

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

**ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ  
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ**

УДК 551.588.1(99)(269)

№ регистрации

Инв. №

*«УТВЕРЖДАЮ»*

Заместитель

Руководителя Росгидромета

\_\_\_\_\_ А.В.ФРОЛОВ

**СВОДНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ  
о работах по направлениям подпрограммы**

**«ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТАРКТИКИ»  
ФЦП «МИРОВОЙ ОКЕАН»**

за 2005 год

(промежуточный)

Директор ААНИИ, д-р геогр. наук

\_\_\_\_\_ И.Е.Фролов

**Санкт-Петербург  
2006**



## ОРГАНИЗАЦИИ — ГОЛОВНЫЕ ИСПОЛНИТЕЛИ ПРОЕКТОВ НИОКР

Организация	Номер проекта НИОКР
Арктический и антарктический научно-исследовательский институт Росгидромета (г. Санкт-Петербург)	1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10
Институт географии Российской Академии наук (г. Москва)	5
Научно-производственное объединение «Тайфун» Росгидромета (г. Обнинск, Калужской обл.)	8
Зоологический институт Российской Академии наук (г. Санкт-Петербург)	11
Институт океанологии Российской Академии наук (г. Москва)	12
Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана Минприродресурсов (г. Санкт-Петербург)	13, 14

**ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕННЫХ НАЗВАНИЙ ИНСТИТУТОВ –  
ИСПОЛНИТЕЛЕЙ ПРОЕКТОВ НИОКР**

ААНИИ	Арктический и антарктический научно-исследовательский институт Росгидромета
АтлантНИРО	Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии Госкомрыболовства
БИН РАН	Ботанический институт Российской Академии наук
ВНИИОкеангеология	Всероссийский научно-исследовательский институт геологии и минеральных ресурсов Мирового океана Минприродресурсов
ВНИРО	Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии Госкомрыболовства
ВНИИГМИ-МЦД	Всероссийский научно-исследовательский институт гидрометеорологической информации – мировой центр данных Росгидромета
ВСЕГЕИ	Всероссийский геологический научно-исследовательский институт Минприродресурсов
ГГО	Главная геофизическая обсерватория им. А.И.Воейкова Росгидромета
ГМЦ	Гидрометцентр России Росгидромета
ДВНИГМИ	Дальневосточный региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт Росгидромета
ЗИН РАН	Зоологический институт Российской Академии наук
ИГ РАН	Институт географии Российской Академии наук
ИГКЭ	Институт глобального климата и экологии Росгидромета
ИНМИ РАН	Институт микробиологии Российской Академии наук
ИОЗ РАН	Институт озероведения Российской Академии наук
ИО РАН	Институт океанологии Российской Академии наук
МГУ	Московский государственный университет Минобрнауки
ИФА РАН	Институт физики атмосферы Российской Академии наук
КГУ	Казанский государственный университет Минобрнауки
НИЦ «Планета»	Научно-исследовательский центр «Планета» Росгидромета
НПО «Тайфун»	Научно-производственное объединение «Тайфун» Росгидромета
ПИЯФ	Петербургский институт ядерной физики Российской Академии наук
ПМГРЭ	Полярная морская геолого-разведочная экспедиция Минприродресурсов
РГГМУ	Российский государственный гидрометеорологический университет Минобрнауки
СПбГГИ	Санкт-Петербургский государственный горный институт Минобрнауки
СПбГУ	Санкт-Петербургский государственный университет Минобрнауки
ЦАО	Центральная аэрологическая обсерватория Росгидромета

**СПИСОК КООРДИНАТОРОВ НАПРАВЛЕНИЙ ПОДПРОГРАММЫ  
«ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТАРКТИКИ»,  
ОТВЕТСТВЕННЫХ ЗА СООТВЕТСТВУЮЩИЕ РАЗДЕЛЫ ОТЧЕТА**

*Направление 1*

«Фундаментальные исследования южной полярной области» — Данилов А.И., Клепиков А.В.

*Направление 2*

«Научно-прикладные исследования и разработки» — Клоков В.Д., Саватюгин Л.М.

*Направление 3*

«Мониторинг природных сред Антарктики» — Лукин В.В.

*Направление 4*

«Охрана окружающей среды» — Помелов В.Н.

*Направление 5*

«Материально-техническое обеспечение деятельности Российской антарктической экспедиции» — Мартьянов В.Л.

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>Введение</b> .....	8
<b>Направление 1. Фундаментальные исследования южной полярной области</b> .....	11
1.1. Проект 1. «Разработать нормативно-правовые документы, регламентирующие присутствие граждан России в Антарктике, социальную защиту участников российских антарктических экспедиций» .....	11
1.2. Проект 2. «Исследовать процессы формирования современного климата и его будущих изменений с учетом многообразия факторов и связей в антарктической системе “атмосфера — лед — океан — материк” и их влияния на глобальные климатические процессы» .....	13
1.3. Проект 3. «Определить климатообразующую роль Южного океана» .....	22
1.4. Проект 4. «Провести комплексные исследования подледникового озера Восток, оценить прошлые изменения климата по данным ледяных кернов, колонок морских и озерных отложений» .....	27
1.5. Проект 5. «Дать оценку строения, режима и эволюции ледников краевой зоны Антарктиды и Субантарктики» .....	45
1.6. Проект 6. «Исследовать влияние энергичных заряженных частиц и динамических вариаций солнечного ветра на стратосферу и тропосферу полярных областей Земли. Изучить механизмы воздействия вариаций гравитационного поля на ритмику биологических процессов в условиях Антарктики» .....	48
1.7. Проект 7. «Исследовать структуру геофизических процессов различного масштаба и динамику ионосферных неоднородностей в полярных шапках» .....	50
1.8. Проект 8. «Исследовать малые газовые составляющие атмосферы Антарктики» .....	52
1.9. Проект 9. «Исследовать условия формирования аэрозольно-оптических свойств атмосферы и составляющих радиационного баланса над Антарктикой» .....	57
1.10. Проект 10. «Создать компоненты геоинформационной системы “Антарктика”, электронные справочные пособия и совокупности баз и банков данных, обобщающих данные наблюдений в Антарктике» .....	61
1.11. Проект 11. «Провести комплексное изучение антарктической биоты» .....	66
1.12. Проект 12. «Дать оценку экологии зоны морских льдов Антарктики» .....	74
1.13. Проект 13. «Изучить основные черты строения, фундаментальные закономерности эволюции и особенности минерализации антарктической литосферы. Дать оценку минерально-сырьевого потенциала Антарктики» .....	79
1.14. Проект 14. «Продолжить геолого-геофизическое изучение узловых районов Антарктики в рамках программы международных геотраверзов (АНТАЛИТ, ГЕОМОД) и программы АНТОСТРАТ. Создать базы геофизических данных и комплекты специализированных карт геолого-геофизического содержания среднего масштаба для перспективных на минеральные ресурсы районов Антарктики» .....	88
<b>Направление 2. Научно-прикладные исследования и разработки</b> .....	93
2.1. Гидрометеорологическое обслуживание национальной деятельности в Антарктике .....	93
2.2. Создание и испытание в условиях современного оледенения перспективных инженерных технологий .....	97
2.3. Продолжение геолого-геофизического изучения узловых районов Антарктики в рамках международных геотраверзов .....	100

2.4. Медицинские исследования и разработки .....	103
<b>Направление 3. Мониторинг природных сред Антарктики .....</b>	<b>106</b>
3.1. Мониторинг климата южной полярной области .....	106
3.2. Мониторинг изменчивости озонового слоя в Антарктике .....	109
3.4. Мониторинг морского льда Южного океана .....	112
3.5. Мониторинг состояния магнитосферы и ионосферы .....	117
<b>Направление 4. Охрана окружающей среды .....</b>	<b>118</b>
4.1. Обучение персонала правилам поведения в зоне действия Договора об Антарктике .....	118
4.2. Организация процесса удаления отходов .....	119
4.3. Организация безаварийного хранения нефтепродуктов и мероприятий на случай их разливов .....	123
4.4. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) и природоохранный мониторинг .....	124
<b>Направление 5. Материально-техническое обеспечение деятельности Российской антарктической экспедиции .....</b>	<b>131</b>
5.1. Реконструкция и поддержка сети постоянных российских антарктических станций .....	131
5.2. Перенос транспортного узла со станции Мирный на станцию Прогресс и строительство на этой станции .....	136
5.3. Обеспечение безопасности персонала и транспортных операций РАЭ .....	139
5.4. Обновление оборудования и капитальный ремонт транспортной техники, служебных и жилых зданий .....	144
<b>Заключение .....</b>	<b>154</b>
<b>Приложение 1. Перечень проектов подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» в 2004 г. ....</b>	<b>158</b>

## **ВВЕДЕНИЕ**

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 10.08.1998 г. № 919 «О Федеральной целевой программе «Мировой океан» научные исследования в Антарктике начиная с 1999 г. проводятся в рамках подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» Федеральной целевой программы «Мировой океан». По этому Постановлению Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) является органом федеральной исполнительной власти, на который возложены функции государственного заказчика по выполнению подпрограммы «Изучение исследования Антарктики».

Указом Президента Российской Федерации от 07.08.1992 г. № 824 «О Российской Антарктической экспедиции» руководство и контроль за деятельностью Российской Антарктической экспедиции (РАЭ) возложено на Росгидромет.

Эти акты федеральной исполнительной и законодательной власти определили правовую основу Росгидромета, как органа, обеспечивающего межведомственную организацию и координацию деятельности России в Антарктике.

**Основной целью** подпрограммы является проведение научных исследований в Антарктике, как главного элемента осуществления государственной политики в регионе, направленной на сохранение и закрепление позиций России в Антарктике и обеспечение ее долгосрочных научных и практических интересов.

Особое географическое положение Антарктики, ее роль в глобальных процессах эволюции природной среды, огромный ресурсный потенциал региона и современные концепции развития международных правовых отношений определяют следующие **задачи пяти главных направлений подпрограммы**:

- получение новых данных о состоянии природы Антарктики, определение прошлых, текущих и будущих изменений ее природной среды и оценка их влияния на глобальные изменения (**направление «Фундаментальные исследования Антарктики»**);

- разработка и совершенствование технологий, обеспечивающих деятельность человека в Антарктике (**направление «Научно-прикладные исследования и разработки»**);

- развитие системы мониторинга окружающей среды Антарктики, обеспечивающей диагноз изменений, вызванных как естественными, так и антропогенными причинами (**направление «Мониторинг окружающей среды»**);

- проведение природоохранных мероприятий, направленных на предотвращение ущерба в районах деятельности РАЭ, в соответствии с Федеральным законом «О ратификации Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике» от 26.05.1997 г. (**направление «Охрана окружающей среды Антарктики»**);

- модернизация сети российских антарктических станций, совершенствование средств и технологий РАЭ по обеспечению исследований в Антарктике (**направление «Материально-техническое обеспечение деятельности РАЭ»**);

Подпрограмма сформулирована до 2012 г. и состоит из двух этапов: 1999 — 2002 гг., 2003 — 2007 гг., 2008 — 2012 гг. В 2005 г. были продолжены исследования второго этапа подпрограммы, которые были начаты в 2003 г. **Основные задачи подпрограммы на втором этапе**:

- обеспечение российских интересов в Антарктике, включая геополитические;

- получение новых данных о состоянии природы Антарктики на основе комплексного мониторинга природной среды Антарктики, определение прошлых, текущих и будущих изменений ее природной среды и оценка их влияния на глобальные изменения;



- развитие наиболее приоритетных научных исследований первого этапа на основе новой информационной базы;
- укрепление материально-технической базы РАЭ, в том числе модернизацию и приборное переоснащение российских антарктических станций и оснащение станций природоохранного оборудованием в соответствии с требованиями Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике.

В 2005 г. работы по направлениям подпрограммы проводились в соответствии с Приказом Росгидромета от 14.03.2000 г. № 38, п.9.1. «Обеспечить организацию и координацию работ, предусмотренных Постановлением Правительства Российской Федерации № 1027 от 9.09.1999 г. «О мерах по обеспечению интересов России в Антарктике», подпрограммой «Изучение и исследование Антарктики» ФЦП «Мировой океан», а также в соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 685 от 24.09.2001 г. «О мерах по обеспечению интересов Российской Федерации в Антарктике и деятельности Российской Антарктической экспедиции в 2002-2005 гг.» и обязательствами Российской Федерации по выполнению положений Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике». В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 685 приоритетными работами на втором этапе являются изучение глобальных изменений климата, изучение подледникового озера Восток и геолого-геофизические исследования.

В соответствии с положениями Федерального закона от 06.05.1999 г. № 97-ФЗ «О конкурсах на размещение заказов на поставку товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных нужд», в Росгидромете 28.04.2003 г. был проведен открытый конкурс по проектам НИОКР подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» на второй этап ее реализации. По результатам открытого конкурса с его победителями были заключены государственные контракты на выполнение работ в 2005 г.

Координацию проведения **фундаментальных исследований** (НИОКР) в 2005 г. осуществлял ГУ Арктический и Антарктический научно-исследовательский институт (ААНИИ). В целом, наряду с оперативной координационной деятельностью ААНИИ, управление и контроль за реализацией проектов НИОКР и целевым использованием бюджетных средств осуществлялось Дирекцией подпрограмм Росгидромета ФЦП «Мировой океан» и секцией Межведомственного Научно-технического Совета подпрограммы, которые функционировали в течение года.

Исполнителями работ НИОКР (**1-е направление**) в 2005 г. были 27 организаций следующих министерств и ведомств: Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (9), Министерство природных ресурсов Российской Федерации (3); Министерство науки и образования Российской Федерации (5), Российская Академия наук (8); Федеральное агентство по рыболовству (2). Научно-исследовательские работы сгруппированы в **восемь разделов** и состоят из **14-ти проектов**. Перечень проектов и организаций — исполнителей работ в 2004 г. приведен в **Приложении 1**.

В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации от 28.08.97 № 1113 «О деятельности Российской антарктической экспедиции» работы по реализации Системы программных мероприятий подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» по **направлениям 2—5** проводились РАЭ. В 2005 г. эти направления реализовывались в рамках выполнения задач 49-й зимовочной, 50-й сезонной и зимовочной и 51-й сезонной РАЭ. В исследованиях и работах указанных экспедиций при-

нимали и принимают участие представители различных НИУ и организаций Росгидромета, РАН, МПР России, Роскартографии, Минобороны России, Минобрнауки России. В организации логистического обеспечения деятельности экспедиций (транспорт, связь, медицина) оказывали содействие организации различных форм собственности, учрежденные структурами Минтранса России и Минздрава России.

Затраты на выполнение 14-ти проектов *НИОКР* 1-го направления в 2005 г. составили 17,0 млн руб. Финансирование работ по этому направлению осуществлялось по подпрограмме «Изучение и исследование Антарктики».

В рамках подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» было получено 48,2 млн руб. на *капитальные вложения*. Эти средства были направлены на проведение мероприятий, предусмотренных Постановлением Правительства Российской Федерации от 9.09.1999 г. № 1027 «О мерах по обеспечению интересов России в Антарктике» и Постановлением Правительства Российской Федерации № 685 от 24.09.2001 г. «О мерах по обеспечению интересов Российской Федерации в Антарктике и деятельности Российской Антарктической экспедиции в 2002–2005 гг.», а именно на проектирование и строительство зимовочного комплекса станции Прогресс, приобретение природоохранного оборудования для антарктических станций, приобретение транспортной техники для походов и энергетического оборудования, средств связи и навигации, медицинских приборов, научного оборудования и оргтехники.

Основная часть работ РАЭ в 2005 г. по направлениям 2–5 финансировались вне рамок данной подпрограммы, по отдельной строке бюджета Российской Федерации (392,255 млн руб. на *прочие текущие расходы*).

В процессе выполнения работ по подпрограмме в 2005 г. осуществлялись следующие мероприятия по привлечению внебюджетных средств.

Продолжена работа по международному проекту воздушной сети на Земле Королевы Мод (проект DROMLAN). Вместе с Россией в работах по обеспечению воздушного моста Кейптаун-Новолазаревская участвуют операторы национальных антарктических программ разных стран. Действующее международное сотрудничество по проекту DROMLAN внесло существенный вклад в развитие транспортного парка аэродромных машин аэродрома Новолазаревской. В 2005 г. иностранными партнерами РАЭ передана автоматическая станция погоды, приобретенная Японией, стоимостью 50 000 евро.

Стоимость анализов антарктических ледяных кернов, которые выполняют российские исследователи в европейских лабораториях (Франция, Дания) в рамках международного сотрудничества, в 2005 г. составила 40 200 долл. США.

В рамках российско-норвежского научного проекта «Тектоническая и осадочная эволюция бассейнов морей Рисер-Ларсена и Космонавтов, Восточная окраина Антарктиды» от Национального нефтяного директората (Норвегия) ВНИИОкеангеология получила 220 000 руб.

Общий объем грантов РФФИ по антарктической тематике в 2005 г. составил 1 630 000 руб.

Итого в 2005 г. было привлечено около 4,5 млн руб. *внебюджетных средств*.

В отчете кратко изложены результаты работ по всем 5-ти направлениям Системы программных мероприятий подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» в 2005 г.

## **НАПРАВЛЕНИЕ 1. ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ЮЖНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ**

### **1.1. ПРОЕКТ 1 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.1.1).**

#### **«РАЗРАБОТАТЬ НОРМАТИВНО-ПРАВОВЫЕ ДОКУМЕНТЫ, РЕГЛАМЕНТИРУЮЩИЕ ПРИСУТСТВИЕ ГРАЖДАН РОССИИ В АНТАРКТИКЕ, СОЦИАЛЬНУЮ ЗАЩИТУ УЧАСТНИКОВ РОССИЙСКИХ АНТАРКТИЧЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ»**

---

Работы по проекту включали выполнение анализа и разработку практических нормативных предложений по ряду важных проблем, регулирующих деятельность РАЭ с учетом современных требований Правительства Российской Федерации на период с 2006 по 2010 гг., а также присутствие и деятельность российских лиц в особо охраняемых районах Антарктики.

Обоснована оптимальная схема обхода российских антарктических станций при организации морских антарктических операций РАЭ с учетом использования одного научно-экспедиционного судна, проведения санно-гусеничных транспортных походов, развития авиационного обеспечения с помощью трансконтинентальных и внутриконтинентальных полетов. Новая схема основана на полувековом опыте проведения судовых операций в Антарктике, особенностей навигационных и ледовых условий проведения морских погрузо-разгрузочных операций в каждом из районов антарктических станций и сезонных баз. В новой схеме учтено расширение работ РАЭ с 2006 г. за счет возобновления работы в качестве сезонных баз ранее законсервированных станций Молодежная, Ленинградская и Русская, что обуславливает необходимость двух вариантов обхода российских антарктических станций НЭС «Академик Федоров». Два варианта судовых операций РАЭ в Антарктике показаны на рис. 1.1.1.

При рассмотрении вопросов создания ведомственных актов по выполнению ратифицированных Рекомендаций и Мер, утвержденных в рамках системы Договора об Антарктике, в 2005 году подготовлены распоряжения Росгидромета по данным вопросам. Особый правовой характер деятельности в Антарктике ставит проблему принятия специального Федерального Закона «О деятельности в Антарктике физических и юридических лиц». Данный закон должен предусматривать не только природоохранные требования, но и социально-правовые условия жизни и труда российских граждан в Антарктике, а также рамочные основы необходимых дополнений в другие Федеральные и Правовые Кодексы, например, Таможенный Кодекс Российской Федерации.

В 2005 году Правительство Российской Федерации приняло Стратегию развития Российской Федерации до 2010 года, которой был определен в переходе от бюджетного финансирования фактически необходимых затрат целевых программ, ведомств и организаций к финансированию достижения целевых конечных результатов. В части финансирования и руководства деятельностью РАЭ этот подход означал переход от финансирования расходов РАЭ методом «от достигнутого» с учетом коэффициентов дефляторов, к формированию целевой среднесрочной программы, в которой намечены конкретные целевые показатели, методы их достижения, контроля, требуемые для этого ресурсы и оценки эффективности произведенных затрат. Для реализации этого требования планирование и отчетность деятельности РАЭ должна определяться ходом выполнения Ведомственной целевой программы (ВЦП) «Обеспечение деятельности Рос-

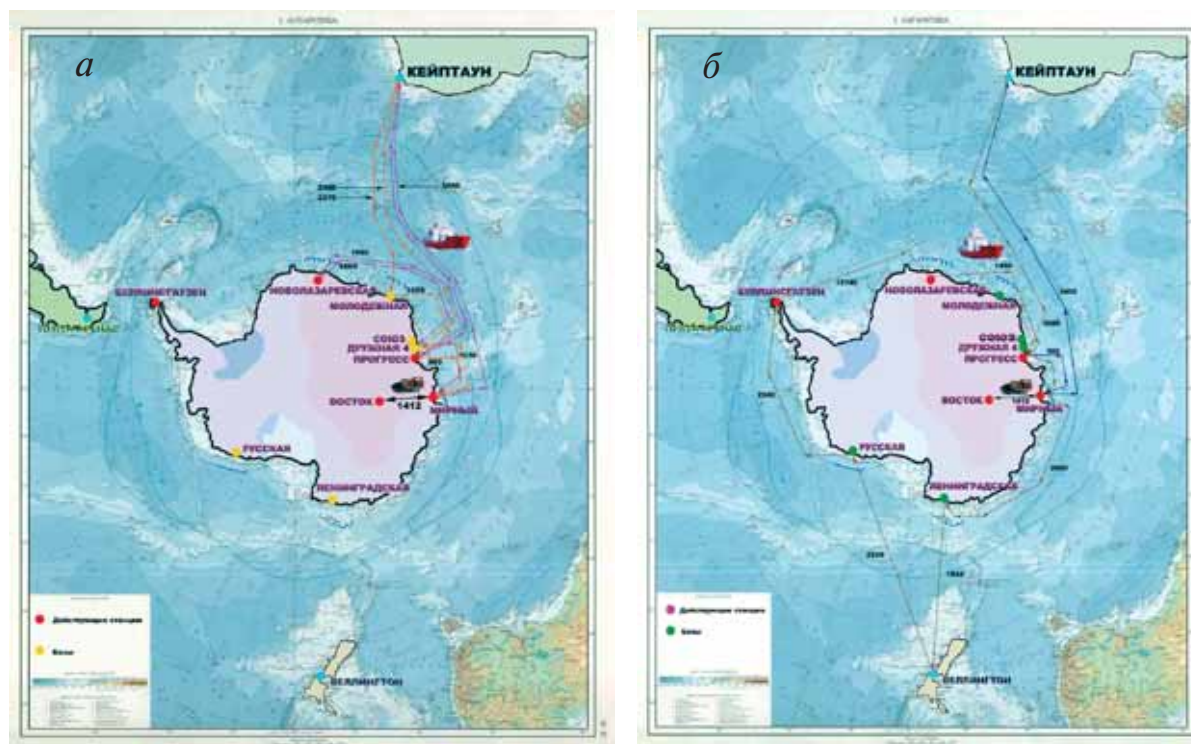


Рис. 1.1.1. Первый (а) и второй (б) варианты обхода антарктических станций НЭС «Академик Федоров».

сийской антарктической экспедиции». К числу целевых показателей деятельности РАЭ на период с 2007 по 2009 гг. отнесены:

- количество полевых тематических проектов в составе экспедиционных исследований РАЭ;
- выполнение проекта «Проникновение в подледниковое озеро Восток»;
- количество пунктов наблюдений (станций и полевых баз), передающих оперативную гидрометеорологическую и геофизическую информацию по глобальной системе;
- протяженность профилей геофизических (многоканальных сейсмических, гравимагнитных и радиолокационных) измерений;
- обеспеченность антарктических станций необходимым резервным запасом основных материалов (ГСМ, продукты питания, медикаменты);
- количество организованных и выполненных трансконтинентальных и внутриконтинентальных полетов;
- количество сооружений на станциях, прошедших текущий ремонт;
- снижение заболеваемости и нетрудоспособности сотрудников экспедиции за счет улучшения системы медико-санитарного обеспечения сотрудников экспедиции, улучшения предэкспедиционного медицинского отбора персонала, средств медицинского контроля в экспедиции и совершенствования системы телемедицинских консультаций;
- доля отходов текущей деятельности станций и баз утилизированных с помощью внедрения природоохранных технологий;
- количество отходов текущей и прошлой деятельности, вывезенных со станций и баз за пределы района действия Договора об Антарктике.



