. № 2. С. 61–68.
3. Каменкович В.М. Основы динамики океана. Л.: Гидрометеоиздат, 1973. 240 с.
4. Липенков В.Я., Истомин В.А., Преображенская А.В. Опыт исследования газового режима подледникового озера Восток // Проблемы Арктики и Антарктики. 2003. Вып. 74. С. 66–87.
5. Масолов В.Н., Лукин В.В., Шереметьев А.Н., Попов С.В. Геофизические исследования подледникового озера Восток в Восточной Антарктиде // Докл. РАН. 2001. Т. 379. № 5. С. 680–685.
6. Шерстянкин П.П., Куимова Л.Н. Точные формулы для термодинамических параметров озерных вод по уравнению состояния в форме Chen–Millero // Докл. РАН. 2003. Т. 391. № 2. С. 254–259.
7. Шерстянкин П.П., Куимова Л.Н., Иванов В.Г. Оценка максимальных вертикальных скоростей конвекции в природных водах на примере озера Байкал // Докл. РАН. 2006. Т. 415(1). С. 115–119.
8. De Batist M., Canals M., Sherstyankin P., Alekseev S. A new bathymetric map of Lake Baikal // Scientific Drilling Database. The INTAS Project 99–1669 Team, 2002. doi:10.1594/GFZ.SDDDB.1100.
9. Kapitsa A.P., Ridley J.K., Robin G. de Q., Siegert M.J. et al. A large deep freshwater lake beneath the ice of central East Antarctica // Nature. 1996. Vol. 381. P. 684–686.
10. Marshall J., Schott F. Open–Ocean Convection: Observation, Theory, and Models. // Rev. of Geophysics. 1999. Vol. 37(1). P. 1–64.
11. Wüst, A., Carmack E. A priori estimates of mixing and circulation in the hard-to-reach water body of Lake Vostok // Ocean Model. 2000. Vol. 2. P. 29–43.

ПЕРВЫЕ МЕЖДУНАРОДНЫЕ СТУДЕНЧЕСКИЕ ПОЛЕВЫЕ КУРСЫ ПО МЕРЗЛОТОВЕДЕНИЮ «ТЕРО-YAMBURG-2007» НА СЕВЕРЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Международная полевая практика по мерзлотоведению в рамках МПГ 2007/08 «ТЕРО-Yamburg» впервые проведена в Ямало-Ненецком АО 5–25 июля 2007 г. В экспедиции участвовали 34 человека, половину из них представляли студенты и профессора университетов штатов Делавер и Монтана (США), а также университета Гамбурга (Германия).

ТЕРО (Technical-Environmental Permafrost Observatories)-Yamburg – это сеть мониторинговых площадок, созданных Тюменским государственным нефтегазовым университетом (Субарктический полигон ТюмГНГУ) и МГУ им. М.В.Ломоносова (географический факультет) на территории газовых промыслов предприятий ООО «Надымгазпром» и «Уренгойгаздобыча» в пределах лесотундры и тундры для изучения геокриологического строения Западной Сибири, исследования геоэкологических и инженерно-геокриологических особенностей освоения региона. С 2005 г. эти площадки используются для проведения совместной учебной полевой практики студентов II курса кафедры криолитологии и гляциологии географического факультета МГУ под постоянным руководством доцента В.И.Гребенца и студентов III курса кафедры криологии

Земли ТюмГНГУ, возглавляемых доцентами А.В.Бойцовым и А.Н.Курчатовой.

Цель Международных курсов «ТЕРО-Yamburg» – изучение вечной мерзлоты и оценка влияния на нее различных природных факторов, в том числе потепления климата, а также исследование геоэкологических проблем инженерного освоения Западной Сибири.

Работа летней школы состояла из лекций, предваряющих непосредственное знакомство с криогенными процессами и явлениями; полевых маршрутов, во время которых ребята на практике осваивали основные методы мерзлотных исследований; а также экскурсий на газовых промыслах под руководством ведущих специалистов предприятий ООО «Надымгазпром» и «Уренгойгаздобыча».

Учебная программа летней школы состояла из следующих основных блоков:

- 1) региональные особенности криолитозоны Западной Сибири,
- 2) криогенные процессы и явления,
- 3) мониторинговые исследования криолитозоны,
- 4) мерзлотные почвы,
- 5) инженерные объекты газовых промыслов в криолитозоне.