**1.2. ПРОЕКТ 2 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.2.1).****«ИССЛЕДОВАТЬ ПРОЦЕССЫ ФОРМИРОВАНИЯ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА И ЕГО БУДУЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ С УЧЕТОМ МНОГООБРАЗИЯ ФАКТОРОВ И СВЯЗЕЙ В АНТАРКТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЕ “АТМОСФЕРА – ЛЕД – ОКЕАН – МАТЕРИК” И ИХ ВЛИЯНИЯ НА ГЛОБАЛЬНЫЕ КЛИМАТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ»**

---

Цель работы — дать количественную оценку ключевым процессам, формирующим изменения в Антарктической климатической системе.

В исследованиях атмосферы, океана, антарктического морского ледяного покрова, которые выполнялись в 2005 г. в рамках проекта, участвовали сотрудники ААНИИ, ГГО, ДВНИГМИ, ВНИИГМИ-МЦД, ИГКЭ, РГГМУ, ИФА РАН и Морского гидрофизического института (Севастополь).

В работе использованы материалы экспедиционных исследований в Антарктиде и Южном океане, результаты расчетов по модели общей циркуляции атмосферы, материалы спутниковых наблюдений над состоянием антарктического ледяного покрова и облачностью южной полярной области, данные дрейфующих буйев.

Процессы, происходящие в атмосфере Антарктики, являются очень важными для формирования глобального климата. Связи между изменениями климата Антарктики и глобальными климатическими изменениями имеют весьма сложный характер и требуют тщательного исследования. В рамках подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» ведутся исследования процессов в тропосфере, стратосфере, в пограничном слое атмосферы, океане и льде.

Без регулярного отслеживания и понимания этих процессов и оценки тенденций текущих климатических изменений в Антарктике невозможно надежное прогнозирование изменений климата. Кроме этого, Антарктика, как наиболее удаленный от промышленных центров регион, является индикатором глобальных изменений, происходящих в атмосфере, гидросфере и криосфере Земли.

Особый интерес вызывают текущие изменения в контексте возможного глобального потепления. Упрощенные представления о прямых связях возможного глобального антропогенного потепления с катастрофическим таянием антарктического ледникового покрова широко используются средствами массовой информации и даже специалистами, занимающимися проблемами окружающей среды. Между тем, имеющиеся и заслуживающие доверия данные по оценке изменений климата не дают достаточных оснований для выводов о близких катастрофических последствиях. Связи между глобальными климатическими изменениями регионального (Антарктика) и планетарного масштабов имеют весьма сложный характер и требуют тщательного исследования, особенно когда речь идет о прогнозных оценках таких изменений. Важным является определение роли антропогенных факторов, главным из которых является увеличение содержания парниковых газов (диоксида углерода, метана и прочих), связанных с промышленным производством.

Рассматриваемая область включает в себя Антарктиду и антарктическую часть Южного океана. Особенности региона, а именно, преобладание зональности в распределении определяющих параметров, развитое материковое оледенение, активный обмен с Мировым океаном (в отличие от Арктики), являются весьма существенными для понимания дальних связей между антарктической климатической системой и планетарной.

В последнее время все большее значение приобретает проблема изменения климата, которая оказывает влияние на многие сферы деятельности человека, включая экологию. Основные направления исследования климата сформулированы во Всемирной программе исследования климата. Главной целью этих исследований является изу-

чение степени предсказуемости климата и масштабов воздействия человека на климат. Для достижения этой цели необходимо:

- улучшить понимание закономерностей регионального и глобального климата, их изменчивости со временем, а также механизмов, ответственных за формирование и изменение климата;
- проанализировать данные о значимых трендах регионального и глобального климатов;
- усовершенствовать физико-математические модели, пригодные для адекватного воспроизведения и оценки предсказуемости климатической системы, применительно к различным пространственным и временным масштабам;
- изучить чувствительность климата к различным природным и антропогенным воздействиям, а также
- проанализировать изменения климата, возникающие в результате этих воздействий.

Эти задачи решаются в рамках данного проекта. Работы 2005 г. явились естественным продолжением и развитием исследований, выполнявшихся в 2003–2004 гг. и на первом этапе реализации подпрограммы.

Ниже суммированы основные результаты работ по вышеперечисленным направлениям, полученные в 2005 г.

Завершено формирование единого архива метеорологических и аэрологических данных за полный период наблюдений на российских антарктических станциях (1956–2005 гг.), имеющих длительные ряды измерений. В результате впервые восстановлены на техническом носителе 237 годовых серий синоптических наблюдений и 200 годовых серий высотных наблюдений за геопотенциалом, температурой и влажностью воздуха, скоростью ветра на 16 изобарических поверхностях с учетом особых точек. На интернет-портале подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» ФЦП «Мировой океан» (<http://south.aari.nw.ru>), созданном в ААНИИ, размещено 130 временных рядов средних месячных значений важнейших параметров современного климатического режима южной полярной области, построенных по данным приземных, актинометрических и аэрологических измерений на российских антарктических станциях. Указанный информационный ресурс обновляется ежемесячно и является единственным общедоступным пополняемым источником режимной информации среди всех интернет-сайтов учреждений Росгидромета.

Оценены тенденции текущих климатических изменений в Антарктике на основе исчерпывающего архива данных отечественных и зарубежных антарктических станций, созданном при участии ААНИИ в рамках международного сотрудничества под эгидой Научного комитета по исследованию Антарктики (СКАР). Указанные результаты надежно свидетельствуют о том, что значительное повышение среднегодовой температуры отмечается в районе Антарктического полуострова и районе моря Росса (рис.1.2.1). Здесь тренд повышения приземной температуры составил  $+0,071 \pm 0,089$  °C/год за 26 лет на станции Ротера (1978–2004 гг.),  $+0,031 \pm 0,024$  °C/год за 36 лет наблюдений на станции Беллинсгаузен (значимый на 5 % уровне) и  $+0,031 \pm 0,017$  °C/год за период 1946–2004 гг. на станции Эсперанса (значимый на 1 % уровне). Менее выраженное потепление наблюдается в районе Земли Королевы Мод, например, на станции Новолазаревская значимый на 1% уровне тренд повышения температуры составил  $+0,023 \pm 0,014$  °C/год за период 1962–2004 гг. В Центральной Антарктиде отмечено статистически незначимое похолодание, составляющее на станции Амундсен-Скотт за  $-0,010 \pm 0,012$  °C/год за период 1958–2004 гг. По данным станции Восток за 40 лет наблюдений (1958–2004 гг. с пропусками) зафиксировано слабое потепление  $+0,003 \pm 0,021$  °C/год. Наибольшее по-

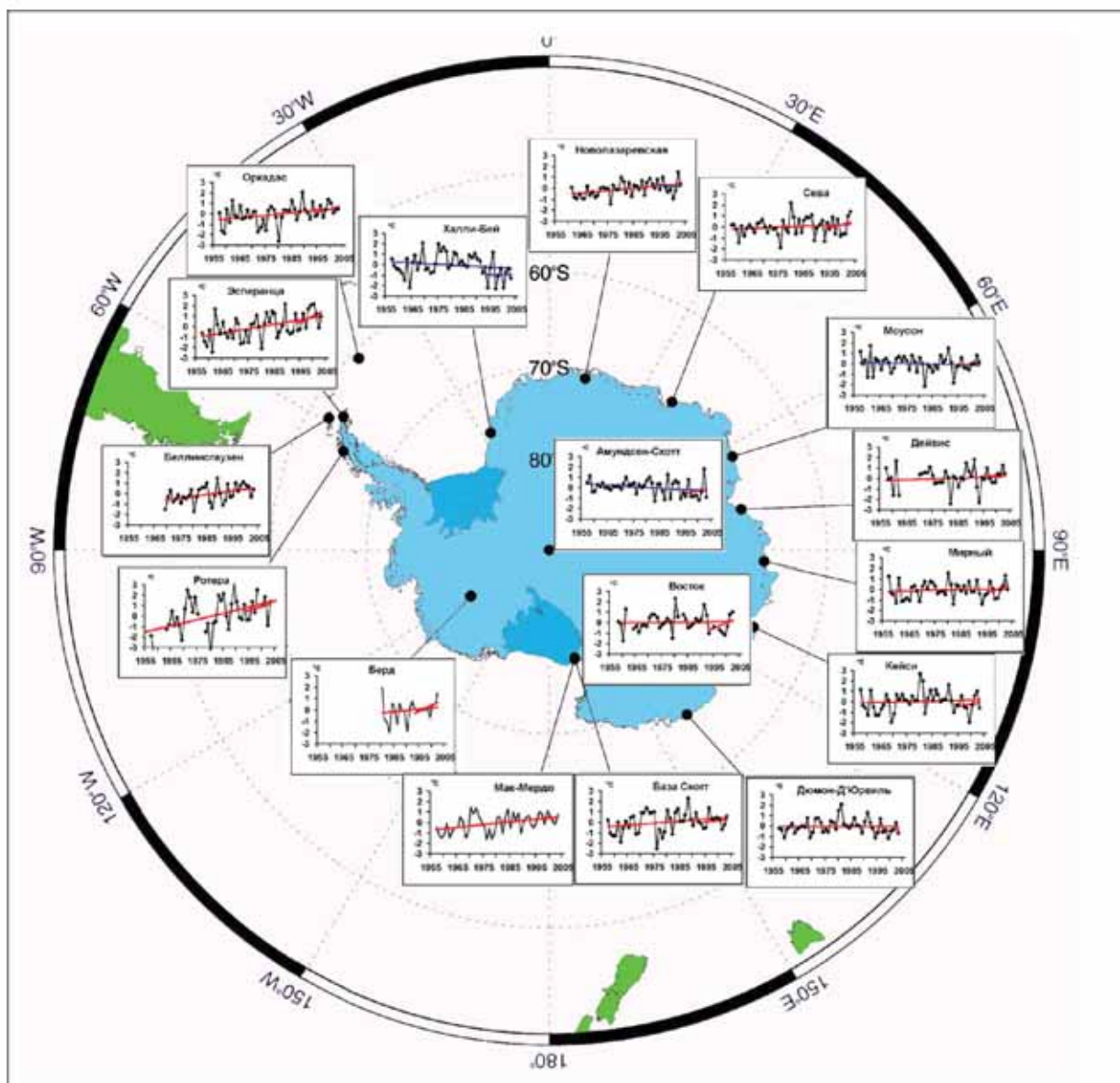


Рис. 1.2.1. Межгодовые изменения аномалий среднегодовых значений приземной температуры воздуха на антарктических станциях за период 1956–2005 гг.

холодание на антарктическом континенте отмечено на станции Халли, составляющее  $-0,013 \pm 0,027$  °C/год за период 1957–2004 гг. и являющееся незначимым.

В 2004 году на станции Новолазаревская был повторен рекорд самого холодного месяца года июля ( $-22,1$  °C), который был зафиксирован в 1979 г., а значение средней максимальной температуры воздуха в июле 2004 г. превысило (по абсолютной величине) все ранее наблюдавшиеся величины. В первой половине 2005 г. процесс приземного потепления здесь продолжился. На станции Беллинсгаузен в 2004 г. наблюдалась наименьшая амплитуда годового года приземной температуры воздуха ( $6,0$  °C), что было обусловлено значительным ростом температуры в зимний сезон.

Оценены тенденции временных изменений параметров свободной атмосферы в южной полярной области на основе подготовленных массивов аэрологических данных за первую половину 2005 г. (рис. 1.2.2 и 1.2.3). Потепление в тропосфере над станцией Беллинсгаузен является наибольшим в южном полушарии.

Исследование мезомасштабных циклонических вихрей, формирующихся над Южным океаном, выполнено по материалам спутниковых наблюдений облачности, полу-

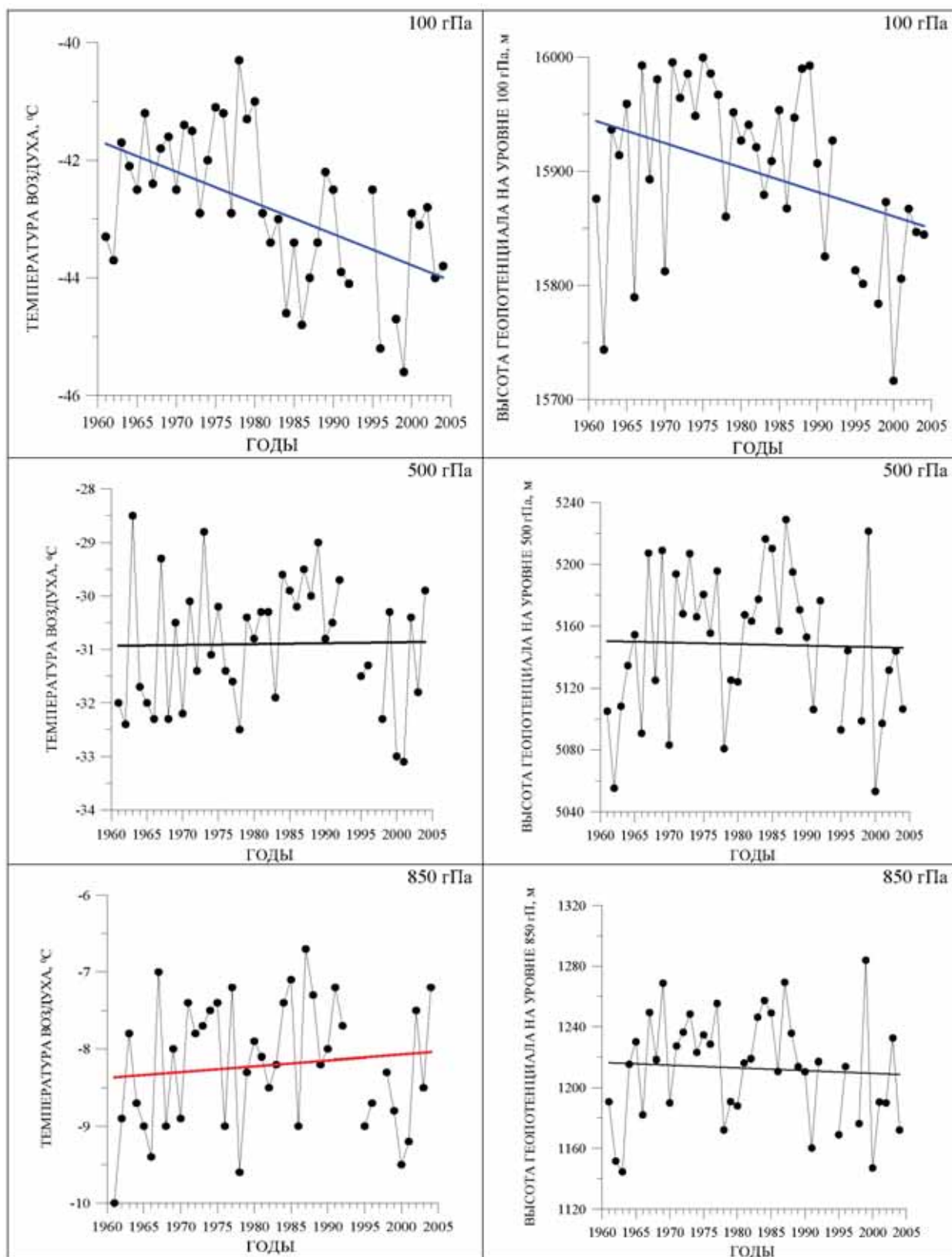


Рис. 1.2.2. Межгодовые изменения температуры воздуха (левая колонка) и геопотенциала (правая колонка) в свободной атмосфере в январе над станцией Новолазаревская за период 1961–2005 гг.



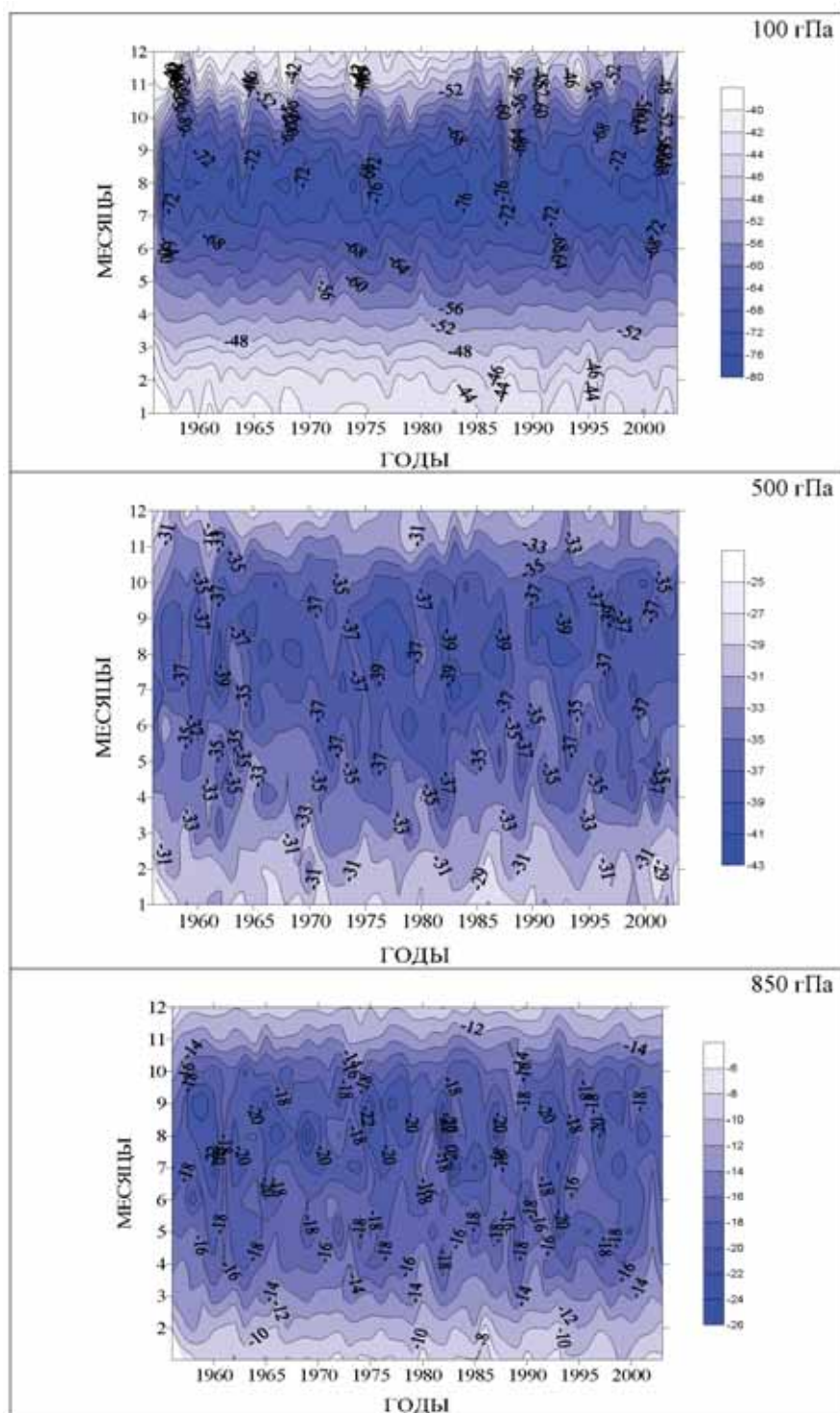


Рис. 1.2.3. Межгодовые изменения температуры воздуха в свободной атмосфере над обсерваторией Мирный за период 1956–2005 гг.

ченным в зоне радиовидимости станции Молодежная ( $50 - 70^\circ$  ю.ш.,  $0 - 90^\circ$  в.д.) за период 1984–1995 гг. На основании этой информации сформирован уникальный массив данных, содержащий сведения об основных параметрах мезоциклонов. Установлены основные особенности процессов мезомасштабного циклогенеза в двух полярных регионах:

- формирование мезомасштабных циклонических вихрей в южном полушарии возможно повсеместно над акваторией Южного океана, в северном полушарии — лишь над отдельными окраинными морями;

- активные полярные мезоциклоны в антарктическом регионе могут возникать в любое время года, в Арктике только в холодный период;
- интенсивность южнополярных мезоциклонов ниже интенсивности арктических;
- плотность мезомасштабных облачных вихрей в областях их максимальной концентрации в Антарктике выше;
- в Антарктике количество летних мезовихрей составляет 20% от их общего числа, а в Арктике менее 10%.

Продолжены расчеты эволюции климата Антарктики за период 1981–2100 гг. с помощью климатической модели Главной геофизической обсерватории (ГГО) Росгидромета с использованием ансамблевого подхода при заданных из расчетов с моделями совместной циркуляции атмосферы и океана температуре поверхности океана и распределении его ледяного покрова, а также — изменений концентрации парниковых газов и сульфатного аэрозоля в атмосфере (по сценарию В2 Межправительственной группы экспертов по изменению климата). Предварительный анализ результатов ансамблевого расчета изменений климата Антарктики в XXI веке, включая изменения вероятностных функций распределения базовых климатических характеристик для различных районов (рис. 1.2.4), говорит о потеплении климата Антарктики, причем изменчивость средней по площади Антарктиды среднесезонной температуры воздуха значительно выше зимой, чем летом.

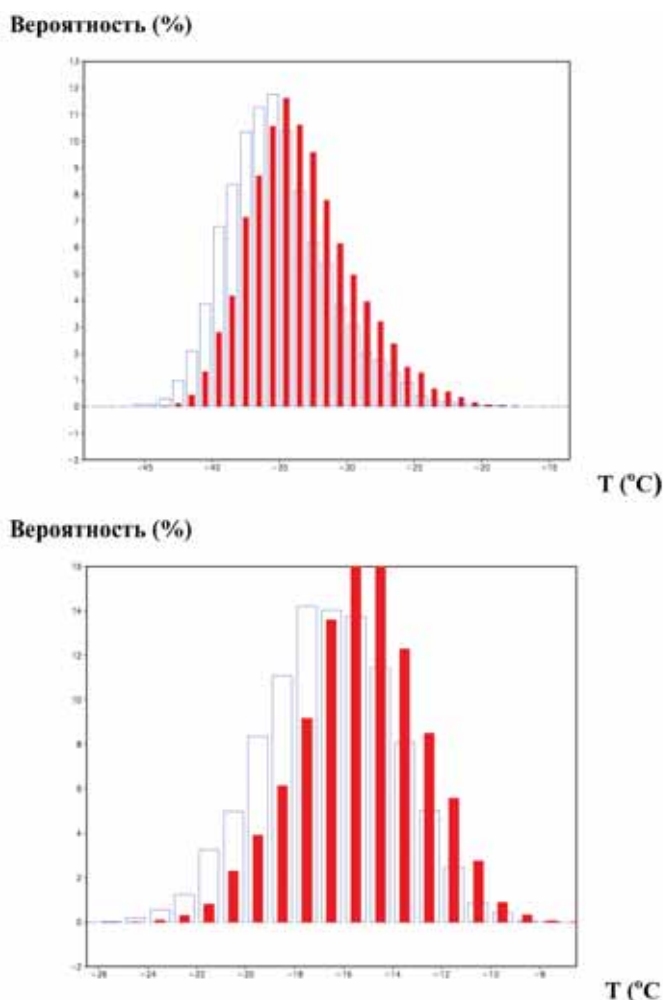


Рис. 1.2.4. Вероятностные функции распределения (%) среднесуточной приземной температуры воздуха (°C) на станции Новолазаревская для периодов 1991–2000 гг. (синие столбцы) и 2091–2100 гг. (красные столбцы), полученные в ансамблевых расчетах с моделью ГГО (вверху — зимний сезон, внизу — летний сезон).

На основе супер-ансамблевого расчета климата XX–XXI вв., с моделью общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) нового 4-го оценочного доклада Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) сформирован новый архив модельных данных для климатических характеристик Антарктики. По сравнению с архивом модельных данных, новый архив отличается намного большим количеством климатических характеристик, а также большим разнообразием сценариев для XXI века.

Результаты проведенного анализа позволяют сделать вывод о некотором улучшении качества расчетов современного климата Антарктики с МОЦАО нового поколения, по сравнению с поколением 3-го оценочного доклада МГЭИК. Помимо увеличения разрешения и улучшения параметризаций (например, в моделях морского льда), важным достижением последних лет следует считать все более широкое использование ансамблевого подхода, который, в частности, позволяет лучше понять особенности естественной изменчивости климата Антарктики, не связанной с антропогенным воздействием, и более уверенно судить о наличии антропогенного сигнала в потеплении конца XX – начала XXI в. Кроме того, ансамблевый подход позволяет повысить достоверность оценок изменений вероятностных функций распределения различных климатических характеристик под воздействием роста атмосферных концентраций парниковых газов. Исследование этих изменений в рамках настоящего проекта не проводилось, однако, оно является естественным продолжением начатого в этом проекте анализа новых модельных данных.

Рассчитанные в результате работ по проекту в 2005 г. относительные изменения осадков (%) – глобальных и над Антарктидой – к концу XXI в. (2080–2099 гг.) для сценария A2 МГЭИК показаны на рис. 1.2.5. Относительный рост осадков в южной полярной области намного превышает увеличение средне-глобальных осадков. Разумеется, это соотношение меняется, если рассматривать абсолютные изменения осадков. Увеличение осадков происходит в Антарктике на протяжении всего XXI в. и сопровождается увеличением приходной части бюджета массы Антарктиды (рис. 1.2.6). В среднем для Антарктиды увеличение расходной части бюджета (в виде таяния снега и льда) в XXI веке сравнительно мало (рисунок не приводится), так что вклад Антарктиды в изменения уровня Мирового океана в целом остается отрицательным.

Изменения атмосферного давления в южной полярной области связаны с тенденцией к его снижению. Понижение давления в Антарктике сопровождается смещением к полюсу траекторий циклонов и усилением циклонической активности. С ростом концентрации парниковых газов в атмосфере отмечается положительный тренд Антарктического колебания (при значительном разбросе между моделями). Расчеты демонстрируют, что ледяной покров Южного океана сохраняет тенденцию к сокращению, наметившуюся в модельных расчетах в конце XX века. При этом изменения ледяного покрова океана в XXI веке в южном полушарии, как правило, менее выражены, нежели в северном, независимо от сценария.

Согласно расчетам с помощью современных климатических моделей, рост концентрации парниковых газов в атмосфере приведет к значительным изменениям климата южной полярной области уже в ближайшие десятилетия. При этом и в моделях, и в наблюдениях климат в высоких широтах южного полушария характеризуется большой естественной изменчивостью (т. е. той частью общей изменчивости климата, которая не обусловлена антропогенными воздействиями и не предсказуема), что является серьезным препятствием, с точки зрения обнаружения и установления причины изменений климата в ближайшие два-три десятилетия. Иными словами, естественная (межгодовая и внутривековая) изменчивость может как маскировать, так и усиливать антропогенный сигнал, оценки которого позволяют получить климатические модели. Важно также отметить, что различия в будущих сценариях антропогенных выбросов пар-

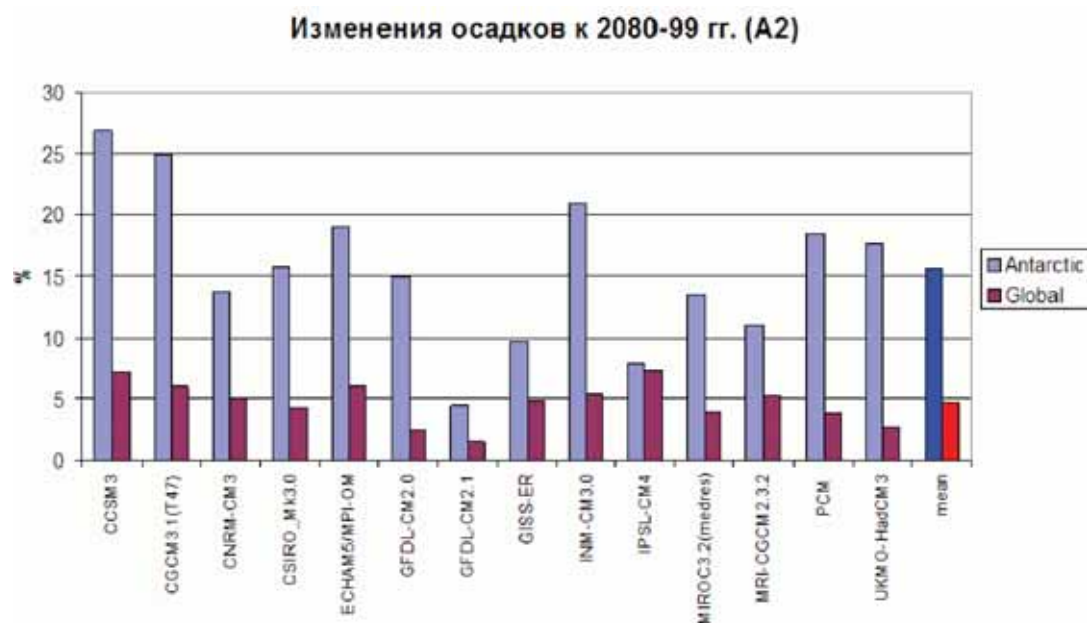


Рис. 1.2.5 Изменения осадков (%) – глобальных и над Антарктидой – к концу XX в. (2080–2099 гг.) по отношению к периоду 1981–2000 гг. (сценарий A2 МГЭИК).

Синие столбцы – изменения осадков над Антарктидой. Красные столбцы – изменения глобальных осадков. Результат осреднения по ансамблю – крайние столбцы справа.



Рис. 1.2.6. Средние по ансамблю моделей общей циркуляции атмосферы и океана нового поколения изменения разности среднегодовых осадков и испарения над Антарктидой (%), по отношению к 1980–1999 гг. в начале, середине и конце XXI века для двух сценариев МГЭИК.

никовых газов сказываются на оценках изменений климата в ближайшие десятилетия незначительно, так что этот источник неопределенности мал, по сравнению с естественной изменчивостью.

Новый архив модельных данных послужит основой для дальнейших исследований эволюции климатической системы Антарктики в XX и XXI вв. — в ходе выполнения последующих этапов развития интегрированной информационно-аналитической системы для мониторинга и прогноза изменений климата Южной полярной области.

Полученные результаты найдут применение для диагноза современного состояния климата и прогноза эволюции климатической системы и являются вкладом в международные программы CLIVAR, CliC и другие.



**1.3. ПРОЕКТ 3 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.2.2).****«ОПРЕДЕЛИТЬ КЛИМАТООБРАЗУЮЩУЮ РОЛЬ ЮЖНОГО ОКЕАНА»**

---

Цель работ по проекту состоит в оценке тенденций развития современного климатического состояния вод и льдов Южного океана, определении механизмов, формирующих термохалинную структуру и основные переносы в Южном океане.

В исследованиях 2005 г. в рамках проекта участвовали сотрудники Арктического и антарктического НИИ, Гидрометцентра России и Института океанологии РАН. Работы 2005 г. явились естественным продолжением и развитием исследований, выполнявшихся в 2003–2004 гг. и на первом этапе (1999–2002 гг.) реализации проекта.

В работе использованы материалы экспедиционных исследований в Южном океане, результаты расчетов по региональной модели циркуляции вод и льдов Южного океана ААНИИ и модели общей циркуляции океана Гидрометцентра, результаты теоретических и лабораторных исследований конвекции, материалы спутниковых наблюдений над состоянием ледяного покрова и судовых ледовых наблюдений.

Современные подходы к решению задач, стоящих перед проектом, в значительной степени базируются на использовании физически полных океанических моделей. Такие модели при их объединении с моделями общей циркуляции атмосферы, являются также одним из основных инструментов для получения оценок возможных изменений климата вследствие его естественной изменчивости и внешних воздействий. Важной частью таких исследований являются новые теоретические подходы и использование лабораторного моделирования. Кроме этого необходимо проанализировать современные и архивные океанографические и ледовые данные для оценки современного состояния вод и льдов Южного океана и адекватного сравнения с данными модельных расчетов.

В 2005 г. были проведены экспедиционные океанографические исследования в индийском секторах Южного океана в период 50-й РАЭ. Продолжено развитие комплекса математических моделей для описания внутри- и межгодовой изменчивости гидрологического и ледового режима Южного океана и процессов в океане, являющихся современным инструментом научных исследований. Проведены численные эксперименты с использованием численной модели общей циркуляции океана Гидрометцентра, в которой учтены основные физические процессы, ответственные за формирование крупномасштабной структуры динамических и гидрологических полей. Продолжены лабораторные исследования влияния важнейших топографических факторов, определяющих динамику и структуру течений на материковом склоне Антарктиды. Исследовано распределение, численность, происхождение и морфология айсбергов на акватории морей Дейвиса и Моусона.

Ниже кратко изложены основные результаты работ по проекту, полученные в 2005 г.

В 2005 г. были выполнены экспедиционные исследования залива Прюдс и прилегающей акватории моря Содружества в Индийском секторе Южного океана. Этот район привлекает большое внимание международного научного сообщества как играющий важную роль в процессах вентиляции глубинных и формировании антарктических донных вод. С 1997 по 2005 гг. с борта НЭС «Академик Федоров» здесь выполнено 144 глубоководных гидрологических станции. Последние два года (2004 и 2005 гг.) экспедиционные исследования были направлены на детальное исследование процессов опускания вод по материковому склону на северо-западе залива Прюдс. Уникальность выполненных исследований связана с высоким пространственным разрешением (расстояние между станциями на разрезах составило около 3 миль, вертикальные профили температуры и солености имеют дискретность 1 м с приближением ко дну до 10 м). В результате впервые получено представление не только о структуре Антарктического

склонового фронта в этом районе, но и о межгодовой и сезонной изменчивости его параметров, изменчивости структуры и характеристик водных масс.

За период с 13 по 17 января 2005 г. с борта НЭС «Академик Федоров» была выполнена океанографическая съемка, состоящая из 5 разрезов, включающих 41 глубоководную океанографическую станцию (рис. 1.3.1). В соответствии с целью натурного эксперимента, расположение станций было запланировано в виде меридиональных разрезов (по 64°, 66°, 68°, 70° и 72° в.д.), пересекающих шельф и верхнюю часть материкового

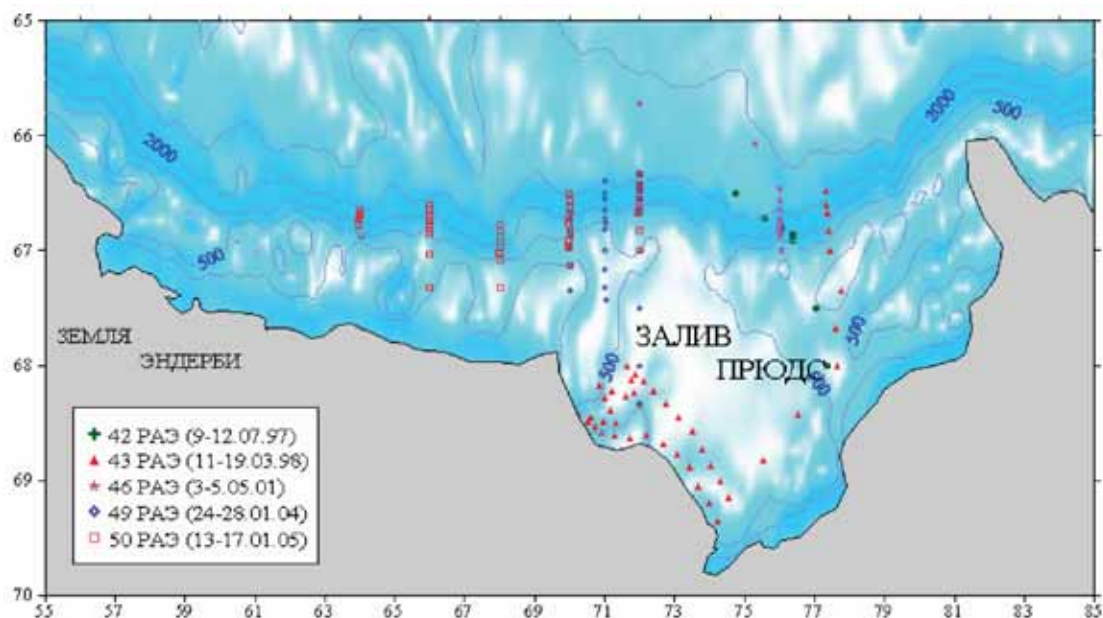


Рис.1.3.1. Положение глубоководных гидрологических станций в районе залива Прюдс, выполненных с борта НЭС «Академик Федоров» в период 1997–2005 гг.

13–17 января 2005 года в период 50-й РАЭ выполнена 41 станция.

склона. Исходя из предположения о масштабах потоков или образований, связанных с опусканием вод по склону, расстояние между разрезами было определено в 2 градуса долготы, а расстояние между станциями на разрезах в верхней части склона составило 3–4 мили. Наблюдения выполнялись с помощью зондирующего океанографического комплекса «SeaBird 911».

Таблица 1.3.1

**Средние и экстремальные значения характеристик в ядрах водных масс  
по данным съемки 2005 года**

Характеристика		Водная масса							
		АПВ	АЗВ	АШВ	МЦГВ- шельф	МЦГВ- склон	ЦГВ	АДВ	ДВЗП
Н, м	Средн.	0	109		320	590	654	1714	
	Макс.	0	365		480	930	784	2000	
	Мин.	0	38		115	320	550	1350	
Т, °С	Средн.	–0,620	–1,733	–1,884	–1,074	–0,512	0,624	–0,168	–0,775
	Макс.	1,160	–1,802	–1,859	–0,210	0,123	0,740	–0,010	–0,298
	Мин.	–1,776	–1,568	–1,900	–1,489	–1,376	0,310	–0,265	–1,604
S, ‰	Средн.	33,377	34,294	34,562	34,479	34,562	34,682	34,659	34,588
	Макс.	34,081	34,484	34,647	34,574	34,634	34,696	34,650	34,644
	Мин.	32,820	34,110	34,516	34,362	34,418	34,636	34,678	34,492

Проведенный анализ позволил выделить основные водные массы и определить их характеристики. В частности, выделены следующие водные массы: антарктическая поверхностная (АПВ), антарктическая зимняя (АЗВ), антарктическая шельфовая (АШВ), циркумполярная глубинная (ЦГВ), модифицированная циркумполярная глубинная (МЦГВ), антарктическая донная (АДВ) и донная вода залива Прюдс (ДВЗП). Средние и экстремальные значения характеристик в ядрах этих водных масс приведены в табл. 1.3.1.

Расширены представления о характеристиках и распространении антарктической шельфовой воды (АШВ). В частности, впервые в этом регионе обнаружен высокосоленный тип АШВ. Эта важная в климатическом плане водная масса с температурой  $-1,9^{\circ}\text{C}$  и соленостью 34,65 ‰ обнаружена западнее залива Прюдс, в депрессии шельфа на 66° в.д.

Получено экспериментальное подтверждение факта формирования в этом регионе антарктической донной воды (АДВ), определены ее характеристики, локализован район формирования.

Установлено, что придонный слой области материкового склона от 72° в.д. на запад, по крайней мере по 64° в.д., занимают холодные и плотные воды — Донные воды залива Прюдс — формирование которых происходит вблизи бровки шельфа в пределах того же долготного региона с дальнейшим перемещением вниз и вдоль по склону за счет разных процессов, в том числе с использованием особенностей донной топографии (каньонов, депрессий), посредством вихревых образований и т.д. Вертикальные профили потенциальной температуры вдоль разреза по 70° в.д. (рис. 1.3.2) ярко демонстрируют распространение холодных и плотных АДВ в придонном слое над материковым склоном.

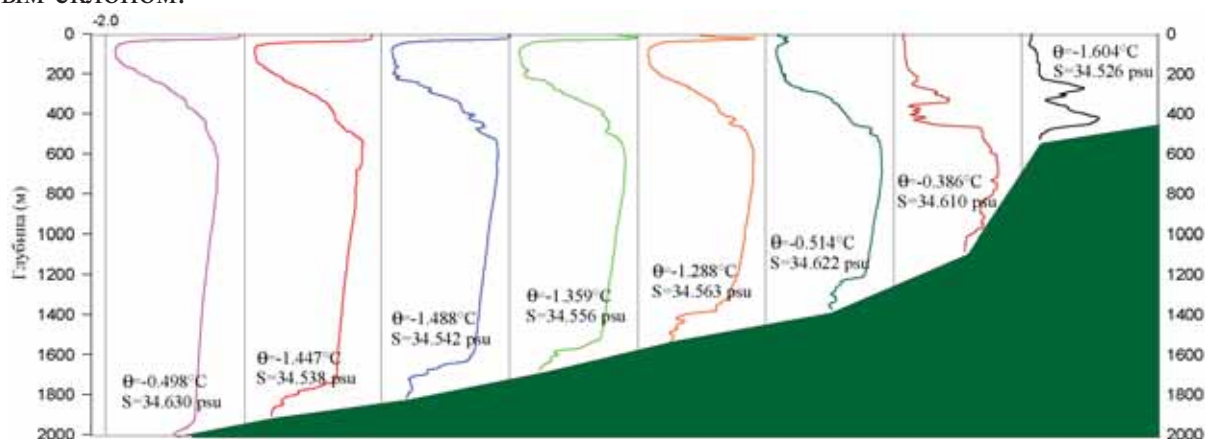


Рис.1.3.2. Профили потенциальной температуры и температурно-соленостные характеристики донных вод залива Прюдс на станциях разреза по 70° в.д.

Проведенный *TS*-анализ показал, что опускающиеся вдоль дна материкового склона ДВЗП являются результатом перемешивания водных масс, в первую очередь АШВ и МЦГВ, обнаруженных в районе залива Прюдс (рис. 1.3.3).

Повторение в 2005 г. разрезов, выполненных в период 49-й РАЭ (в 2004 г. были выполнены разрезы по 70°, 71° и 72° в.д.) позволило получить информацию о межгодовой изменчивости процессов на шельфе и склоне на 70°–72° в.д. В частности, установлено подобие характеристик опускающихся по склону донных вод, однако обнаружено изменение их объемов, как это демонстрируют распределения температуры и солености на разрезе по 70° в.д. (рис. 1.3.4). Выявленные закономерности в распределении характеристик АШВ по данным двух экспедиций позволяют считать, что основным местом формирования АШВ является южная часть залива Прюдс. При этом в формировании свойств АШВ важную роль играет перемешивание с переохлажденной водой шельфовых ледников (ВШЛ), формирующейся под шельфовым ледником Эймери.



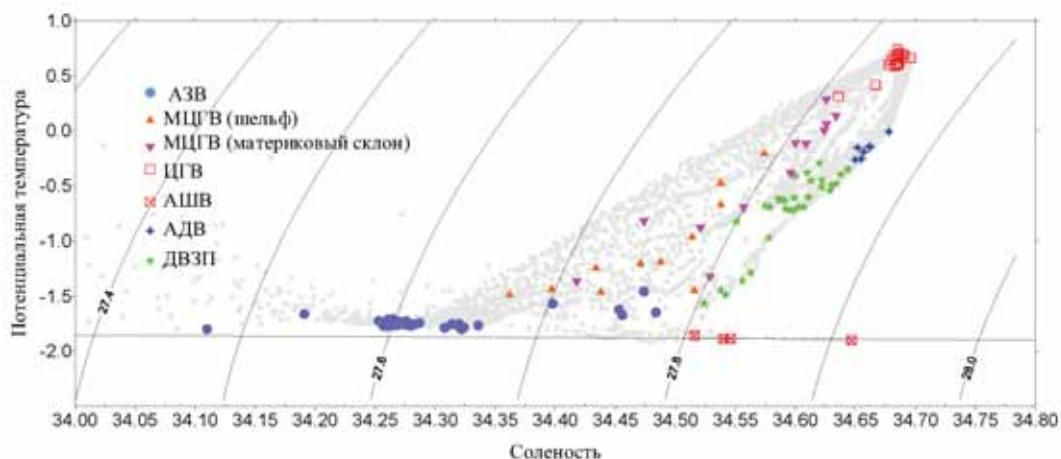


Рис.1.3.3. Температурно-соленостная диаграмма для данных съемки 2005 года. Сплошная прямая линия — температура замерзания.

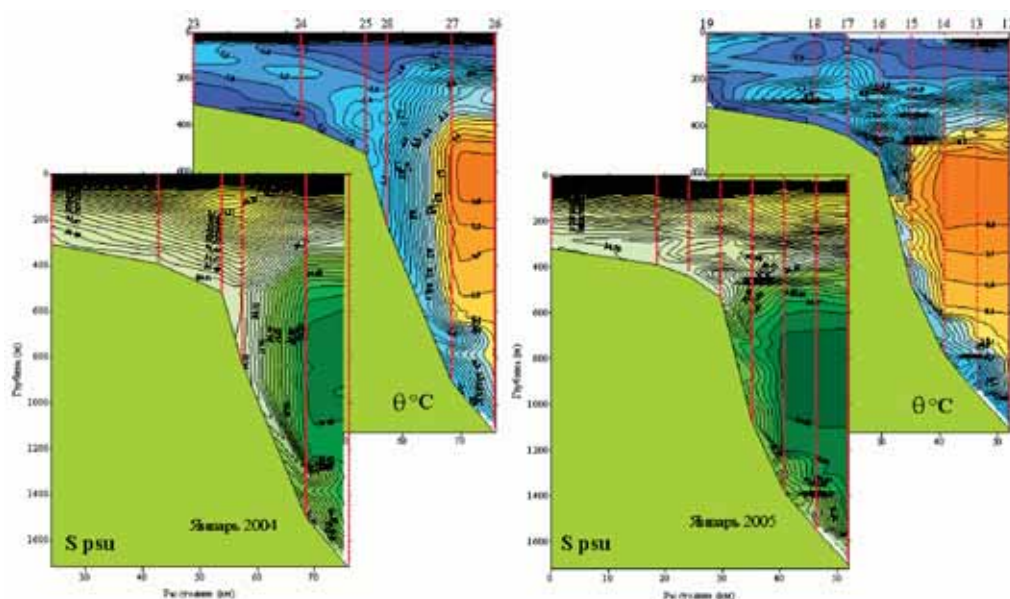


Рис.1.3.4. Потенциальная температура и соленость на разрезе по 70° в.д. в январе 2004 г. и в январе 2005 г. Хорошо выражено активное опускание по склону холодных плотных вод, ведущее к формированию Антарктических донных вод и охлаждению, распреснению и обогащению кислородом циркумполярных глубинных вод.

С использованием численной модели общей циркуляции океана Гидрометцентра, в которой учтены основные физические процессы, ответственные за формирование крупномасштабной структуры динамических и гидрологических полей, проведено исследование механизмов, определяющих формирование термохалинной структуры глубинных слоев Южного океана. Для исследования путей распространения водных масс в Южном океане рассчитаны траектории жидких частиц, являющиеся лагранжевыми характеристиками движения. Меняющееся со временем поле скорости течений, необходимое для построения траекторий, определялось на основе численных экспериментов с моделью общей циркуляции океана Гидрометцентра РФ. Для задания граничных условий на поверхности воды использовались данные реанализа метеорологических полей с 6-часовой дискретностью за период 1979–2002 гг. Траектории построены для различных начальных положений в пространстве и по глубине и для разных типов атмосферных воздействий, задаваемых при расчете поля скорости течений в численных экспериментах с моделью общей циркуляции океана (рис. 1.3.5).

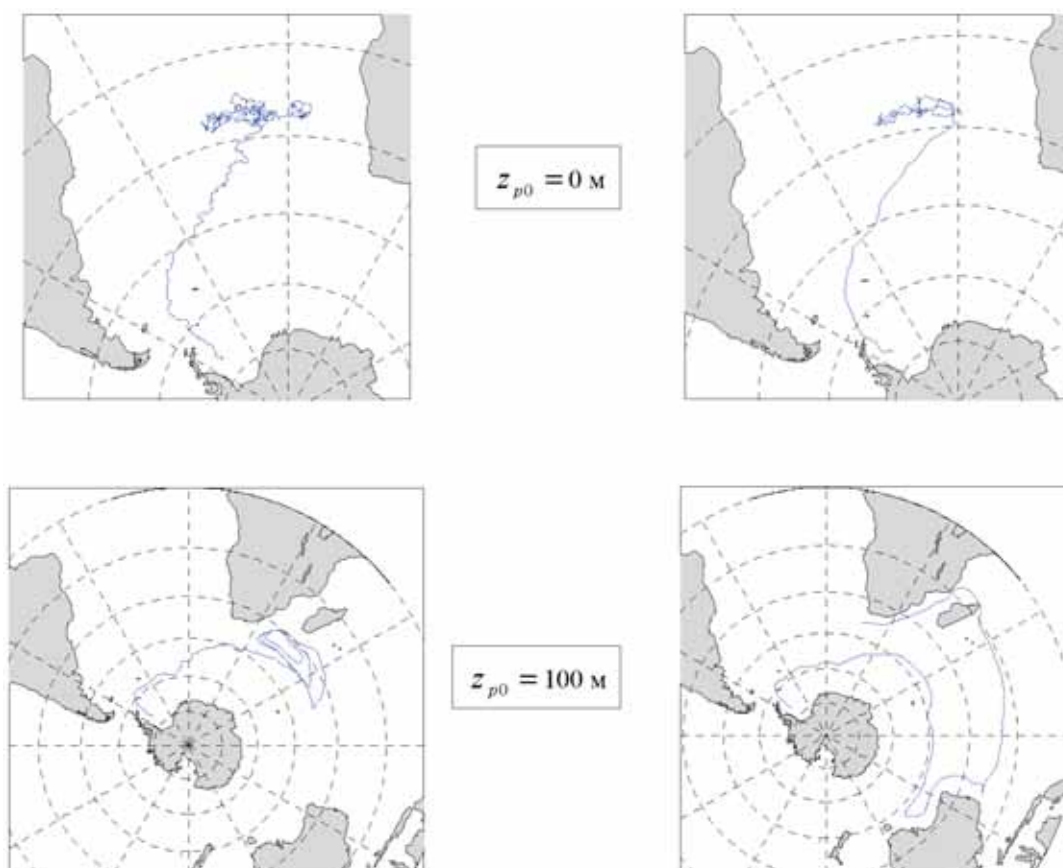


Рис. 1.3.5. Траектории жидких частиц, выпущенных в море Уэдделла на глубинах  $z_{p0} = 0$  м и 100 м ( $\lambda_{p0} = 50^\circ$  з.д.,  $\varphi_{p0} = 70^\circ$  ю.ш.).