Ежедневный план-график работ

5 июля. Прибытие в г. Новый Уренгой из Москвы и Тюмени; расселение в вахтовом жилищном комплексе (ВЖК) на месторождении «Юбилейное» ООО «Надымгазпром», вечером – занятия спортом.

6 июля. Обязательный инструктаж по технике безопасности для пребывания на территории месторождения. Экскурсия на газовый промысел «Технология добычи газа и методы обеспечения устойчивости инженерных объектов в сложных геокриологических условиях».

7 июля. Полевой маршрут «Ландшафтно-мерзлотные условия лиственничных редколесий» в пределах водораздельного уровня пятой морской Салехардской террасы. Помимо детального описания точек выполнено ручное бурение с отбором керна; геотермические измерения в скважине № 1 Субарктического полигона ТюмГНГУ, оборудованной автоматической системой регистрации и накопления данных (по программе международного проекта TSP).

8 июля. Полевой маршрут «Изучение долинного комплекса р. Хальмер-яха» в пределах пятой морской Салехардской террасы: выполнение ландшафтно-мерзлотного профиля через долину реки, гидрологические исследования с использованием гидрометрических вертушек, рН-Еh-метра и термометров. Вечером лекция «Криолитозона Западной Сибири».

9 июля. Полевой маршрут «Полигональные торфяники – наиболее характерный тип местности криолитозоны Западной Сибири» в пределах V морской Салехардской террасы: детальное описание рельефа, микрорельефа поверхности полигонов, бурение с отбором керна, описание шурфов, термометрические исследования в скважине № 3 Субарктического полигона ТюмГНГУ, установка термометрических логгеров НОВО (проект TSP). Вечером лекция «Криогенные процессы, возникающие при техногенных воздействиях, и основные инженерно-геокриологические способы борьбы с ними».

10 июля. Полевой маршрут «Реликтовые бугры пучения с ледяным ядром» в пределах V морской Салехардской террасы: мерзлотно-ландшафтное профилирование, описание шурфов. Вечером лекция «Гидрогеология Западной Сибири».

11 июля. Полевой маршрут «Ландшафтно-мерзлотные условия долинных комплексов малых рек» в пределах IV озерно-аллювиальной Казанцевской террасы. Выполнение ландшафтно-мерзлот-

ного профиля через долину правого притока р. Седе-Яха – р. Бочковуху с определением глубины оттаивания грунтов, проведение термометрических наблюдений в скважине № 2 Субарктического полигона ТюмГНГУ, описание и бурение растущего бугра пучения; изучение в шурфах псевдоморфоз по повторно-жильным льдам и особенностей строения генетических горизонтов таежных и тундровых почв. Создание в пределах торфяника двух площадок для изучения глубины сезонного оттаивания грунтов (по программе международного проекта CALM – Циркумпольный мониторинг деятельного слоя в рамках МПГ 2007/08). Вечером лекция «История формирования криолитозоны Западной Сибири в плейстоцен-голоценовое время».

12 июля. Полевой маршрут «Палеокриогенные образования в аллювиальных отложениях»: зачистка и описание обнажения в разрезе песчаного карьера по левому борту р. Седе-Яха. Изучение жильных структур, в том числе псевдоморфоз по повторно-жильным льдам разных генераций; криотурбаций и инволюций; сопоставление горизонтов с палеокриогенными образованиями с историей развития территории в плейстоцен-голоценовое время. Описание системы полигонального рельефа, связанного с жильными структурами.

13 июля. Полевой маршрут на площадку № 3 Субарктического полигона ТюмГНГУ, создание двух площадок CALM. Во второй половине дня – экскурсия «Особенности строительного освоения в южной криолитозоне»: изучение способов прокладки линейных техногенных систем; устройство и эксплуатация холодных проветриваемых подполий; управление мерзлотной обстановкой в строительных целях, использование парожидкостных термоустановок для предотвращения деформаций на площадке ВЖК «Юбилейное». Вечером лекция «Геотермические наблюдения и основные методы их интерпретации». Поздно вечером проигран футбольный матч местной службе пожаротушения со счетом 9 : 19.

14 июля. Отъезд из ВЖК «Юбилейное», встреча в аэропорту немецких студентов и аспирантов, пересечение Полярного круга, прибытие на месторождение «Заполярное» ООО «Уренгойгаздобыча». После ужина – экскурсия по комплексу.