Левые панели — расчет траекторий по данным о скоростях течений в эксперименте *BASE* (атмосферные воздействия с 6-часовой дискретностью), правые панели — по данным о скоростях течений в эксперименте *SMON* (атмосферные воздействия, сглаженные по времени с окном в один месяц). Время прохождения траекторий — 24 года (с 1 января 1979 г. по 31 декабря 2002 г.)

Построена детализированная схема среднемноголетнего распределения айсбергов по численности и сплоченности в круговороте Уэдделла, основанная на созданной базе отечественных радиолокационных оценок количества айсбергов по маршруту следования судов САЭ–РАЭ за полувековой период, которая включает по данному долготному сектору свыше 17 тыс. наблюдений. Результаты анализа свидетельствуют о наглядном демонстрировании схемой основных, магистральных маршрутов дрейфа айсбергов под воздействием циркуляционной системы круговорота. Отчетливо выделяются: крупномасштабный антициклонический меандр траекторий основной массы айсбергов между  $58\text{--}62^\circ$  ю.ш. и  $5\text{--}25^\circ$  з.д., приуроченный к так называемой зоне «Сандвичева залива», а также возвратные ветви движения айсбергов из океанической части акватории во внутреннюю область круговорота. Определены главные районы окончательного разрушения гигантских айсбергов-«долгожителей», располагающиеся вблизи 50-й параллели.

Полученные результаты найдут применение для развития исследований по диагнозу и прогнозу эволюции планетарной климатической системы. Лабораторные результаты могут быть использованы для физического описания динамики и структуры течений над континентальным склоном Антарктиды. Данные работы являются вкладом в международные проекты, проводящиеся под эгидой совместной группы CLIVAR/CliC/SCAR по Южному океану.

**1.4. ПРОЕКТ 4 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.3.1)****«ПРОВЕСТИ КОМПЛЕКСНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДЛЕДНИКОВОГО ОЗЕРА ВОСТОК, ОЦЕНИТЬ ПРОШЛЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ПО ДАННЫМ ЛЕДЯНЫХ КЕРНОВ, КОЛОНОК МОРСКИХ И ОЗЕРНЫХ ОТЛОЖЕНИЙ»**

В 2005 г. изучение подледникового озера Восток осуществлялось методами дистанционных геофизических исследований, посредством комплексных анализов образцов озерного льда, поднятых на поверхность в результате глубокого бурения антарктического ледникового покрова на станции Восток, а также путем математического моделирования циркуляции и распределения тепловых потоков в озере. Палеоклиматические исследования включали совершенствование модели реконструкции палеоклиматических рядов, полученных по ледяному керну, их спектральный анализ, оценку стабильности ледникового покрова Центральной Антарктиды по данным об общем содержании газа во льду, а также палеогеографическую интерпретацию результатов анализов колонок донных осадков из морских водоемов антарктических оазисов и моря Космонавтов.

**Дистанционные геофизические исследования района озера Восток**

Дистанционные геофизические исследования озера Восток проводятся специалистами ПМГРЭ и РАЭ средствами сейсмического и радиолокационного зондирования. В их задачи входит определение морфометрических и геофизических характеристик ледникового покрова, водного слоя, осадочных пород и подстилающего их кристаллического фундамента, выяснение геоморфологических особенностей подледного ландшафта, а также картирование береговой черты озера. Практическое использование результатов работ заключается в построении геофизических карт, а также в создании банка данных о реальной форме подледникового водоема, необходимых для реализации создаваемой в ААНИИ трехмерной модели циркуляции озера Восток.

В 2005 г. были продолжены полевые радиолокационные и сейсмические исследования, по материалам которых составлены обновленные карты положения береговой черты подледникового озера, мощности ледникового покрова и рельефа подледной поверхности масштаба 1:1000 000, а также уточнена морфоструктурная схема района. В результате предварительной обработки результатов сейсмических наблюдений, выполненных в сезон 50-й РАЭ, построен геофизический разрез по субширотному профилю S-50 и уточнен субмеридиональный разрез вдоль длинной оси озера в его центральной части.

Подледниковое озеро Восток вытянуто в субмеридиональном направлении. Площадь его водного зеркала составляет около 16000 км<sup>2</sup>. Берег изрезан многочисленными мысами и бухтами, расположенными преимущественно в его южной и западной частях. Вне озера выделяются фрагменты изолированных подледниковых водоемов. Мощность ледникового покрова изученной территории изменяется от 2550 до 4350 м. Максимальные значения наблюдаются в северной и северо-западной частях озера Восток.

Морфоструктурный анализ подледно-подводной поверхности показал (рис. 1.4.1), что доминирующей формой исследуемого района является котловина Восток. Размеры котловины приблизительно 310×100 км, а ее днище располагается в пределах высот от –1600 до –800 м относительно уровня моря. В пределах котловины выделяется озерная равнина, глубоководная впадина и нерасчлененный склон. По внешней границе озерной котловины развиты пологоволнистые равнины (–150 ÷ 150 м), холмистые возвышенности (150 ÷ 400 м) и среднегорные массивы (высоты от 500 ÷ 1100 м).

Выполненные на данный момент геофизические исследования озера Восток дают возможность достаточно полно охарактеризовать его как географический объект и обоснованно говорить о его тектонической природе. Вместе с тем, строение земной коры



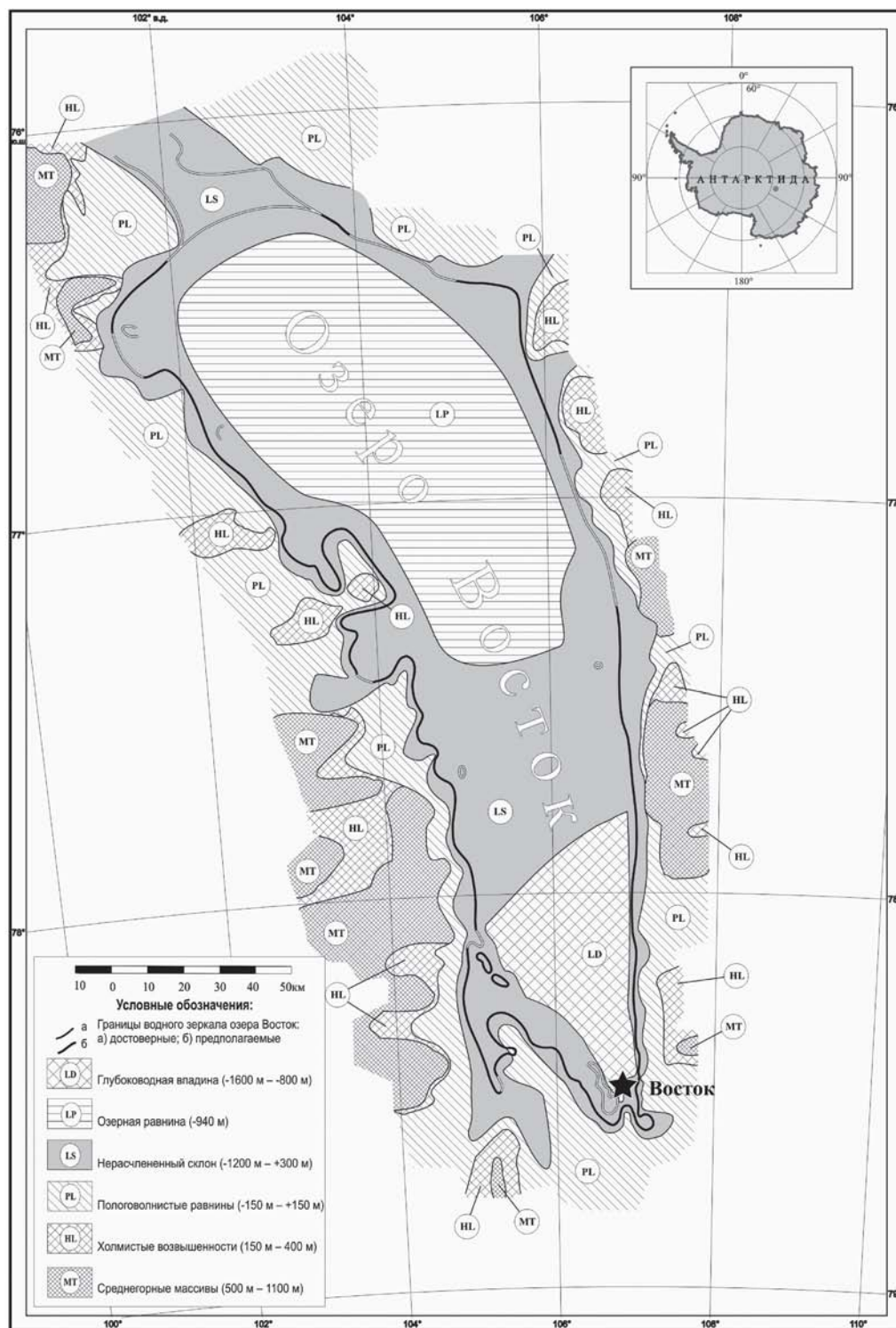


Рис. 1.4.1. Морфоструктурная схема района озера Восток

(структура и мощность осадочного заполнения депрессии озера Восток, структура и природа подстилающего фундамента) пока еще остаются не вполне ясными.

#### Подготовительные работы перед возобновлением бурения глубокой скважины 5Г-1 на станции Восток

Скважина 5Г-1, глубина которой составляет 3623 м, находится в законсервированном состоянии уже 7 лет. В сезонный период 50-й РАЭ в рамках подготовки буровых работ, которые планируется возобновить в сезон 51-й РАЭ, специалистами СПГГИ были

проведены геофизические наблюдения за состоянием скважины (кавернометрия, инклинометрия, измерения плотности и давления заливочной жидкости) и осуществлена инспекция наземного бурового оборудования. Выполнена полная проверка спуско-подъемного оборудования, которая включала испытания силовых кабельных линий, электрических систем и узлов привода лебедки, устройства соединения и подключения приборов к кабелю лебедки. Все механизмы и узлы приведены в рабочее состояние.

Измерение угла и азимута отклонения скважины от вертикали показало, что существенных изменений в пространственном положении оси скважины с момента останова бурения не произошло. Определение плотности и расчет давления заливочной жидкости выполнялись по разработанной в СПГГИ методике. На основе полученных данных выполнен расчет дифференциального давления (разности давлений льда и столба заливочной жидкости) на стенках скважины, которое является важнейшим показателем устойчивости ствола скважины. Проведенные исследования показали, что при уровне заливочной жидкости 72 м от устья скважины и максимальной концентрации утяжелителя (плотности скважинной жидкости) на глубине около 1200 м горное давление льда практически скомпенсировано давлением столба жидкости на глубинах выше 2200 м. Вывод об устойчивом состоянии ствола глубокой скважины 5Г-1, сделанный на основе расчета дифференциального давления, был полностью подтвержден результатами кавернометрии (измерения диаметра скважины). Как видно из графиков, представленных на рис. 1.4.2, диаметр скважины глубже 2750 м практически не изменился со времени последних измерений, выполненных в декабре 1999 г. Расхождение между кавернограммами 1999 и 2005 гг. не превышает точности измерений (0,2 мм).

Анализ данных геофизических наблюдений приводит к заключению, что глубокая скважина 5Г-1 находится в рабочем состоянии. Перед возобновлением бурения в сезонный период 51 РАЭ необходимо выполнить незначительные по объему работы по очистке призабойной зоны скважины.

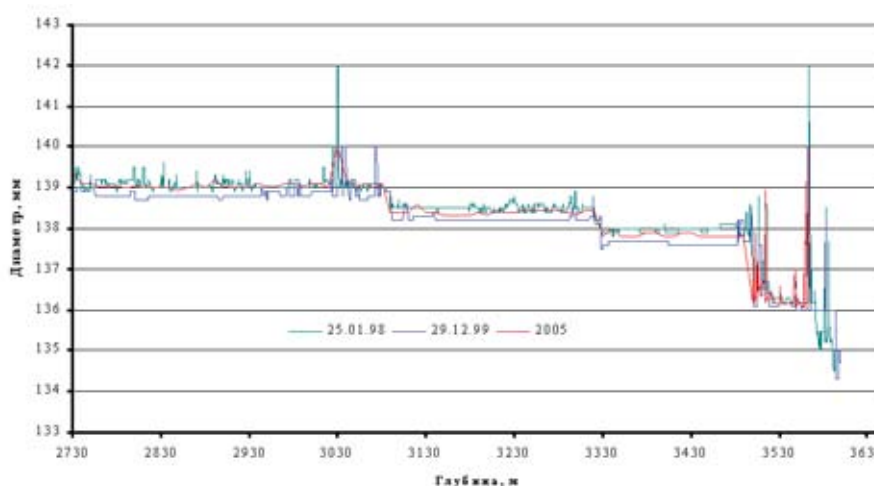


Рис. 1.4.2. Результаты измерения диаметра скважины 5Г-1 в 1998, 1999 и 2005 гг.

#### **Исследование минерального состава донных осадков озера Восток по данным изучения их включений в керне озерного льда из скважины 5Г-1**

Исследования минеральных включений донных осадков озера Восток, которые были захвачены в процессе формирования озерного льда, проводились специалистами ВНИ-ИОкеангеология в Центре изотопных исследований (ЦИИ) ВСЕГЕИ, Санкт-Петербург (<http://www.vsegei.ru/cir.html>). Объектом изучения послужили минеральные включения,

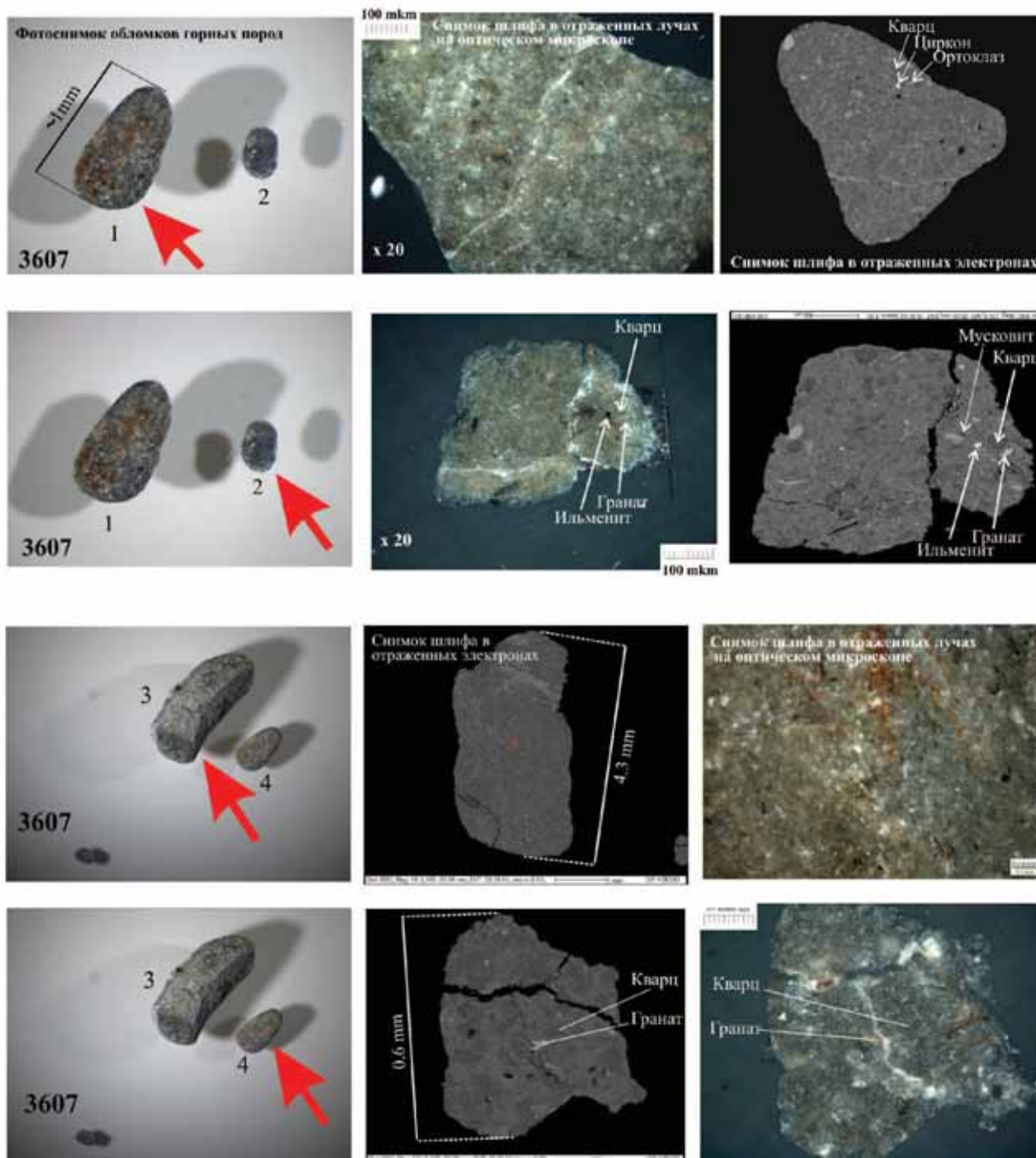


Рис. 1.4.3. Фотографии шлифов и минеральный состав обломков пород, обнаруженных в ледяном керне с глубины 3607 м

извлеченные из ледяных кернов скважины 5Г-1 станции Восток с глубины 3582 и 3607 м. В задачи исследований входило изготовление препаратов для аналитических работ, определение минерального и химического состава твердых включений и интерпретация данных аналитических исследований. Химический и минеральный состав определялся на сканирующем электронном микроскопе SEM CamScan MX 2500, оснащенный рентгеновским микроанализатором. В общей сложности было произведено 26 определений химического и минерального состава. В отличие от включений, изученных ранее и представлявших собой рыхлые агрегаты, образованные в результате коагуляции микрочастиц (размером до 30–40 мкм) глинистых и породообразующих минералов, образцы с глубины 3582 м и 2607 м являются обломками консолидированных горных пород размером от



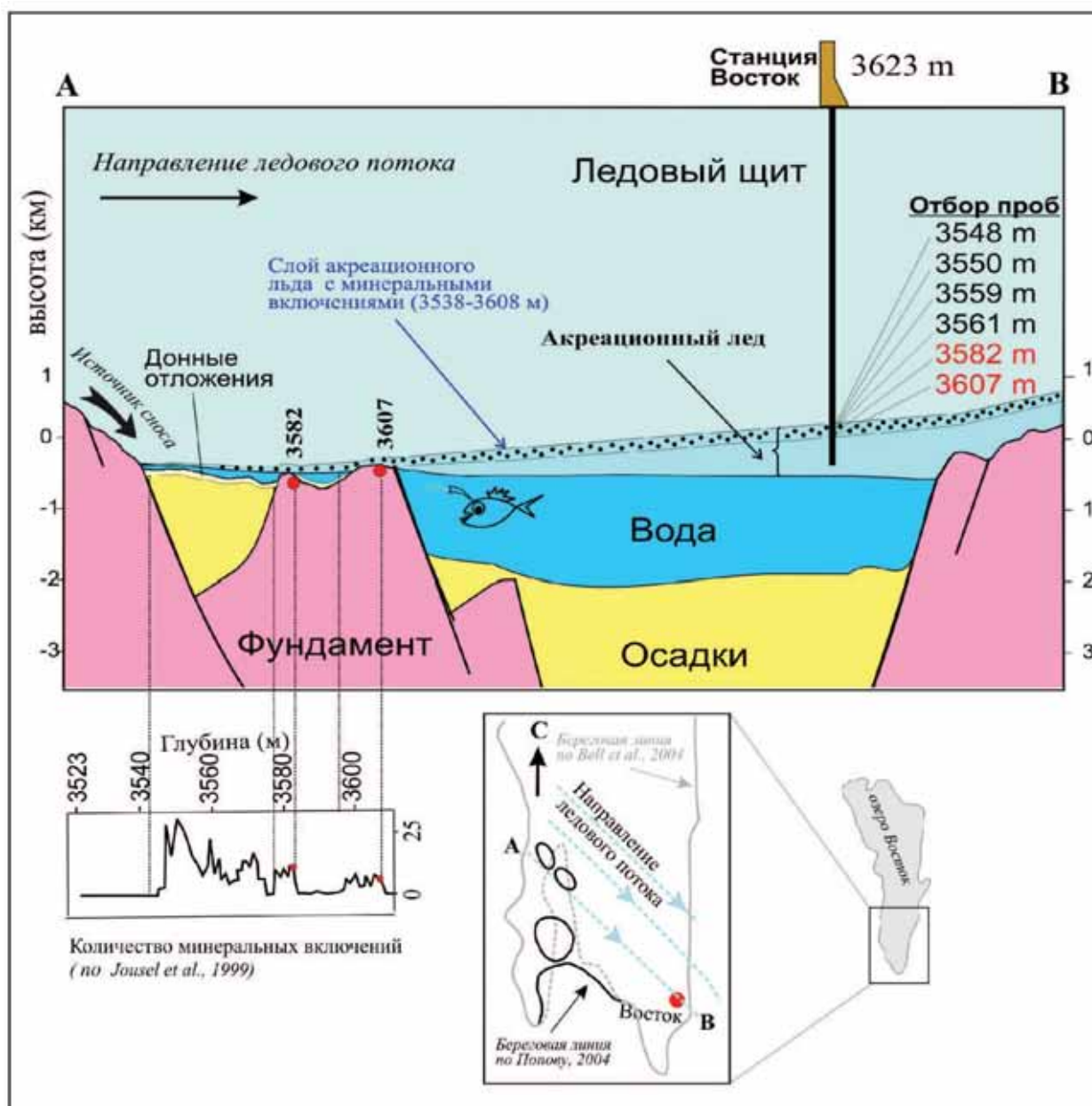


Рис. 1.4.4. Гипотетический разрез верхней части земной коры рифтового грабена озера Восток по линии тока льда, проходящей через скважину 5Г-1 на станции Восток.

На врезке показана береговая линия и острова в южной части озера Восток (неопубликованные данные С. Попова). Для сравнения дана береговая линия, построенная по радиолокационным данным американских исследователей.

0,5 до 4,5 мм. В обломке породы с глубины 3582 м присутствуют кварц, мусковит, полевой шпат, титаномагнетит, апатит, ильменит, а в обломке с глубины 3607 м — кварц, мусковит, полевой шпат, циркон, титаномагнетит, гранат, ильменит, монацит, рутил. Оптические снимки шлифов, видимая текстура, минеральный состав и морфология порообразующих минералов позволяют предположить, что изученные образцы являются обломками метаморфических или метаосадочных пород. Образец с глубины 3582 м может представлять собой катаклазит, ожелезненный алевролит или осадочный кварцит, а образец с глубины 3607 м — гидротермальный метакварцит или алевролит (рис. 1.4.3). Более точная идентификация будет сделана после изготовления традиционного шлифа для оптических петрографических исследований во ВНИИОкеангеология.

Относительно крупные обломки пород могли попасть в аккреационную толщу в районе налегания ледника на поднятия морского дна (острова), которые обнаружены сейсмическими и радиолокационными зондированиями в юго-западной части озера Восток на линии тока льда, проходящей через скважину (рис 1.4.4). Если это так, то эти обломки могут являться продуктами разрушения поднятий коренного ложа или отражать состав донных осадков, перекрывающих поднятия. Во втором случае, кластический материал должен был поступать с западного побережья озера и отлагаться на его дне, вытаявая из базального слоя льда в периоды потепления климата (рис. 1.4.4). Отсюда следует, что на западном побережье озера Восток или в его мелководной части могут быть развиты метаосадочные (раннефанерозойские ?) породы.

### **Исследования изотопного и газового режимов озера Восток**

Важнейшими характеристиками гидрологической системы подледникового озера Восток являются изотопный и газовый составы озерной воды, которые формируются под воздействием (и, следовательно, являются индикаторами) процессов, контролирующих водный баланс озера. В 2005 г. специалистами ААНИИ были продолжены измерения изотопного состава ( $\delta^{18}\text{O}$ ,  $\delta\text{D}$ ) и общего газосодержания керн озерного льда.

С целью уточнения и проверки данных, полученных на предыдущих этапах исследований, были проведены повторные анализы керн льда в интервале глубин 3609–3623 м. Для повышения надежности результатов измерения содержания дейтерия во льду проводились параллельно в двух лабораториях: в ЦИИ ВСЕГЕИ и в Лаборатории наук о климате и окружающей среде (ЛНКОС), Сакле, Франция. Вновь полученные данные вместе с результатами предыдущих определений содержания во льду кислорода 18 дают полную и достаточно точную картину изменчивости изотопного состава озерного льда по глубине. В частности они свидетельствуют о том, что профили эксцесса дейтерия ( $d = \text{D} - 8\delta^{18}\text{O}$ ), полученные по данным измерений в ЦИИ ВСЕГЕИ и ЛНКОС, характеризуются квазипериодическим изменением  $d$  по глубине с максимумом на 3615 м и периодом около 20 м. Вместе с тем, профили дейтерия и кислорода 18 в озерном льду 2 плохо коррелируют друг с другом, что является специфической особенностью этого слоя льда, отличающей его от залегающего выше озерного льда 1. В целом, полученные в 2005 г. новые данные подтверждают сделанные ранее выводы о возможной пространственной и/или временной изменчивости механизма нарастания льда, гидрологического и, следовательно, изотопного режимов озера вдоль линии тока льда, проходящей через станцию Восток.

Моделирование изотопного режима подледникового озера Восток требует знания закономерностей пространственного распределения содержания тяжелых изотопов в снегу в этом районе Антарктиды. Отбор проб поверхностного снега на изотопные анализы осуществлялся в летние полевые сезоны 45–50-й РАЭ по маршрутам геофизических походов в районе озера Восток. Изотопные исследования этих проб были выполнены в 2004–2005 гг. специалистами ААНИИ и ВСЕГЕИ в трех лабораториях: ЦИИ ВСЕГЕИ, ЛНКОС и в масс-спектрометрической лаборатории Института Нильса Бора (Копенгаген, Дания).

Накопленный к настоящему времени фактический материал (187 точек измерений) достаточен для построения предварительных карт распределения характеристик изотопного состава снега на поверхности ледникового покрова над озером (рис. 1.4.5). Они показывают, что концентрация кислорода 18 увеличивается к северу и югу от станции Восток, достигая минимальных значений в районе станции ( $-57\text{‰}$ ). Напротив, эксцесс дейтерия достигает максимальных значений в районе Востока ( $16\text{‰}$ ) и убывает при движении к северу и югу от станции. Известно, что по мере движения воздушной массы изотопный состав выпадающих осадков должен обедняться тяжелыми изо-



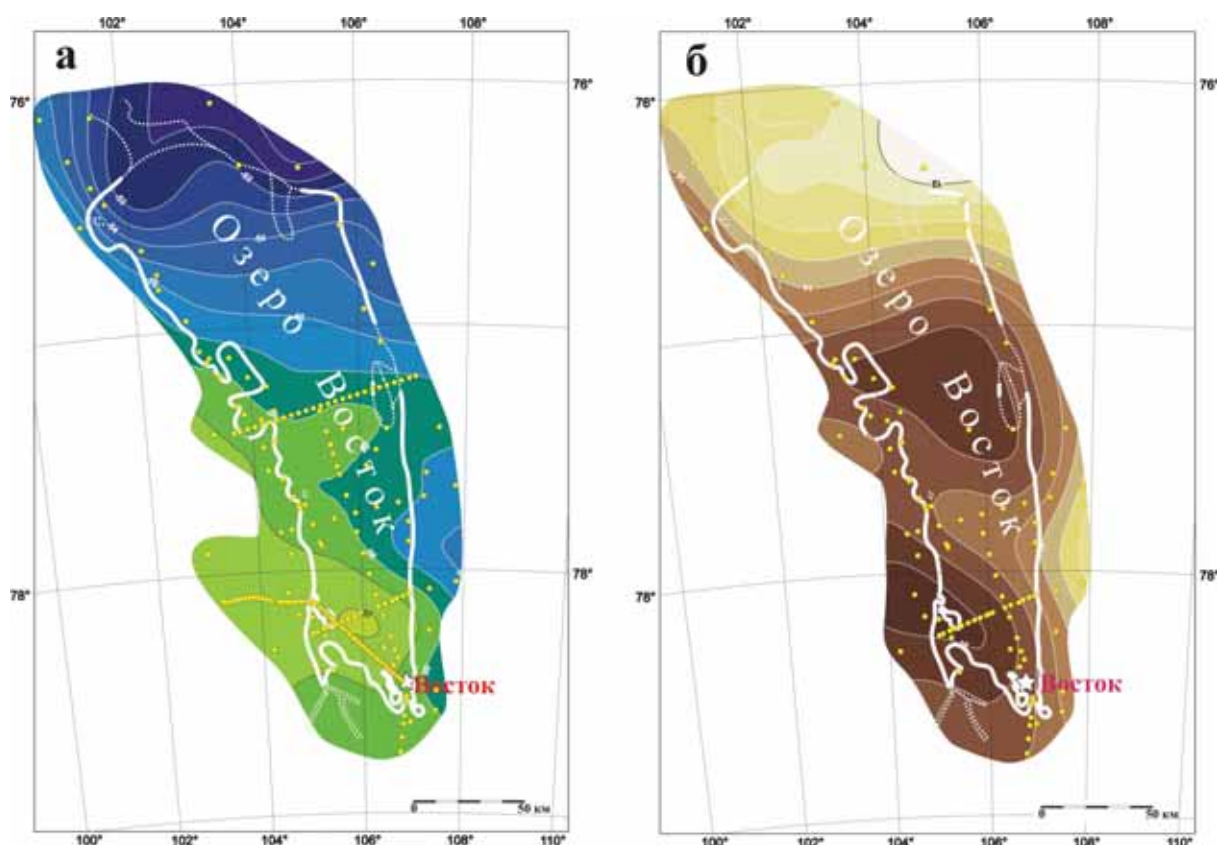


Рис. 1.4.5. Пространственная изменчивость изотопного состава снега в районе озера Восток. Распределение  $\delta^{18}\text{O}$  (а) и эксцесса дейтерия (б) в поверхностном слое снега в районе озера Восток. Желтыми кружками отмечены пункты отбора изотопных проб.

топами при одновременном росте эксцесса дейтерия в них. Таким образом, данные, представленные на рис. 1.4.5, отражают преобладающие пути поступления влаги в изучаемый район Восточной Антарктиды и свидетельствуют о том, что станция Восток расположена на границе раздела воздушных масс, поступающих из Тихого и Индийского океанов.

В 2005 г. были получены дополнительные данные об общем содержании газов в керне озерного льда. Измерения проводились сотрудником ААНИИ в Лаборатории гляциологии и геофизики окружающей среды (ЛГГОС), г. Гренобль, Франция. Новые данные подтвердили чрезвычайно низкий (на пределе чувствительности прибора) уровень концентрации газов в озерном льду второго типа. Интерпретация полученных результатов, выполненная на основе современной теории равновесной растворимости газов во льду, позволила сделать вывод о том, что концентрация газов в верхнем слое воды в глубоководной части озера, где формировался слой озерного льда 2, весьма мало отличается от концентрации газов в талой ледниковой воде и, следовательно, концентрация растворенного кислорода в озере близка к минимальному пределу ( $0,019 \text{ см}^3\text{г}^{-1} = 27 \text{ мг}\cdot\text{л}^{-1}$ ), установленному на основе теоретических расчетов.

#### **Разработка трехмерной термогидродинамической модели циркуляции озера Восток**

Необходимым инструментом для корректной интерпретации результатов анализов керна озерного льда и планирования будущих экспериментов является модель циркуляции озера, учитывающая его реальную форму и синтезирующая всю накопленную к настоящему времени информацию о граничных условиях и процессах в подледниковом водоеме. В связи с этим, в ААНИИ разрабатывается трехмерная термогидроди-

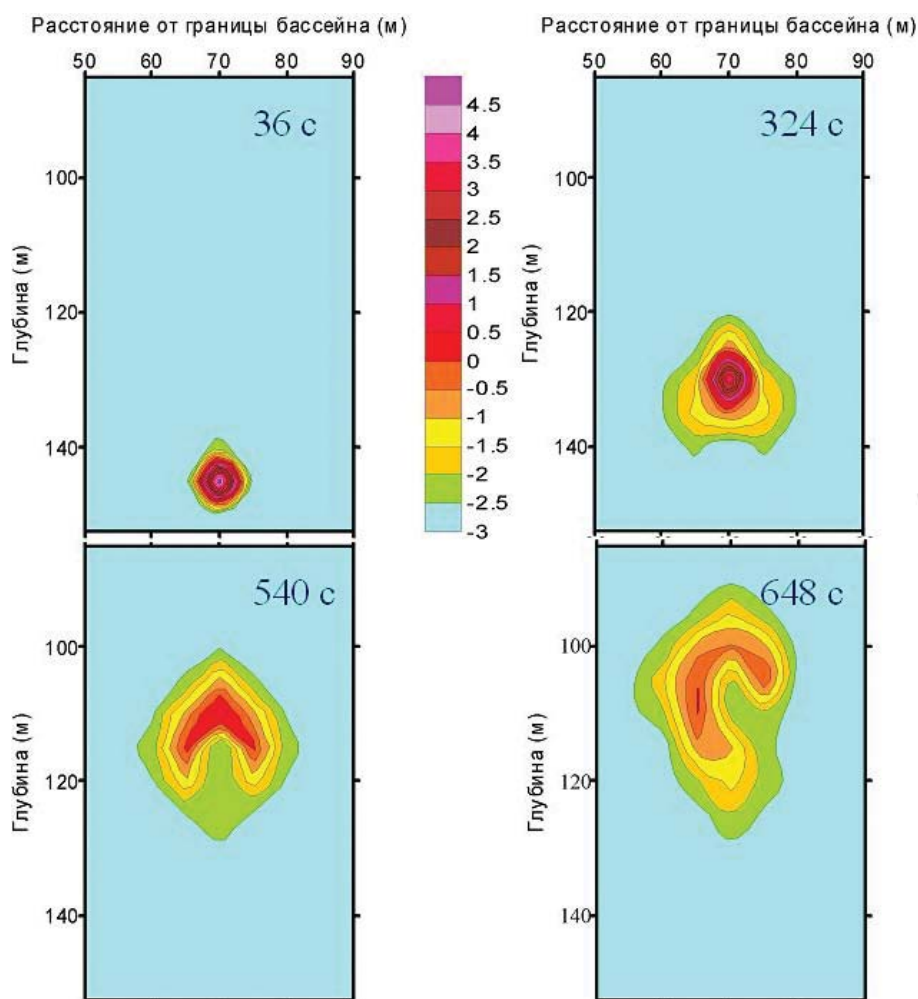


Рис. 1.4.6. Результаты эксперимента по моделированию температурного возмущения, вызванного разовым выбросом  $125 \text{ м}^3$  относительно теплой ( $5^\circ\text{C}$ ) воды со дна подледникового водоема.

Температурная шкала проградуирована в  $^\circ\text{C}$ . На рисунках указано время в секундах, прошедшее с начала эксперимента.

намическая модель циркуляции и распределения тепловых потоков в озере Восток. Исходные уравнения модели представляют собой замкнутую систему уравнений гидродинамики в переменных завихренность – векторный потенциал без гидростатического приближения. В качестве уравнения состояния воды используется уравнение состояния ЮНЕСКО. В 2005 г. были произведены отладка и тестирование модели. В частности, были выполнены численные эксперименты, направленные на оценку степени возмущения (устойчивости) термического режима подледникового озера вследствие поступления в него теплых (гидротермальных) вод со дна водоема. На рис. 1.4.6 представлены распределения температуры в вертикальной плоскости, проходящей через центр бассейна, рассчитанные на разных этапах эксперимента, в котором моделировалась эволюция всплывающего со дна термика. Расчетной областью являлся бассейн кубической формы с длиной ребра  $150 \text{ м}$ , в котором задавались условия (давление, температура, ориентация угловой скорости вращения Земли), характерные для подледникового озера Восток. В начальный момент времени термик имел температуру  $5^\circ\text{C}$ , форму куба с длиной ребра  $5 \text{ м}$  и располагался у дна бассейна в его центре. Коэффициенты кинематической вязкости и температуропроводности при расчете принимались равными  $10^{-8} \text{ м}^2 \text{ с}^{-1}$ .

Проведенный эксперимент продемонстрировал работоспособность модели и достаточную устойчивость разработанной численной схемы. С другой стороны, полученные результаты указывают на то, что нерегулярные выбросы геотермальных вод со дна водоема могут качественно менять картину циркуляции озера на весьма продолжительных отрезках времени.

#### **Биологические исследования ледяных кернов**

В 2005 г. учеными ИНМИ РАН были продолжены эксперименты по изучению жизнеспособности и определению оптимальных условий для размножения микроорганизмов, реактивированных после длительного анабиоза в леднике Антарктиды. Объектом исследований служили микроорганизмы, которые были выделены путем асептического отбора проб из образцов ледяного керна скважины 5Г-1 с глубин 1851, 2274, 2874, 2906 и 2970 м. Помимо экспериментов по выявлению жизнеспособных клеток путем инкубации талой воды из ледяных кернов при положительных температурах с последующим определением их количества методом эпифлуоресцентной микроскопии, были проведены поисковые работы по подбору сред для выделения культур микроорганизмов и изучению таксономической принадлежности обнаруженных форм с применением ДНК-анализа и выяснения их физиологического состояния посредством определения элементного состава клеток в электронном микроскопе. Было установлено, что активность размножения бактерий зависит не только от температуры инкубации, но и от других факторов, в том числе, от присутствия в пробах органического субстрата, в качестве которого могут служить остатки водорослей (рис. 1.4.7)

Результаты проведенных в 2005 г. экспериментов подтверждают полученные ранее данные о присутствии психрофильных (оптимум развития при 5–10 °С) и мезофильных типов микроорганизмов в толще атмосферного льда, слагающего ледниковый покров Антарктиды. Размножение психрофильных микроорганизмов при крайне низких концентрациях субстрата в пробах талой воды прослежено в течение месяца. Численность микробных клеток данной группы за этот период возрастала до 4–10 тыс. в 1 мл воды в течение первых 10 суток, а затем испытывала колебания, не выходящие за пределы порядка указанных значений. Выделить микроорганизмы в чистую культуру на

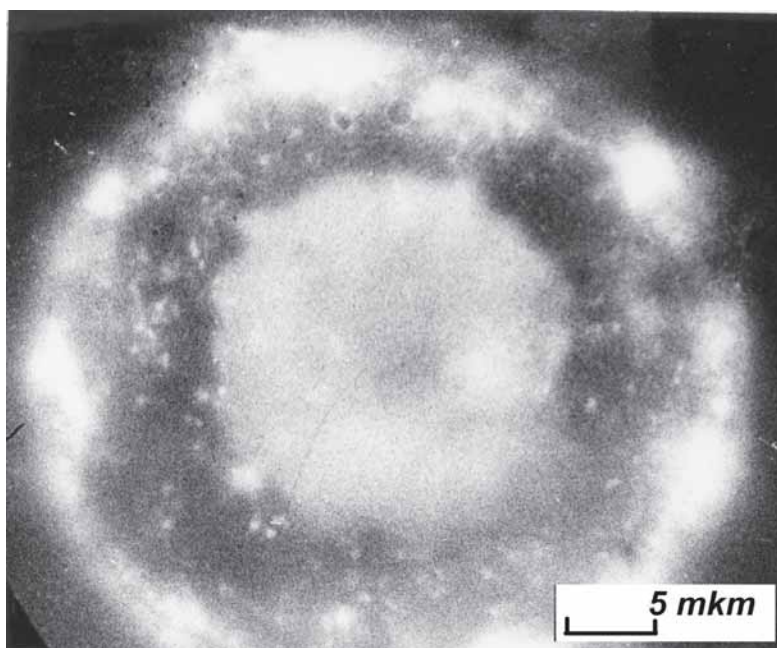


Рис. 1.4.7. Размножение бактерий внутри погибших одноклеточных водорослей в пробе талой воды из ледяного керна с глубины 1851 м

данном этапе работ не удалось, однако поиски других условий культивирования, в частности, подбор питательных сред и газовой фазы будут продолжены в будущем году.

Специалистами ПИЯФ РАН в 2005 г. были продолжены молекулярно-биологические исследования методом ПЦР микробного разнообразия атмосферного и озерного льда двух типов со станции Восток, включая образцы из интервала глубин 3611–3623 м. За отчетный период исследовано 11 новых образцов льда, повторены некоторые предыдущие и подготовлены новые образцы. Исследования 2005 г. подтвердили, что лед станции Восток (атмосферный и озерный) характеризуется чрезвычайно низким содержанием клеточной микробной биомассы, которая к тому же распределена крайне неравномерно. Не получено никаких свидетельств в пользу присутствия археобактерий. Методом проточной флуорометрии впервые сделаны достоверные оценки количества клеток в пробах снега и льда со станции Восток, которые показали, что концентрация клеток не превышает несколько единиц на 1 мл воды. В ходе исследований не была обнаружена «растворенная» ДНК, которая могла высвободиться вследствие замораживания и оттаивания клеток.

Исследования не показали также следов присутствия жизнеспособных микроорганизмов в атмосферном льду, возраст которого превышает 65 тыс. лет, что свидетельствует в пользу физической изоляции предполагаемой озерной биоты от поверхностной биоты по крайней мере в течение 15 млн лет. Таким образом, антарктический ледник не может служить архивом прошлой жизни. Исключение составляет базальный слой ледника, содержащий, помимо пыли атмосферного происхождения, включения горных пород, в которых можно обнаружить бактерии, представляющие микробиоту коренного ложа Антарктиды.

Приведенные выше факты указывают на то, что контаминация образцов является основной проблемой биологических исследований антарктического льда. С целью решения этой проблемы сотрудниками ПИЯФ было продолжено совершенствование процедур деконтаминации льда и чистой работы с водой методами ДНК анализа. Разработанные к настоящему времени протоколы обработки проб и контроля за загрязнением могут быть использованы при поиске и подтверждении находок внеземной жизни.

Проведены первые эксперименты по моделированию механизма захвата чистой ДНК и микробных клеток намерзающей на подошву ледника озерной водой. Они по-

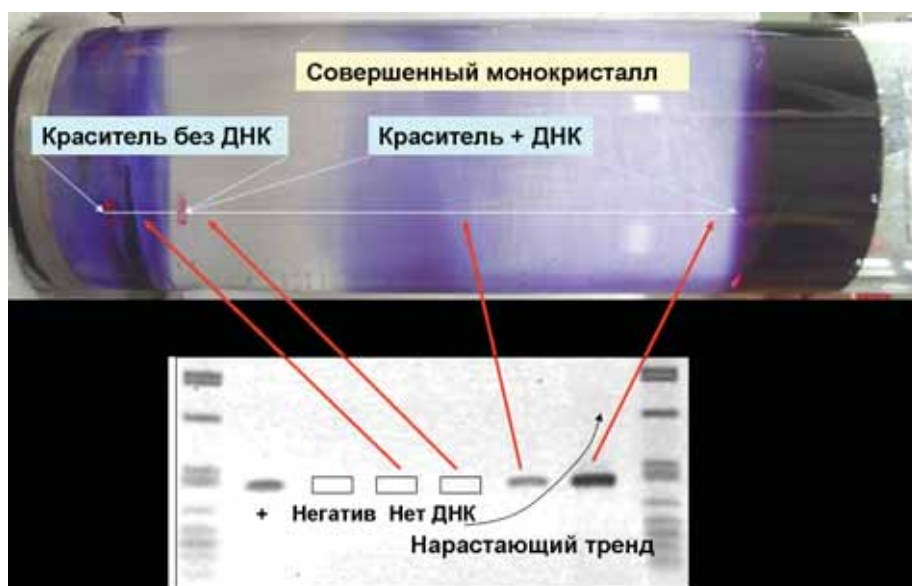


Рис. 1.4.8. Включение ДНК в растущий монокристалл по результатам ПЦР анализа последовательных образцов монокристаллического льда, выращенного в лаборатории (ЛГГОС)



казали, что большие молекулы чистой ДНК могут успешно включаться в растущий моно- и поликристаллический лед без нарушения его структуры. При этом наблюдается положительный тренд в концентрации захваченной ДНК по мере роста кристалла и концентрации ДНК в остающемся водном растворе (рис. 1.4.8).

Подготовлены для молекулярно-филогенетического анализа новые образцы буровой жидкости из скважин, пробуренных на станциях Восток и Конкордия (проект ЭПИКА). Результаты предварительного анализа отобранных образцов методами газовой хроматографии и масс-спектрометрии показали, что, несмотря на схожесть их состава по основным компонентам, буровая жидкость из европейской скважины значительно чище в отношении содержания ароматических углеводородов, тогда как образцы из «восточной» скважины содержат большое количество моноароматических соединений, которые могут поддерживать бактериальную жизнь.

Работы по ПЦР мониторингу ранее сделанных находок в керне озерного льда подтвердили данные французских биологов (Ph. Normand, Университет Лиона) о присутствии ДНК бактерии *Hydrogenophylus thermoluteolus* в образце озерного льда с глубины 3561 м (впервые этот вид термофильных хемоавтотрофных бактерий был обнаружен российскими биологами в керне с глубины 3607 м).

Начат анализ двух образцов керна озерного льда 2 (без минеральных включений) в рамках трехстороннего российско-франко-американского эксперимента по верификации ранее полученных данных. Произведены описание метровых образцов керна с глубин 3613 и 3621 м, разрезка и подготовка образцов льда для исследования в американской лаборатории (Bowling Green State University), а также деконтаминация российских образцов (рис. 1.4.9). Французскими специалистами проведены первые эксперименты по подсчету количества клеток методом цитофлуорометрии, а российскими – ПЦР эксперименты по содержанию в воде «растворенной» бактериальной ДНК. Первые результаты ПЦР свидетельствуют о крайне низкой биомассе и ее неравномерном распределении в керне с глубины 3621 м.

Благодаря сотрудничеству с французскими коллегами из ЛГГОС, российским специалистам была предоставлена возможность изучить микробное разнообразие в подледниковой воде, поднятой из скважины, пробуренной в рамках европейского проекта NGRIP в северной части Гренландии. На глубине 3084 м в непосредственной близости от основания ледника скважиной была вскрыта подледниковая гидросистема. Вода, находящаяся под давлением выше давления буровой жидкости, поднялась в скважину



Рис. 1.4.9. Подготовка керна озерного льда с глубины 3613 м для совместных российско-франко-американских исследований



Рис. 1.4.10. Образцы «красного» льда из скважины, пробуренной в Гренландии (проект NGRIP), которые были исследованы на присутствие бактериальных клеток

на высоту около 50 м и замерзла. В результате вторичной проходки этого участка ствола скважины на поверхность был поднят керн замерзшей подледниковой воды, насыщенный минеральными включениями красно-коричневого цвета («красный» лед). Фактически, непреднамеренное вскрытие подледниковой гидросистемы при бурении гренландской скважины произошло по сценарию, который разрабатывался российскими учеными для первого проникновения в подледниковое озеро Восток. Поэтому исследование «красного» льда из скважины NGRIP дает уникальную возможность оценить как степень возможного загрязнения подледникового озера вследствие кратковременного контакта озерной воды с буровой жидкостью в скважине, так и пригодность керна замерзшей воды для изучения биологического состава подледникового водоема.

Специалистами ПИЯФ были исследованы два образца «красного» керна: образец № 4 с глубины 3039 м и образец № 15 с глубины 3045 м. Образец № 4 представляет собой однородный по структуре лед кирпичного цвета, равномерно насыщенный минеральными включениями и пропитанный буровой жидкостью (смесь керосина и фреона). Более глубокий образец № 15 — относительно чистый лед с отдельными агрегатами минеральных включений (рис. 1.4.10); при плавлении этого льда следов керосина не обнаружено.