15 июля. Экскурсия «Новые технологии в добыче газа и эксплуатации промыслов»: обязательный инструктаж по технике безо-

пасности, осмотр УПКГ-2С, изучение выбора эффективных методов и оптимальных конструкций опор для газотранспортных структур на вечномёрзлых грунтах, управление мерзлотными условиями на техногенных объектах. Круглый стол с представителями руководства месторождения «Заполярное». Вечером лекция «Основные сведения о криолитозоне Западной Сибири» и доклады студентов.

16 июля. Переезд ГKM «Заполярное»—Ямбург. По маршруту проведены полевые исследования строения почвенных горизонтов в лесотундре. Прочитана лекция «Организация производства и структура газодобывающей компании ООО «Уренгойгаздобыча» в главном офисе компании в Новом Уренгое.

17 июля. Обзорная экскурсия «История открытия Ямбургского ГKM, основные этапы освоения», посещение Ямбурга и промышленных объектов. Прочитаны лекции «Системы менеджмента риска при развитии опасных инженерно-геокриологических процессов», «Природные условия и инженерно-геокриологические особенности Ямбургского газоконденсатного месторождения. Геокриологический мониторинг». Посещение Ямбургской мерзлотной лаборатории: приборы и аппаратура для мерзлотных исследований; способы бурения изыскательских и геотермических скважин, демонстрация установки для прямых испытаний несущей способности свай. Экскурсия в порт Ямбурга и в подземный ледник. Вечером лекция «Криогенные опасности, связанные с деградацией вечной мерзлоты» и доклады студентов.

18 июля. Полевой маршрут «Изучение повторно-жильных льдов и опасных криогенных процессов»: ландшафтно-мерзлотное профилирование в долине р. Нгарка-Пойловая на второй прибрежно-морской террасе; бурение на полигональном торфянике; исследование развития термоэрозии и оврагообразования; изучение способов защиты объектов газовой промышленности от термоэрозии в районе УКПГ 1В.

19 июля. Полевой маршрут «Мерзлотные почвы пятен-медальонов и торфяников» в пределах морской Казанцевской террасы: изучение мезо- и микрорельефа западинно-грядовой поверхности в долине р. Яро-Яха; составление ландшафтно-мерзлотных профи-

лей и фрагментов карт. Вечером лекция «Влияние города на изменение микроклимата и мерзлотных условий (на примере Барроу, Аляска, США)» и доклады студентов.

20 июля. Полевой маршрут «Булгуннях и хасыреи» на Казанцевской террасе: бурение на одном из бугров пучения (Гюнтер-пинго); выполнение ландшафтно-мерзлотных наблюдений. Обследование участка развития линейного термокарста на месте подземной прокладки газопроводов; деформированных при развитии морозного пучения опор надземных газопроводов; знакомство с основными методами борьбы с морозным пучением грунтов. Вечером лекция «Мерзлотные почвы» и доклады студентов.

21 июля. Полевой маршрут «Склоновые процессы в криолитозоне. Основные методы борьбы с ними на участках прокладки газопроводов»: исследование опасных криогенных процессов (оврагообразование, солифлюкция, криогенные сплывы по системе повторно-жильных льдов); описание обнажения со вскрывающейся псевдоморфозой; составление мерзлотно-ландшафтных профилей через долину р. Нюдя-Адьюльдерьёпока. Вечером доклады студентов.

22 июля. Полевой маршрут «Исследование долинного комплекса реки Пойлово-яха»: описание ландшафтно-мерзлотных условий и обнажения в береговом обрыве. Вечером лекции «CALM: задачи, методы, основные результаты», «Хронология и соотношение криохронов и термохронов в Сибири, на Европейской части России, в Центральной Европе и Северной Америке», доклады студентов.

23 июля. Полевой маршрут «Ландшафтно-мерзлотные исследования и изучение почвенных профилей на поверхности Приобской прибрежно-морской террасы». Вечером доклады студентов.

24 июля. Экскурсия «Особенности строительства в условиях вечной мерзлоты в Ямбурге и изменение мерзлотных условий». Камеральная обработка собранного материала. Вечером футбольный матч и прощальный ужин.

25 июля. Отъезд из Ямбурга в Новый Уренгой, отлет групп из аэропорта Нового Уренгоя в Москву, а также отправление поездом части участников в Тюмень.