Анализ воды методом флуоресцентной микроскопии, выполненный в Университете Ж.Фурье (г. Гренобль, Франция), показал относительно высокую концентрацию (около  $5 \cdot 10^3 \text{ мл}^{-1}$ ) микробных клеток в образце № 4 и практически полное их отсутствие в образце № 15. В ходе предварительного молекулярно-филогенетического анализа было обнаружено наличие микробной ДНК в обоих исследованных образцах «красного» льда. Однако, выявленные до сих пор несколько бактериальных филоотипов были отнесены к контаминантам, источником которых, по-видимому, является человек и буровая жидкость. Микробы, которые могли бы обитать в водной экосистеме под ледниковым щитом Гренландии, пока не обнаружены. ДНК анализ образцов в настоящее время продолжается. Предполагается, что применение новых методов экстракции клеток и ДНК из органической фазы и использование новых контролей позволит решить проблему контаминации.

Проведенные исследования показали, что по мере удаления от контакта «красного» льда с буровой жидкостью в скважине количество контаминантов в образцах быстро уменьшается, а следы буровой жидкости практически исчезают. Таким образом, получены первые экспериментальные подтверждения научной ценности замерзшей в скважине воды для проведения биологических исследований и экологической безопасности метода проникновения в подледниковые водоемы, предложенного российскими учеными.

### Результаты палеоклиматических исследований по ледяным кернам

Учеными КГУ в 2005 г. были разработаны уточненные функциональные параметрические зависимости для реконструкции палеоклиматических временных рядов аккумуляции льда, инверсионной и поверхностной температуры ледникового покрова в Центральной Антарктиде на основе комплексных данных о содержании изотопов водорода и кислорода в ледяном керне со станции Восток и с учетом изменений температурных условий в зоне формирования атмосферной влаги. Выполнена идентификация климатической модели на основе согласования расчетов возраста и температуры льда в районе станции Восток с имеющимися оценками возраста ледяных отложений и температурными измерениями в глубокой скважине. Осуществлен расчет уточненных временных рядов аккумуляции льда, инверсионной и поверхностной температуры ледникового покрова в Центральной Антарктиде (рис. 1.4.11).

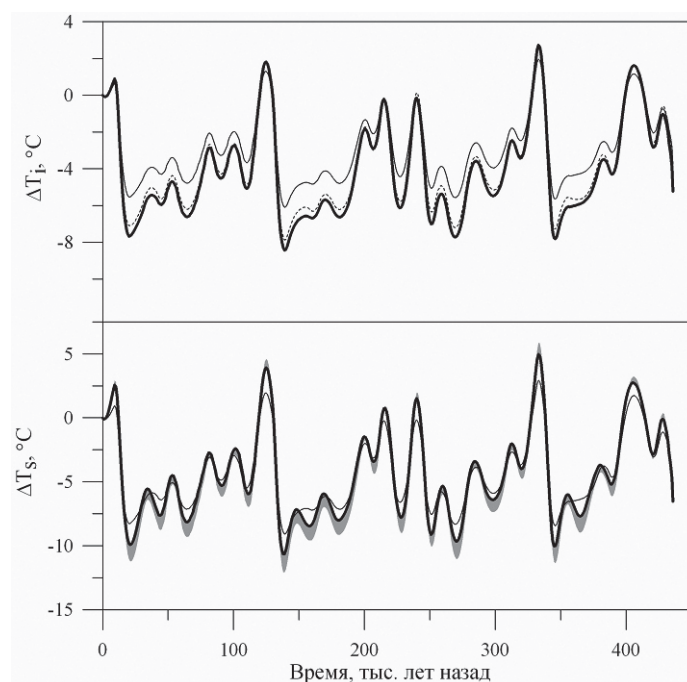


Рис. 1.4.11. Колебания инверсионной ( $\Delta T_i$ ) и поверхностной ( $\Delta T_s$ ) температур в районе станции Восток за последние 450 тыс. лет.

Жирная линия — реконструкция с уточненными значениями коэффициентов климатической модели; тонкая линия — реконструкция на основе современных географических распределений; затененной областью показаны возможные изменения в реконструкции поверхностной температуры, связанные с неопределенностью входных географических данных

Восстановленные таким образом изменения инверсионной температуры (эффективной температуры конденсации) и температуры поверхности ледника хорошо согласуются с современными зависимостями между изотопным составом осадков и условиями их образования. Новая реконструкция дает более низкие амплитуды колебаний температуры в Центральной Антарктиде в ходе глобальных климатических изменений. В частности, показано, что температура поверхности ледника в период оптимума голоцена лишь на  $12,5^\circ\text{C}$  превышала температуру во время последнего максимума оледенения (в более ранних работах перепад температур оценивался в  $15\text{--}17^\circ\text{C}$ ).

Количество газа, содержащегося в рекристаллизационном льду, является индикатором высоты места его образования. С целью оценки стабильности (высоты/мощности) ледникового покрова Центральной Антарктиды в условиях меняющегося климата

планеты специалистами ААНИИ были выполнены прецизионные измерения общего содержания газа в ледяных кернах из трех глубоких скважин, пробуренных на станциях Восток, Конкордия (Купол С, проект EPICA) и Купол F. Измерения проводились в ЛГГОС на вакуумной установке, реализующей барометрический метод определения газосодержания льда. Реконструкция колебаний мощности льда осуществлялась на основе результатов 2D и 3D моделирования реакции ледникового покрова на глобальные климатические изменения с учетом изостатического эффекта и данных о газосодержании ледяных отложений в указанных пунктах.

Восстановленный ход изменения мощности льда хорошо коррелирует на протяжении последних 450 тыс. лет с независимо датированной кривой изменения уровня Мирового океана (рис. 1.4.12). Это свидетельствует о синхронной реакции покровных оледенений северного и южного полушарий на глобальные климатические изменения. Вместе с тем, полученные данные показывают, что колебания мощности ледникового щита Центральной Антарктиды происходили в противофазе с колебаниями массы покровных ледников умеренных широт северного полушария и вносили лишь несущественный вклад в изменения уровня моря, уменьшая амплитуду этих колебаний не более чем на 5 м. В фазы максимумов похолоданий, в связи с уменьшением аккумуляции снега, мощность льда в центральных районах Восточной Антарктиды уменьшалась в среднем на 150 м по сравнению с современной, в то время как в периоды межледниковий (более теплый и влажный климат) она возрастала, достигая или незначительно превышая свое современное значение. Таким образом, благодаря устойчивой корреляции между температурой и количеством осадков, обеспечивалась высокая стабильность ледника Центральной Антарктиды в условиях более теплых климатов межледниковий.

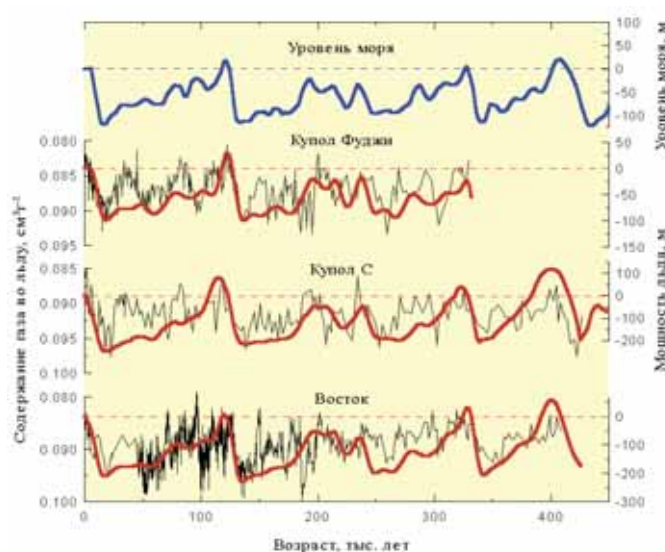


Рис. 1.4.12. Колебания мощности ледникового покрова Центральной Антарктиды и изменения уровня Мирового океана за последние 450 тыс. лет

Помимо длиннопериодных вариаций (с цикличностью около 100 тыс. лет), вызванных изменением высоты поверхности ледника, существенный вклад в общую изменчивость содержания газа в изученных ледяных кернах вносят вариации с периодами порядка 20 и 40 тыс. лет. Последние, как показал анализ полученных данных, практически синхронны с изменением местной инсоляции (рис. 1.4.13). Природа обнаруженной зависимости, по-видимому, связана с воздействием прямой солнечной радиации на летний режим температуры приповерхностного слоя ледника, под влиянием которого формируется структура отложенного снега, в существенной степени определяющая как дальнейший ход рекристаллизационного льдообразования, так и его ко-



нечный результат — структуру и пористость ледяной породы в момент изоляции пор фирна от атмосферы. Совмещение (корреляция) предварительно датированных на основе общепринятых модельных расчетов рядов газосодержания кернов со станций Восток, Конкордия и Купол Фуджи с расчетными кривыми инсоляции для широты соответствующих станций позволило оценить погрешности и откорректировать имеющиеся хроностратиграфические шкалы указанных ледяных кернов.

Измерения газосодержания в ледяных кернах со станций Конкордия и Купол Фуджи проводились в рамках сотрудничества с французскими и японскими исследователями.

На верхнем графике рис. 1.4.12 показан ход изменения уровня Мирового океана относительно его современного состояния по данным изотопных исследований морских осадков. Ниже приведены экспериментальные профили общего содержания газа в ледяных кернах со станций Купол Фуджи, Купол С (Конкордия) и Восток (тонкие кривые) и результаты реконструкции колебаний мощности ледникового покрова в указанных пунктах (жирные кривые).

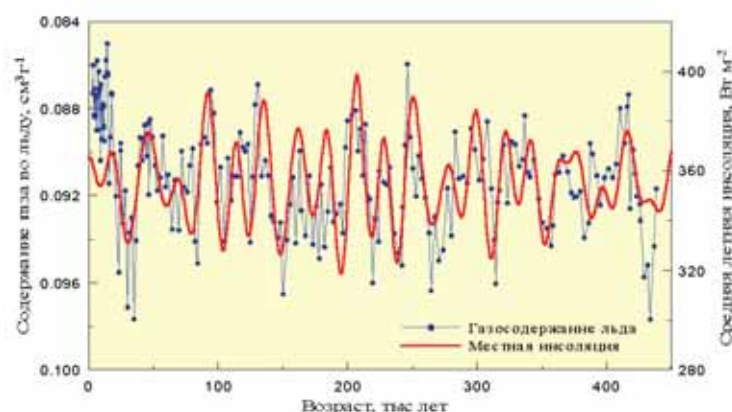


Рис. 1.4.13. Общее содержания газа в ледяном керне из скважины, пробуренной на Куполе С (проект EPICA), и средняя летняя инсоляция на 75° ю.ш.

Наличие связи между содержанием газа во льду и характеристиками прямой солнечной радиации в районе, где происходило льдообразование, дает возможность использовать профили газосодержания высокого временного разрешения для абсолютного датирования ледяных кернов.

Специалистами ИГ РАН в 2005 г. были продолжены исследования причинно-следственных связей долговременных изменений температуры и концентрации парниковых газов в атмосфере по данным изучения ледяного керна из скважины на станции Восток. В задачу работ входило проведение расчета кросс-корреляций температуры, отраженной в вариациях содержания дейтерия ( $\delta D$ ) во льду, и концентрации парниковых газов для всех четырех ледниковых циклов, зафиксированных в ледяном керне со станции Восток. Кросс-корреляции были детализированы по временным масштабам колебаний  $\delta D$  и парниковых газов и фазам ледникового цикла с помощью техники вейвлетного преобразования временных рядов.

Установлено, что все четыре теплых периода в палеорядках керна станции Восток начинались с роста температуры, по крайней мере, в ходе наиболее длиннопериодных колебаний климата (с цикличностью около 100 тыс. лет), определяющих чередование ледниковых и межледниковых эпох. Рост концентрации парниковых газов всякий раз начинался и заканчивался позже соответствующих изменений климата (рис. 1.4.14). Установленные запаздывания на 2—3 тыс. лет превосходят относительную погрешность временных шкал изученных рядов. Таким образом, можно с уверенностью утверждать, что в масштабах основного ледникового цикла изменения температуры всегда упреж-

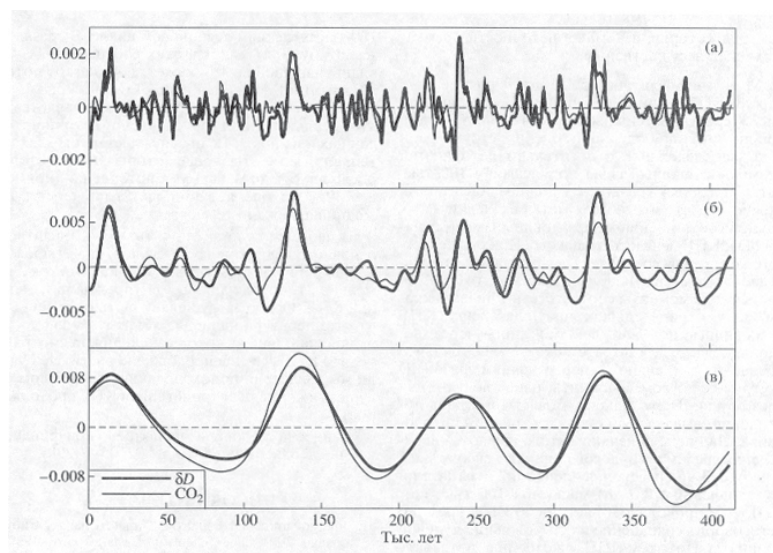


Рис. 1.4.14. Временные срезы по масштабам 5 (а), 20 (б) и 100 (в) тыс. лет вейвлетных преобразований рядов дейтерия и углекислого газа, полученных по керну станции Восток.

Положительные значения срезов соответствуют локальным трендам потепления (роста концентрации углекислого газа), отрицательные области — трендам похолодания (уменьшения концентраций). Моменты переходов от потепления к похолоданию соответствуют точкам срезов, в которых срез для дейтерия пересекает нулевое значение ординаты сверху вниз. Моменты обратных переходов (окончания периодов максимального похолодания, в частности) соответствуют точкам срезов, в которых срез для дейтерия пересекает нулевое значение ординаты снизу вверх.

дали изменения концентрации парниковых газов. Более того, даже после того, как температура, достигнув своего максимума в климатический оптимум очередного межледникового периода, начинала убывать, концентрация парниковых газов все еще продолжала расти. Последнее обстоятельство указывает на потенциальную возможность начала глобального похолодания даже при условии продолжающегося антропогенного роста концентрации парниковых газов в атмосфере Земли.

#### Результаты исследований донных осадков поверхностных озер, эпишельфовых водоемов и окраинных морей Восточной Антарктиды

Специалистами ААНИИ проведена реконструкция изменений оледенения на побережье Восточной Антарктиды со времени последнего ледникового максимума (ПЛМ). В ходе работы использовались данные об особенностях рельефа и четвертичных отложений нескольких районов побережья: оазиса Бангера, оазиса Вестфоль и района Холмов Ларсеманн. Показано, что во время ПЛМ все три района перекрывались покровным оледенением, однако мощность ледников была мала: от 100—150 м в районе Холмов Ларсеманн до 200—300 в других оазисах. Дегляциация на данных территориях началась на рубеже позднего неоплейстоцена и голоцена (около 12—11 тыс. лет назад). В оазисе Бангера сокращение оледенения шло от центра к его современным границам (рис. 1.4.15). Здесь, как и в других оазисах побережья, инициализация распада и исчезновения ледников, а также дальнейший ход дегляциации зависели как от изменения климатических условий (максимумы потепления в начале голоцена и 4—2 тыс. лет назад), так и от подъема уровня моря в ходе трансгрессии с начала голоцена до 5 тыс. лет назад. Деграляция оледенения территорий оазиса Вестфоль и Холмов Ларсеманн шла от берега моря к современным ледниковым границам. На фоне преобладающих процессов дегляциации, в середине голоцена и в последнее тысячелетие в краевых частях оазисов Бангера и Вестфоль произошли незначительные подвижки выводных ледников, вызванные, по-видимому, относительными изменениями уровня моря.

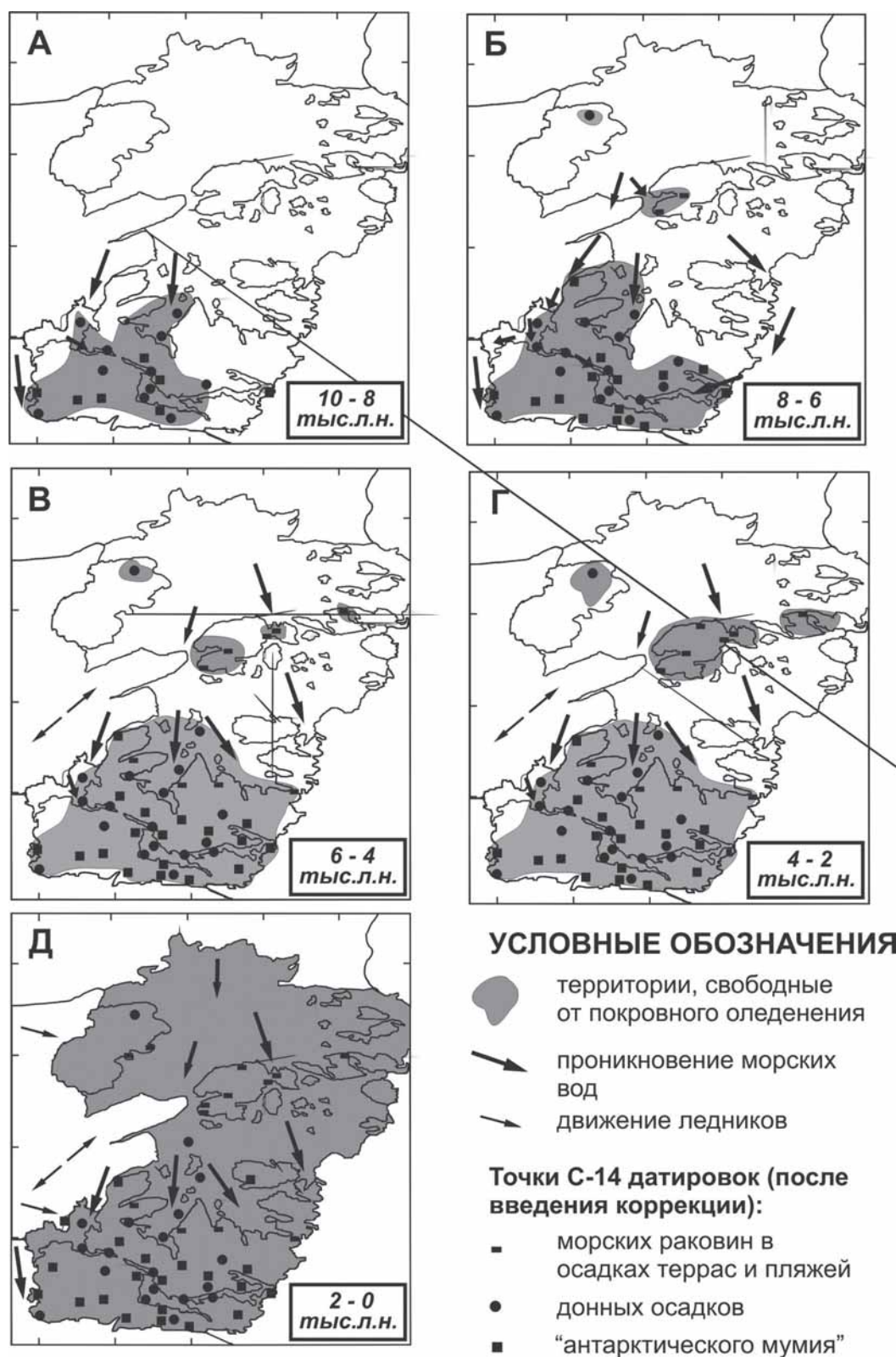


Рис. 1.4.15. Реконструкция хода дегляциации в оазисе Бангера

Для выявления закономерностей формирования донных верхнечетвертичных осадков моря Космонавтов специалистами ВНИИОкеангеология были проведены гранулометрические и минералогические анализы состава осадков в 155 пробах из 9 грунтовых колонок длиной до 2,9 метра.



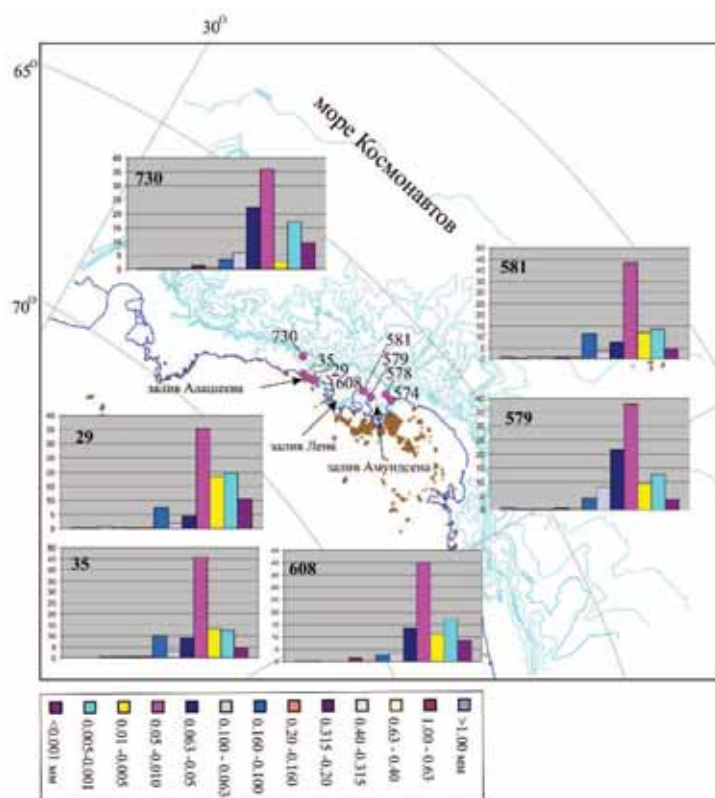


Рис. 1.4.16. Гранулометрический состав приповерхностного слоя донных осадков шельфа моря Космонавтов

Установленное распределение гранулометрического состава на шельфе моря Космонавтов (рис. 1.4.16) предполагает активную динамику донных вод в период накопления донных осадков. Анализ полученных данных показывает, что условия седиментации на акватории шельфа моря Космонавтов определяются в большей степени расстоянием от областей сноса, морфологией морского дна и гидрологическим режимом в районе исследований. Минералогическая характеристика алевритовой составляющей донных осадков шельфа моря Космонавтов отражает состав пород области сноса. В составе тяжелой подфракции выявлено свыше 20 минералов, среди которых обнаружены породообразующие (амфиболы, моноклинные и ромбические пироксены); акцессорные (черные рудные, гранат, циркон, рутил, сфен, лейкоксен, апатит и метаморфические (группа эпидот-цоизита, актинолит-тремолит, биотит, хлорит, ставролит, кианит, силлиманит, хромшпинелиды). В распределении минералов шельфа моря Космонавтов выявлена пространственная изменчивость (по площади и по разрезу). В осадках залива Алашеева преобладают породообразующие минералы (преимущественно амфиболы) с небольшой долей минералов метаморфического комплекса, тогда как в районе залива Амундсена преимущественно встречаются акцессорные минералы.

**1.5. ПРОЕКТ 5 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.3.2).****«ДАТЬ ОЦЕНКУ СТРОЕНИЯ, РЕЖИМА И ЭВОЛЮЦИИ ЛЕДНИКОВ  
КРАЕВОЙ ЗОНЫ АНТАРКТИДЫ И СУБАНТАРКТИКИ»**

Целью работы является определение современного материкового стока и баланса массы антарктического ледникового покрова и его вклада в изменение уровня моря на основе оценки строения и режима шельфовых и выводных ледников краевой зоны Антарктиды и Субантарктики и создание основы для дистанционного мониторинга их эволюции. В работе планируется оценить айсберговый сток шельфовых и выводных ледников Антарктического ледникового покрова, оценить изменчивость береговой линии Антарктиды и дать прогноз реакции ледникового покрова Антарктиды при различных сценариях изменения климата.

В исследованиях 2005 г. по проекту участвовали сотрудники Института географии РАН.

В работе использованы материалы экспедиционных исследований в Антарктике и материалы спутниковых наблюдений над состоянием антарктического ледникового щита.

Оценка динамики стока материкового льда Антарктиды за последние 50 лет выполняется на основе систематизации и анализа данных по толщине и скоростям движения льда в районе линии налегания основных выводных ледников и изменений береговой линии материка.