Таким образом, во время полевых курсов студенты получили представление о ландшафтно-мерзлотных условиях севера Западной Сибири в пределах северной тайги, лесотундры и тундры, закономерностях развития мерзлотных процессов и явлений. Во время полевых маршрутов ребята на практике освоили методики проведения мерзлотной съемки; определение криогенных параметров, в том числе такого наиболее важного из них, как динамика сезонно-талого слоя, с использованием различных приборов и оборудования; полевые методы геохимических, гидрологических исследований; бурения скважин; описание керна, шурфов и обнажений; документации образцов. Под руководством главного координатора проекта «Мерзлотные почвы» Международной ассоциации по мерзлотоведению (IPA) проф. Е.М.Пфайффер выполнено почвенное картирование, детальное описание основных типов почв на исследованной территории. Непосредственно у шурфов ребята получили представление об особенностях почвенных классификаций, принятых в разных странах. Учебная деятельность успешно сочеталась с выполнением научных проектов, получены данные по температурному режиму грунтов в течение года по трем скважинам глубиной 30 м и выполнена их первичная обработка (проект TSP). На конкретных примерах показана роль основных природных факторов в формировании температурного режима грунтов: климата и литологических характеристик отложений на участках со сливающейся мерзлотой, высокотемпературных грунтов и таликовых зон. Студенты под руководством главного координатора проекта CALM проф. университета

Делавэр Н.И.Шикломанова непосредственно участвовали в создании четырех площадок для изучения динамики сезонно-талого слоя на торфяниках в пределах водораздельного уровня высокой пятой морской террасы и долинных комплексах малых рек.

Инженерная программа курса была столь же насыщена. Наибольший интерес студентов и профессоров зарубежных университетов вызвала организация деятельности газовых комплексов в криолитозоне: от работы добывающих скважин и технологии комплексной подготовки газа до инженерных методов повышения устойчивости фундаментов и конструкций в сложных геокриологических условиях. Огромная благодарность выражена ведущим специалистам и руководству предприятий ООО «Надымгазпром» и «Ямбурггаздобыча», которые не только обеспечили высокий организационный уровень проведения летней школы, но и доброжелательно и доступно отвечали на самые разнообразные вопросы студентов во время экскурсий и лекций.

Финансовая помощь в реализации проекта была оказана ОАО «Газпром» и фирмой «КонакоФиллипс Россия Инк». Планируется организация Международной летней школы по мерзлотоведению и в 2008–2009 гг. с новым составом студентов и аспирантов российских и зарубежных университетов.

*В.И.ГРЕБЕНЕЦ (МГУ им. М.В.Ломоносова),
А.Н.КУРЧАТОВА (Институт геологии и геоинформатики,
Тюменский государственный
нефтегазовый университет)*