Оценка параметров поверхности и скоростей течения льда в районе линии налегания выводных ледников проводится на основе анализа временных серий космических изображений оптического и радарного диапазона и наземных измерений методами спутниковой геодезии. Подспутниковое дешифрирование современного положения основных зон льдообразования и гидротермического состояния ледниковых куполов выполняется на основе сопряженного анализа космических изображений оптического и радарного диапазона и наземного радиозондирования.

Ниже кратко изложены основные результаты работ по проекту, полученные в 2005 г.

1. Проведен анализ динамики фронтов, скоростей движения, определение величин материкового стока, аккумуляции и оценка баланса массы западного сектора ледосборного бассейна VIII, относящегося к бассейнам дивергентного типа. Большая часть стока материкового льда западного сектора ледосборного бассейна VIII происходит через основные дренажные системы: ледниковые потоки Мерсера, Вандервгена, Виланса, Кемба Биндшадлера, Макауела и Ичелмейера. В пределах краевой части этих ледников в районе линии налегания выделены тестовые участки для оценки стока материкового льда.

2. На основе сравнительного анализа положения фронтов по картам, космическим съемкам и данных проектов по определению толщины материкового льда, высоты ложа, положению линии налегания (BEDMAP) и скоростей движения льда (VELMAP), получены количественные характеристики динамики материкового стока для основных ледниковых потоков западного сектора ледосборного бассейна VIII с конца 60-х по 2001 гг. Результаты свидетельствуют об общей тенденции увеличении расходной составляющей бассейна во второй половине прошлого века на фоне отсутствия или незначительного отрицательного температурного тренда и общей тенденции увеличения осадков. Так, среднегодовой сток западного сектора ледосборного бассейна VIII, составлял в 1968–1976 гг. 75,8 км<sup>3</sup> и увеличился к концу последней декады XX века до 106,7 км<sup>3</sup> т.е. на 30,9 км<sup>3</sup> за последние 25–30 лет (рис. 1.5.1).

3. Оценки аккумуляции в пределах западного сектора ледосборного бассейна VIII сделаны нами на основе обобщения известных данных по скоростям аккумуляции, полученным по результатам проведения МГГ, в 70-х и 90-х годах прошлого столетия, с использованием данных расчетов и моделирования. Среднегодовая аккумуляция в пределах западного сектора ледосборного бассейна VIII для временного периода с 1968



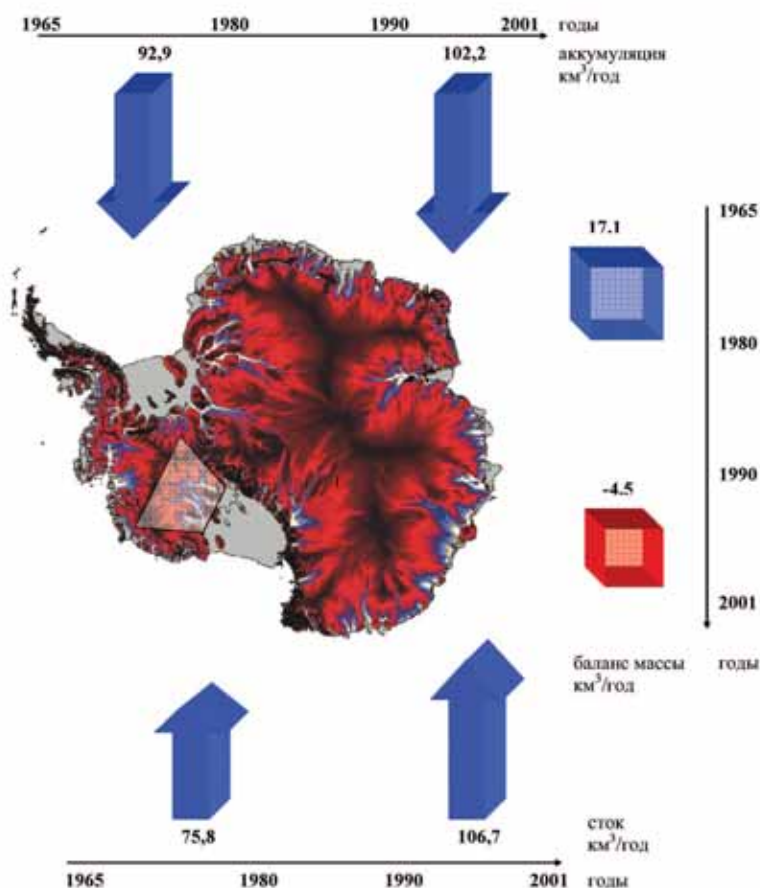


Рис.1.5.1. Динамика аккумуляции, материкового стока и баланса массы западного сектора ледосборного бассейна в VIII во второй половине XX века.

по 1976 гг. была оценена на основе данных по скоростям осадконакопления и составляла 92,9 км<sup>3</sup>.

Среднегодовая аккумуляция в пределах западного сектора ледосборного бассейна VIII в последней декаде прошлого столетия была оценена на основе данных по скоростям осадконакопления и составляет 102,2 км<sup>3</sup>. (рис. 1.5.1). Как видно из этих оценок, среднегодовая аккумуляция в пределах ледосборного бассейна VIII выросла за последние 25–30 лет на величину в 9,3 км<sup>3</sup>, что весьма близко к точности методов оценки аккумуляции.

4. По результатам определения материкового стока и расчетным величинам аккумуляции, выведенных на основе синтеза данных, полученных для этого региона Антарктиды и приведенных к площади западного сектора ледосборного бассейна VIII Западной Антарктиды, установлено, что баланс массы бассейна был положительным в 1968–1976 гг., составляя 17,1 км<sup>3</sup> и формально стал отрицательным, а фактически околонулевым, к концу XX века, составляя –4,5 км<sup>3</sup>. (рис.1.5.1). Такая тенденция отличается от оценок динамики баланса массы, полученных ранее по ледосборным бассейнам II, III, IV, V и VI Восточной Антарктиды, где величина баланса массы повсеместно была положительной и в большей части случаев возрастала к концу XX века. Положительная составляющая баланса массы возрастала с середины 60-х годов XX века (для ледосборного бассейна II) и с конца 50-х годов прошлого столетия (для ледосборного бассейна VI) и достигла максимума к началу XXI века. Эта тенденция совпадает с оценками динамики баланса массы ледосборного бассейна V и разнится с оценками динамики баланса массы, полученными нами по ледосборному бассейну IV, где положительная составляющая непрерывно убывала с середины 50-х годов XX века вплоть до настояще-

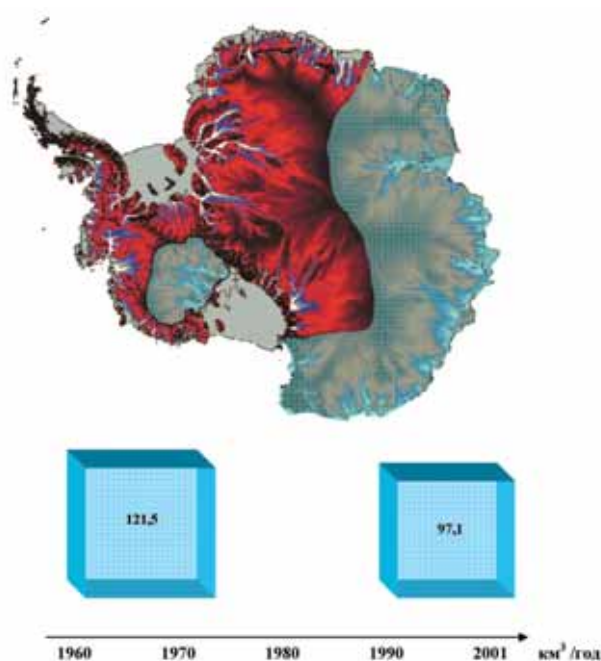


Рис. 1.5.2. Динамика баланса массы западного сектора ледосборного бассейна VIII (Западная Антарктида), восточной части ледосборного бассейна II и ледосборных бассейнов III, IV, V и VI (Восточная Антарктида) во второй половине XX века.

го времени и ледосборному бассейну III — положительная составляющая баланса массы возрастала с середины 60-х годов, достигнув максимума в первой половине 90-х годов прошлого столетия, и несколько снизилась к началу XXI века.

Обобщая данные по динамике баланса массы большей части Восточной Антарктиды и западного сектора ледосборного бассейна VIII можно заключить, что, он был близок к постоянному на протяжении последних 50 лет, т.е. фактически не реагировал на климатические изменения (рис. 1.5.2).

Общая для всех исследованных ледосборных бассейнов тенденция увеличения аккумуляции, материкового стока и положительный баланс массы (за исключением околонулевого у ледосборного бассейна VIII — в последнем десятилетии прошлого века), на наш взгляд, связана с климатическими изменениями. Вместе с тем, учитывая размеры Антарктического ледникового покрова, массу льда и температурный режим, было бы некорректным связывать наблюдаемую тенденцию с текущим потеплением климата. Вероятнее всего это сигнал значительно более древних изменений. Выбранный нами по соображениям точности период оценок — II половина прошлого века, чрезвычайно короток для оценок подобного рода. Неясно также, в какой части какого климатического тренда лежат полученные нами результаты. Безусловно, получение аналогичных данных по другим ледосборным бассейнам и дренажным системам Антарктического ледникового покрова, декларированное в качестве цели настоящего проекта, позволит обобщить картину динамики его баланса массы и приступить к объяснению этого феномена на основе сравнения с результатами климатической интерпретации данных глубокого бурения в Антарктиде.

5. Поисковый каталог карт и космических съемок оптического и радарного диапазона по трапециям масштаба 1:1 000 0000 и информационные каталоги по тестовым участкам в пределах отдельных бассейнов дополнены информацией по краевой части западного сектора ледосборного бассейна и VIII. Результаты работ помещены в соответствующие разделы базы данных проекта.

**1.6. ПРОЕКТ 6 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.4.1).****«ИССЛЕДОВАТЬ ВЛИЯНИЕ ЭНЕРГИЧНЫХ ЗАРЯЖЕННЫХ ЧАСТИЦ И ДИНАМИЧЕСКИХ ВАРИАЦИЙ СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА НА СТРАТОСФЕРУ И ТРОПОСФЕРУ ПОЛЯРНЫХ ОБЛАСТЕЙ ЗЕМЛИ. ИЗУЧИТЬ МЕХАНИЗМЫ ВОЗДЕЙСТВИЯ ВАРИАЦИЙ ГРАВИТАЦИОННОГО ПОЛЯ НА РИТМИКУ БИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В УСЛОВИЯХ АНТАРКТИКИ»**

Целью работы, выполненной в 2005 году, являлось определение РС индекса, адекватно характеризующего величину межпланетного электрического поля электрического поля пересоединения (ЭПП), независимо от положения станции, сезона и времени дня.

РС индекс был разработан в ААНИИ, чтобы характеризовать магнитную активность, генерируемую солнечным ветром в полярных шапках Земли при взаимодействии с магнитосферой. В основу метода определения РС индекса положена концепция контролируемой солнечным ветром конвекции ионосферной плазмы в околополюсных областях. Соответственно, РС индекс был выведен как безразмерная, параметризованная с учетом сезона, полушария (северное или южное) и мирового времени UT, величина калиброванная по интенсивности геоэффективного межпланетного электрического поля пересоединения (ЭПП). РС индекс выводится по данным двух полярных магнитных станций: Туле в Гренландии (на  $85,4^\circ$  инвариантной геомагнитной широты) и Восток в Антарктике (на  $-83,4^\circ$ ) и обозначается, соответственно, как PCN и PCS. Первоначально рассчитывались 15-мин РС индексы, затем, в 1999–2000 гг. был начат расчет 1-мин РС индексов. Результаты статистических анализов, выполненных на основе опубликованных серий РС индексов показали, что РС индекс можно рассматривать как меру взаимодействия между магнитным полем, несомым солнечным ветром, и магнитосферой.

Переход к расчету 1-мин РС индекса выявил значительные различия между PCN индексом, вычисляемым в Датском Метеорологическом институте (ДМИ), и PCS индексом, вычисляемом в Арктическом и Антарктическом НИИ. Основной причиной этих расхождений являются различия в технике расчета 1-мин индексов, применяемой в ААНИИ и в ДМИ. Различия касаются как определения уровня отсчета магнитных возмущений в полярных шапках, так и процедуры вычисления коэффициентов, определяющих связь между межпланетным электрическим полем и магнитной активностью в полярных шапках.

Различия в величинах 1-мин PCN и PCS индексов привели к расхождению результатов разных анализов и к совершенно несхожим физическим заключениям. Необходимо было разработать единую унифицированную методику для расчета PCN и PCS индексов, дабы устранить любое влияние техники расчета на результаты анализа и физические заключения. В отчете по проекту за 2005 г. представлены первые результаты работы, показывающие, что унифицированный РС индекс является надежным показателем межпланетного электрического поля, проникающего в магнитосферу и определяющего развитие возмущений в системе магнитосфера-ионосфера.

Основные результаты работы, полученные в 2005 г.:

1. Завершена разработка унифицированного метода для расчета индексов магнитной активности в северной (PCN) и южной (PCS) полярных шапках по данным станций Туле (Гренландия) и Восток (Антарктида), соответственно. Получены новые банки данных унифицированных PCN и PCS индексов за 1998–2004 гг, в которых устранены все погрешности, обусловленные различием в методах расчета, применявшихся ранее в ААНИИ и Датском Метеорологическом Институте.

2. Унифицированные PCN и PCS индексы линейно коррелируют с межпланетным электрическим полем  $E_m$ , независимо от сезона и внешних условий, и могут рассматриваться как характеристика геоэффективного солнечного ветра, взаимодействующего с магнитосферой, с соответствующей размерностью мВ/м (рис. 6.1).

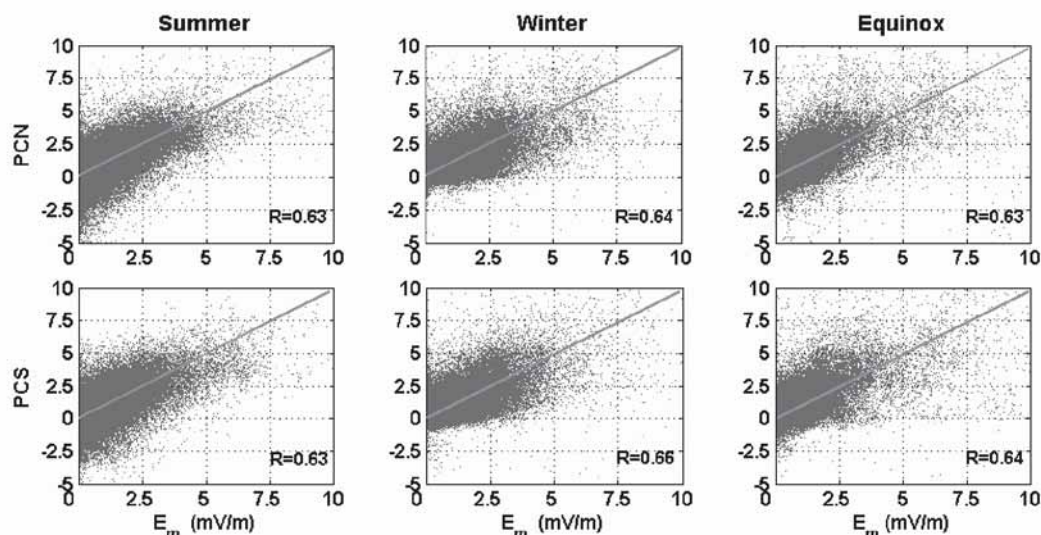


Рис. 1.6.1 Связь между унифицированными PCN (PCS) индексами и межпланетным электрическим полем MEF для трех локальных сезонов в 1998–2002 гг.

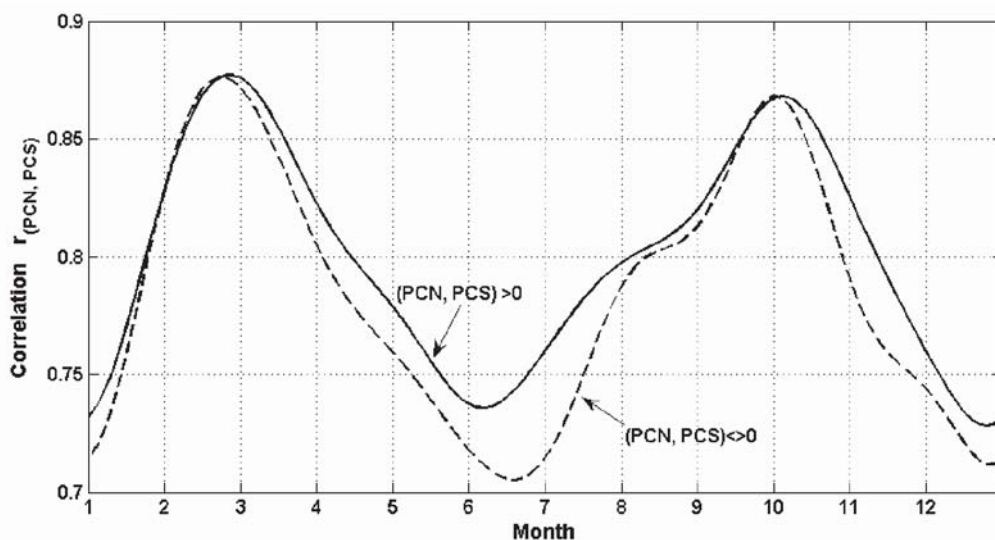


Рис 1.6.2. Годовой ход коэффициента корреляции между унифицированными PCN и PCS индексами при учете всех величин PC индекса (пунктир) и при положительных значениях PCN/PCS (сплошная линия).

3. Унифицированные положительные PCN и PCS индексы, хорошо согласуются между собой как по величине, так и по поведению (рис. 6.2).

4. Несогласованность отрицательных PCS и PCN индексов обусловлена эффектами азимутальной и северной компонент межпланетного магнитного поля, достигающими максимальной величины в летней полярной шапке (в мае-августе на ст. Туле и в ноябре-феврале на ст. Восток).



**1.7. ПРОЕКТ 7 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.4.2).****«ИССЛЕДОВАТЬ СТРУКТУРУ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ  
РАЗЛИЧНОГО МАСШТАБА И ДИНАМИКУ ИОНОСФЕРНЫХ  
НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ПОЛЯРНЫХ ШАПКАХ»**

Основной целью работ по проекту в 2005 году, было исследование характеристик и природы импульсных сигналов неэлектромагнитной природы, модулируемых гравитационным полем, которые были выявлены на предыдущих этапах работы.

Принято считать, что связь между земной биосферой и космической средой реализуется посредством электромагнитных полей. Между тем, Земля постоянно подвергается влиянию меняющегося гравитационного поля. Вариации гравитационного поля, вызываемые Солнцем и Луной при движении Земли вдоль орбиты, являются, по-видимому, источником многих ритмических процессов, характерных для физико-химических и биологических систем. Исследования, выполненные в ААНИИ (свидетельство о научном открытии № 226 от 7 августа 2003 г.), выявили очевидную связь между изменениями в характеристиках движения Земли под действием суммарного гравитационного поля Солнца и Луны и динамикой биохимических процессов в модельных и природных условиях, таких как скорость реакции окисления унитиола *in vitro*, изменение содержания тиола в моче человека, гематологические показатели человеческого организма (содержание гемоглобина и скорость оседания эритроцитов). Более того, такая же периодичность колебаний выявлена и в ритмике техногенных процессов (импульсные сигналы в показаниях микрофотокolorиметра, временные и пространственные поправки, обеспечиваемые GPS — системой). На основании этих исследований сделан вывод, что Земля подвергается воздействию импульсных сигналов (проникающего излучения?) неизвестной природы, а меняющееся гравитационное поле модулирует прохождение этих сигналов к Земле. Таким образом, вариации гравитационного поля могут эффективно влиять на среду обитания человека как ритмообразующий фактор, и прежде всего — на процессы, связанные с окислительно-восстановительными реакциями, типичными для земной атмосферы. При этом солнечная активность (электромагнитный спектр) выступает как десинхронизирующий агент для природных явлений.

Чтобы исследовать свойства космофизического излучения, синхронная регистрация импульсных сигналов была организована на базе различных приборов в техногенно-чистых условиях Антарктики — на ст. Новолазаревская. Измерялись всплески интенсивности фототока посредством микрофотокolorиметра (в отсутствие рабочей среды) и с помощью газонаполненного фотоэлемента СИФ-45 МФТИ. Спектрометр «Avantes» использовался для регистрации импульсных сигналов в спектре свободной атмосферы (диапазон 172,8–1098,3 нм). Под импульсными сигналами понимались такие флуктуации длины волны, интенсивность которых на порядок превышала стандартное отклонение. При этом было обнаружено, что импульсные сигналы регистрируются преимущественно на 5 фиксированных длинах волн: 332 нм, 333,7 нм, 342,5 нм, 351,5 нм и 395, 2нм (рис. 1.7.1). Временная привязка импульсных сигналов обеспечивалась системой GPS/ Сопоставление импульсных сигналов в фототоке и регистрируемых спектрометром показало их хорошее соответствие во времени (рис. 1.7.2).

Анализ полученных экспериментальных данных в 2005 г. дал следующие результаты:

- суточное число импульсных сигналов в полярной области (ст. Новолазаревская) в 4-5 раз превышает число сигналов, регистрировавшихся в С.Петербурге;

- появление сигналов контролируется солнечным временем, но некоторые сигналы связаны со звездным временем;

- интенсивность импульсных сигналов модулируется меняющимся гравитационным полем (« $\lambda_D$ -функция») и имеет место очевидная годовая вариация, определяемая уравнением, описывающим поступательное движение Земли по орбите.



Рис. 1.7.1. Спектр свободной атмосферы и длины волн (отмечены красными стрелками), на которых на ст. Новолазаревская регистрировались импульсные сигналы.

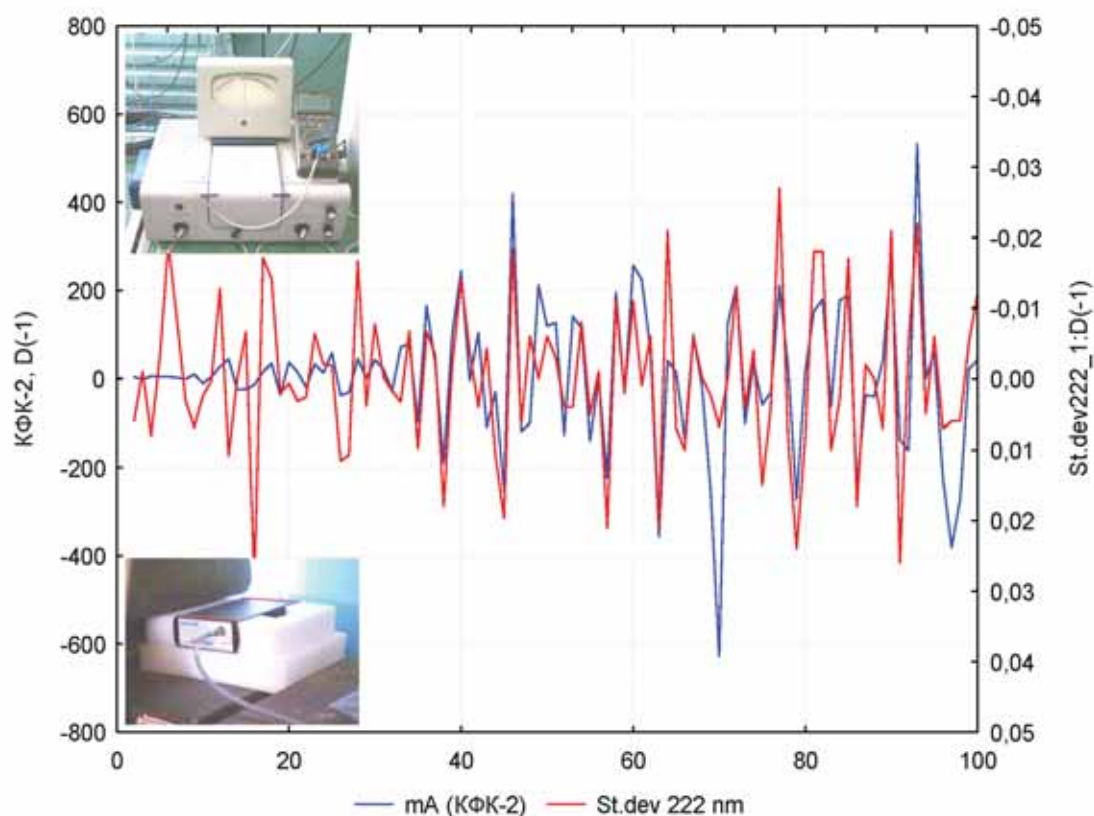


Рис. 1.7.2. Поведение дифференцированных значений флуктуаций тока фоторезистора (КФК-2) и частоты 222.06 nm (спектрометр) за период с 31.05.04 по 08.09.2004.