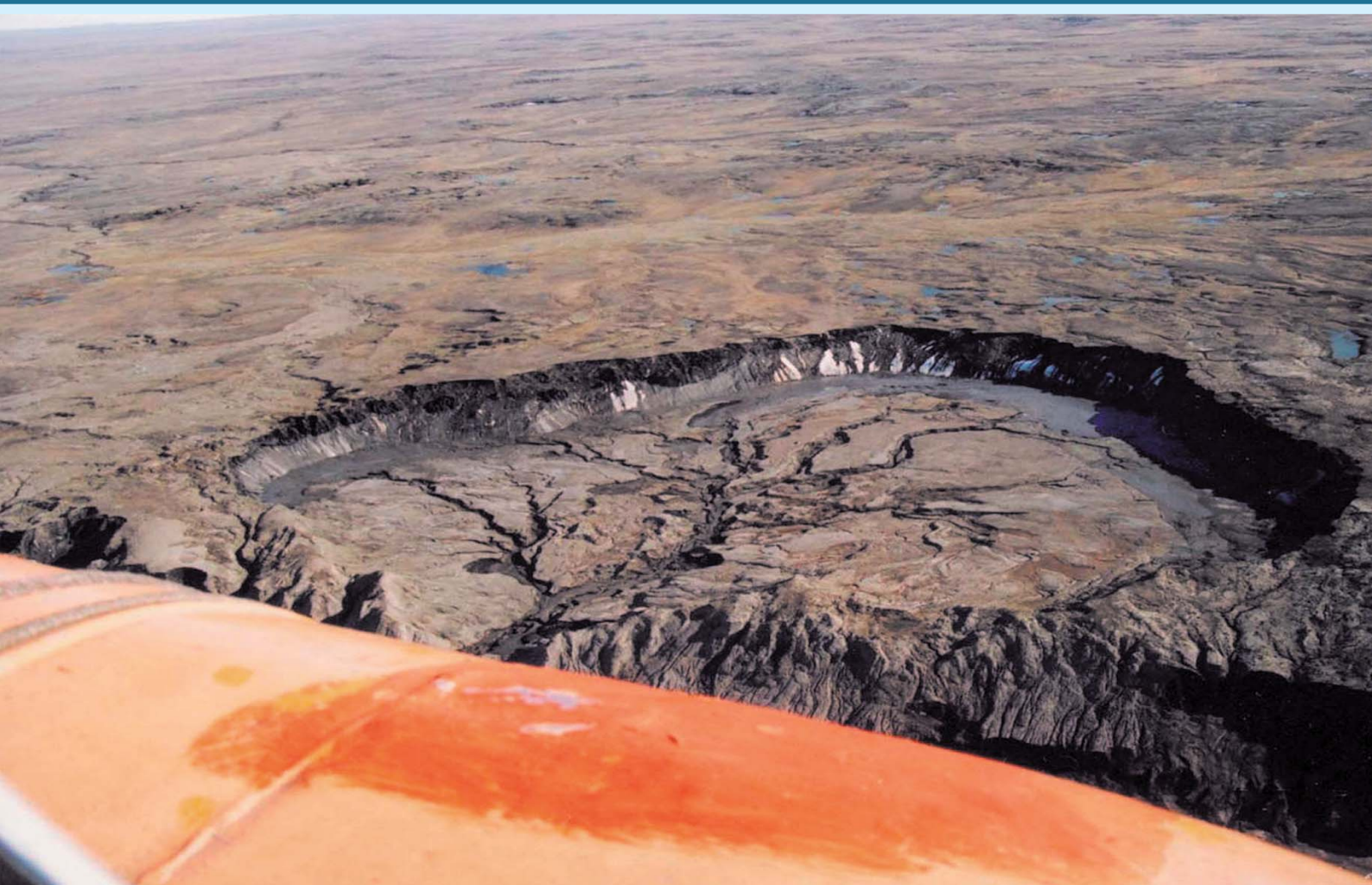
Уважаемые коллеги!

Если у вас есть информация о событиях и мероприятиях МПГ 2007/08 в Ваших учреждениях и регионах, ее можно представить в бюллетене «Новости МПГ 2007/08».

Высылайте тексты с фотографиями, схемы и т.д. по адресу:

199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38, ААНИИ, тел./факс: (812)352–2735, e-mail: siac@aari.nw.ru.

Участвуйте в летописи МПГ.



Организационный комитет
по участию Российской Федерации
в подготовке и проведении мероприятий
в рамках Международного полярного года (2007/08)
(www.ipyrus.aari.ru), тел. секретариата (495)252–4511.

Центр по научному
и информационно-аналитическому обеспечению деятельности
Организационного комитета
по участию Российской Федерации
в подготовке и проведении мероприятий
в рамках Международного полярного года (2007/08) (НИАЦ),
Санкт-Петербург, ул. Беринга, д. 38, тел./факс: (812)352–2735, e-mail: siac@aari.nw.ru

Евразийское арктическое отделение по МПГ 2007/08 (www.ipyeaso.aari.ru)

Новости МПГ 2007/08

№ 13 (март 2008 г.)

ISSN 1994–4128

ГНЦ РФ Арктический и антарктический
научно-исследовательский институт
199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38

Ротап rint ГНЦ РФ ААНИИ
199397, Санкт-Петербург, ул. Беринга, 38
Заказ № 18. Тираж 300 экз.

Редколлегия:

С.Б.Балясников (редактор),

тел. (812) 352–2735, e-mail: siac@aari.nw.ru

**А.И.Данилов, В.Г.Дмитриев, А.В.Клепиков, А.А.Меркулов, С.М.Прямиков,
К.Г.Ткаченко (секретарь редакции)**

Оригинал-макет: А.Б.Иванова. Корректор: Е.В.Миненко

Фото на 1-й странице обложки предоставлено ГИН РАН, на 4-й странице – ААНИИ