Предполагается, что импульсные сигналы, фиксируемые одновременно различными приборами, являются показателем пульсирующего излучения солнечной или космической природы, которое может оказывать существенное влияние на атмосферные процессы.

## 1.8. ПРОЕКТ 8 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.5.1).

### «ИССЛЕДОВАТЬ МАЛЫЕ ГАЗОВЫЕ СОСТАВЛЯЮЩИЕ АТМОСФЕРЫ АНТАРКТИКИ»

В 2005 г. в рамках проекта «Исследовать малые газовые составляющие атмосферы Антарктиды» продолжены измерения общего содержания озона (ОСО) и содержания в атмосфере Антарктиды  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{CO}$  и  $\text{N}_2\text{O}$ . В работе по проекту участвуют специалисты из ГУ «НПО Тайфун» (головная организация), ГУ ААНИИ, ГУ ГГО, ЦАО, ИФА РАН и РГГМУ. Организация измерений в Антарктиде и на пути к ней на научном экспедиционном судне (НЭС) «Академик Федоров» осуществляется совместно с постоянно действующей Российской антарктической экспедицией (РАЭ).

#### Результаты измерений общего содержания озона в Антарктиде

В сезоне 2004–2005 гг. продолжены регулярные измерения общего содержания озона (ОСО) на станциях Мирный, Восток и Новолазаревская. Они проводились персоналом ААНИИ и ГУ «НПО Тайфун» на станциях Восток, Мирный и Новолазаревская. На ст. Восток наблюдения были прекращены в декабре 2004 г. и возобновлены только 6 февраля 2005 года. Ежедневные значения ОСО, измеренные на этих станциях, приведены на рис. 1.8.1.

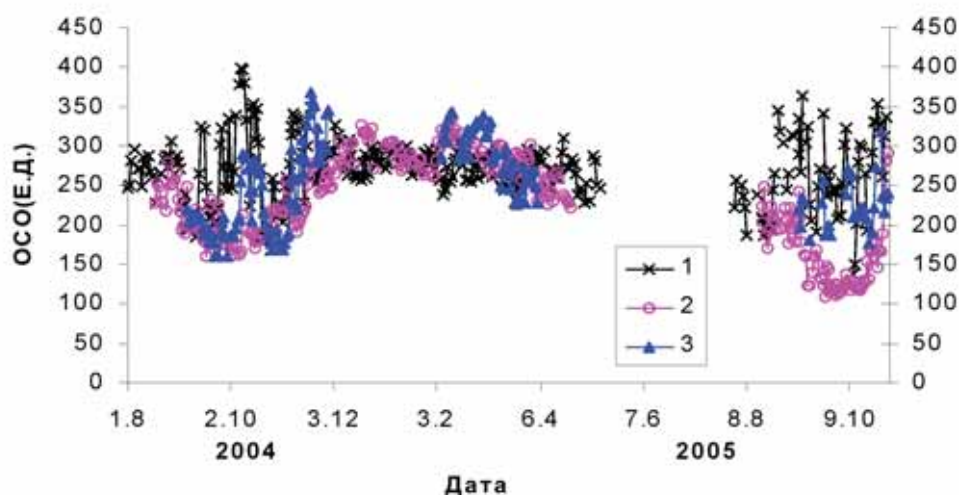


Рис. 1.8.1. Среднесуточные величины ОСО на российских антарктических станциях в сезоне 2004–2005 гг. и весной 2005 г. в единицах Добсона (е. Д.).

1 – Мирный, 2 – Новолазаревская, 3 – Восток

В сезоне 2004–2005 гг. весной, как и во все последние годы, отмечалось уменьшение содержания озона, особенно значительное на ст. Новолазаревская и Восток, расположенных ближе к центру циркумполярного вихря, чем ст. Мирный.

В 2004 года площадь «дыры» была не очень велика, существенно меньше, чем в 2003 году. Величины ОСО близкие к 100 единицам Добсона (е. Д.) отмечены только короткое время в начале октября. Из российских станций только на ст. Восток среднесуточные величины ОСО опускались ниже 160 е.Д. (период с 22 по 30 сентября). На ст. Мирный минимальное для весны 2004 года значение 168 е.Д. наблюдалось 26 октября, а на ст. Новолазаревская минимальное значение 161 е. Д. – 17 сентября, 162 е.Д. – 7 октября.

На российских станциях в 2005 г. также отмечены более низкие, чем в 2004 г. значения ОСО. На станции Новолазаревская минимальное значение 109 е.Д. наблюдалось 23 сентября, низкие значения 111–120 е.Д. отмечались также в конце сентября, начале и середине октября. Самое низкое среднесуточное значение ОСО на ст. Мирный 138 е.Д.

наблюдалось 10 октября. В связи с тем, что на ст. Восток не была произведена замена программы обработки, то более точные результаты будут получены при анализе этих данных после возвращения экспедиции.

Специфика развития «озоновой дыры» над Антарктикой в 2005 г. представлена на рис. 1.8.2 – 1.8.4. Площадь озоновой дыры, начиная с августа, была значительно больше, чем в 2004 году, а минимальные среднесуточные значения ОСО существенно меньше, они опускались ниже 100 е.Д. В первой половине августа площадь озоновой дыры была даже больше, чем в этот же период во все предыдущие годы. В то же время минимальные значения ОСО во второй половине июля – первой половине августа были существенно ниже, чем в предшествующие годы. Конфигурация, размеры и положение дыры менялись достаточно быстро.

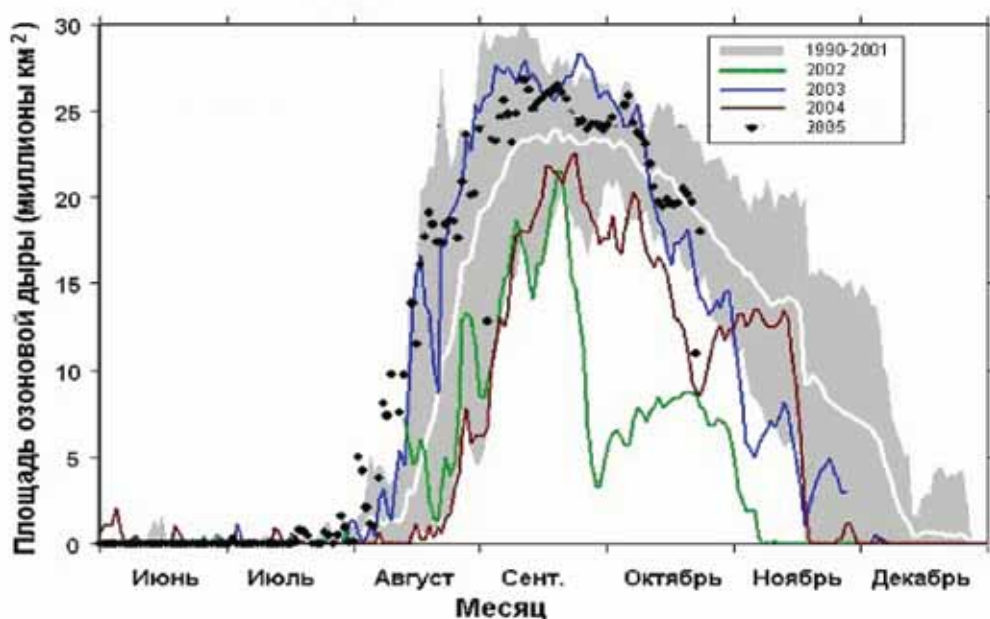


Рис. 8. 2. Площадь озоновой дыры в регионе 40° ю. ш. — 90° ю. ш. в млн кв. км.

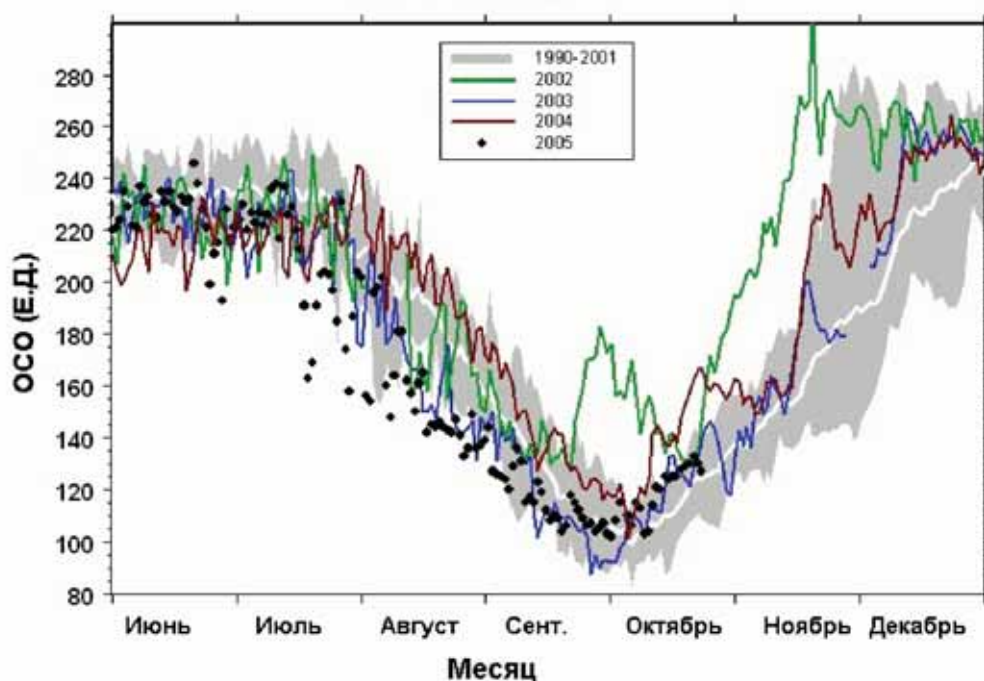


Рис. 8.3. Результаты измерений ОСО в регионе 40° ю. ш. — 90° ю. ш. в млн кв. км.



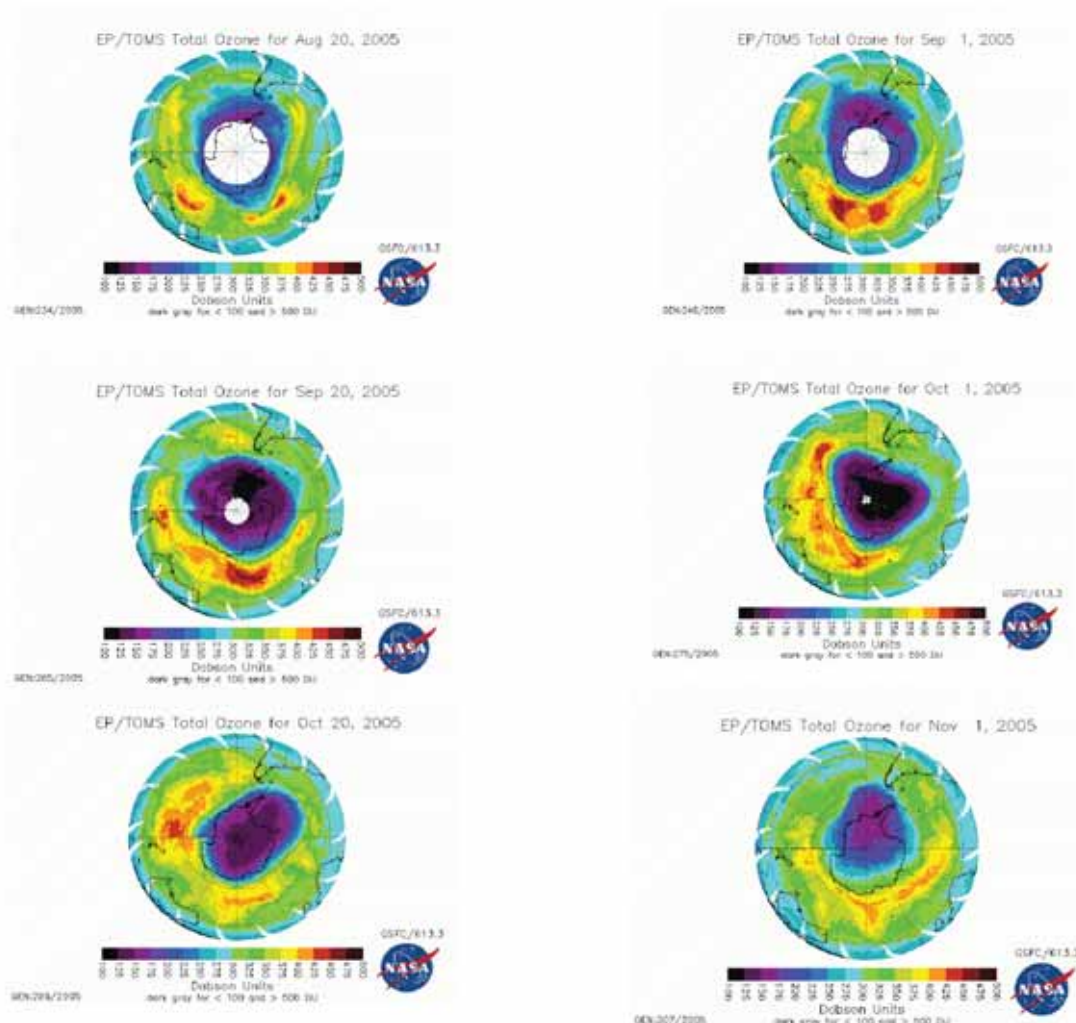


Рис. 1.8.4. Развитие «озоновой дыры» над Антарктикой в 2005 г.

### Результаты измерений общего содержания парниковых газов в Антарктиде

Анализ результатов измерений содержания парниковых газов, позволил выявить ряд недостатков инструментального и методического характера. В связи с этим была проведена модернизация аппаратного комплекса и методики расчета функции пропускания атмосферы.

Установлена новая система слежения, принципиально отличающаяся от предыдущей и выдерживающая скорости ветра до 20 м/с. Следящая система состоит из следящего зеркала и блока согласования. Следящее зеркало устанавливается на крыше наблюдательного пункта, обеспечивает вертикальный ввод светового потока в помещение и позволяет круглосуточное слежение за Солнцем. Блок согласования располагается в помещении и состоит из поворотного зеркала, объектива и фотодатчиков. Электронный блок управления следящей системы обеспечивает фотоэлектронное и часовое слежение за Солнцем.

В программное обеспечение, предназначенное для расчета функции пропускания атмосферы внесены изменения, которые позволяют учесть вертикальное распределение исследуемых газов и осуществить корректный переход от общего содержания газа в толще атмосферы к его концентрации в приземном воздухе. Эта процедура необходима для проведения сравнений с данными станций мониторинга Глобальной службы атмосферы (ГСА).

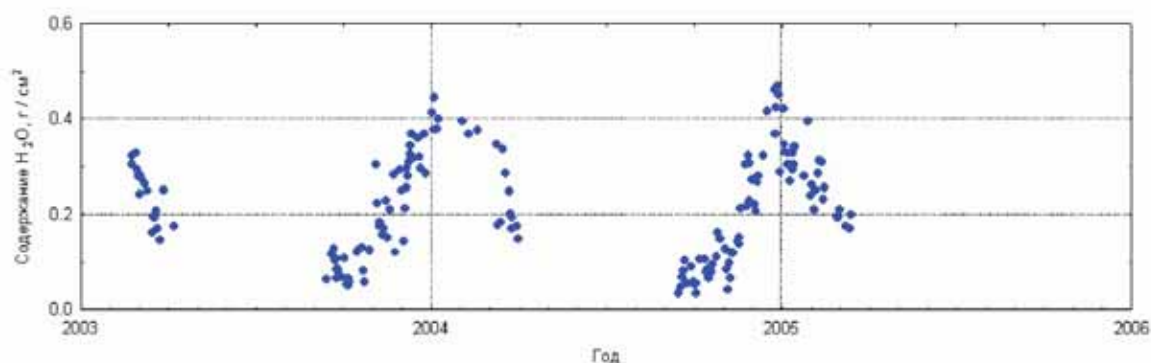


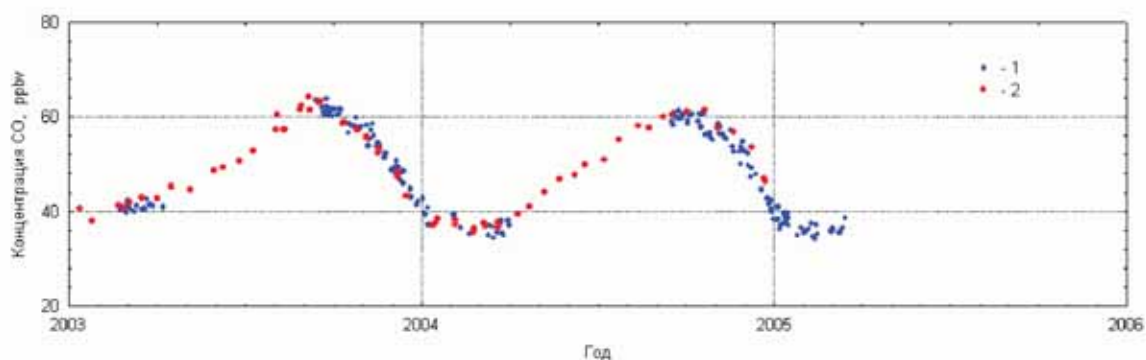
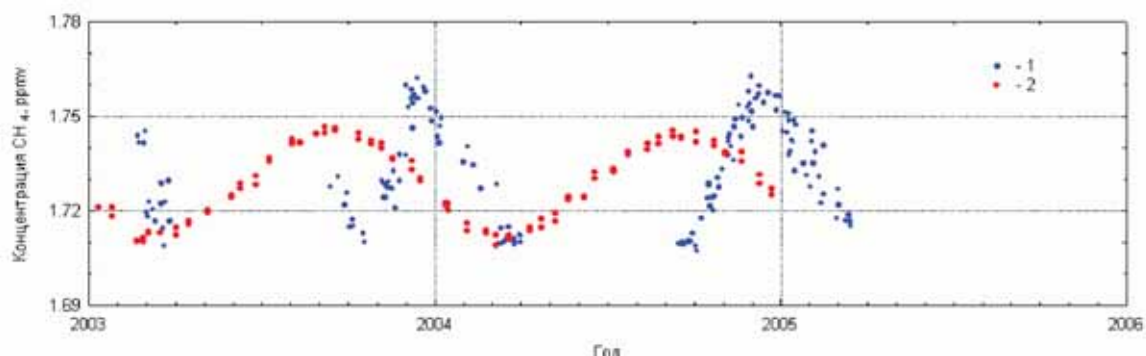
Рис. 1.8.5. Содержание водяного пара в столбе атмосферы

Результаты измерений содержания  $\text{H}_2\text{O}$  на ст. Новолазаревская в дневной период времени приведены на рис. 1.8.5. Содержание водяного пара имеет сезонные колебания. Максимальные величины составляют  $\sim 0,5 \text{ г/см}^2$  и зарегистрированы в январе - феврале, минимальные содержания наблюдаются в сентябре и равны  $\sim 0,07 \text{ г/см}^2$ .

Сезонные изменения содержания  $\text{H}_2\text{O}$  определяются приходом более влажных океанических воздушных масс после разрушения Антарктического циркумполярного вихря и вымораживанием атмосферного водяного пара при уменьшении температуры воздуха к концу антарктического лета.

Среди фотохимически активных газовых составляющих атмосферы и наиболее важных при анализе фотохимических процессов в атмосфере Антарктиды являются окись углерода и метан.

На рис. 8.6 и 8.7 приведены концентрации  $\text{CO}$  и  $\text{CH}_4$  в приземном воздухе, полученные по результатам измерений их содержаний в столбе атмосферы на ст. Новолазаревская.


 Рис. 1.8.6. Концентрации  $\text{CO}$  в приземном воздухе, полученные по результатам измерений в столбе атмосферы (1) и на ст. Сёва (2)

 Рис. 1.8.7. Концентрации  $\text{CH}_4$  в приземном воздухе, полученные по результатам измерений в столбе атмосферы (1) и на ст. Сёва (2)

Приземные концентрации СО на ст. Новозаревская и ст. Сёва удовлетворительно согласуются. Этот результат показывает, что изменения, внесенные в методику обработки экспериментальных спектров, позволяют определять не только общее содержание СО в столбе атмосферы, но и корректно перейти к концентрациям в приземном воздухе.

Результаты измерений содержания  $\text{CH}_4$  в атмосфере Антарктиды приведены в виде приземных концентраций, рассчитанных с использованием содержания в столбе атмосферы и вертикального распределения. Эти данные также сравниваются с результатами измерений приземной концентрации  $\text{CH}_4$  на ст. Сёва.

Приведенные данные показывают, что сезонные вариации концентрации  $\text{CH}_4$ , полученные из измерений общего содержания в столбе атмосферы и прямых измерений в приземном воздухе, практически совпадают по амплитуде и отличаются по фазе. На данное время нет надежного объяснения полученных расхождений и требуются дальнейшие исследования.

В целом по проекту в 2005 г.:

Подготовлены и отправлены в Антарктиду откалиброванные озонметры М-124. Установлена и введена в эксплуатацию следящая система к комплексу аппаратуры для измерений парниковых газов в столбе атмосферы. Получены новые экспериментальные данные о содержании в атмосфере Антарктики озона, водяного пара, метана, окиси углерода.

На основе глобальной трехмерной транспортно-фотохимической модели проведено моделирование формирования ВОАА весной 2004 г. Сопоставление расчетов с данными TOMS показало достаточно хорошее совпадение формы ВОАА в модели и в измерениях.

Проведена модельная ассимиляция данных наземных и спутниковых измерений и проведены модельные расчеты. Обнаружено хорошее соответствие результатов расчетов и независимых измерений TOMS. Обнаружена высокая корреляция между долгопериодной изменчивостью содержания озона и температурой нижней стратосферы, что может являться основным фактором, определяющим глубину весенних озоновых аномалий наряду с сохраняющимися на высоком уровне содержанием хлорных и бромных составляющих.

**1.9. ПРОЕКТ 9 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.5.2 ).****«ИССЛЕДОВАТЬ УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ АЭРОЗОЛЬНО-ОПТИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АТМОСФЕРЫ И СОСТАВЛЯЮЩИХ РАДИАЦИОННОГО БАЛАНСА НАД АНТАРКТИКОЙ»**

---

Своеобразие радиационного режима Антарктиды по сравнению с другими районами Земного Шара обусловлено, главным образом, ее географическим положением, свойствами подстилающей поверхности, а также структурой атмосферы и облачности, которые, в свою очередь, в значительной степени определяются характером атмосферной циркуляции. При этом радиационный климат Антарктики слабо подвержен антропогенным воздействиям, что делает результаты его исследования уникальными для анализа естественных изменений климата.

Целью настоящего проекта является изучение условий формирования радиационного режима и аэрозольно-оптических характеристик атмосферы в Антарктиде под влиянием различных факторов.

Для решения этой задачи необходимо располагать данными измерений параметров радиационного режима как у поверхности Земли, так и на верхней границе атмосферы (спутниковые данные). В ААНИИ собран уникальный архив данных стандартных актинометрических наблюдений в виде бумажных таблиц, поскольку с самого начала антарктических исследований специалисты ААНИИ непосредственно участвуют в натурных измерениях, обработке и анализе данных актинометрических наблюдений на всех российских антарктических станциях. В рамках темы в последние годы была выполнена работа по их архивации на машиночитаемых носителях. Выполненный ранее обширный цикл исследований по радиационному режиму Антарктиды, результаты которых опубликованы в ряде монографий, атласов и справочников, основан в основном на анализе актинометрических и метеорологических данных месячной дискретности. Наличие электронного архива позволяет выполнять исследования с использованием данных суточной и часовой дискретности, поскольку мы располагаем на техническом носителе данными срочных актинометрических наблюдений и часовых сумм параметров радиационного режима, а также сопутствующей метеорологической информацией. Кроме того, в дополнение к стандартным актинометрическим измерениям в обсерватории Мирный методом солнечной фотометрии проводятся регулярные измерения спектральной аэрозольной оптической толщины атмосферы, которые могут быть использованы при построении радиационных моделей атмосферы и при решении обратных задач атмосферной оптики.

Для решения аналогичных задач соисполнителем проекта НПО «Тайфун» подготовлен комплекс аппаратуры, позволяющий исследовать спектральный состав рассеянного солнечного и собственного излучения атмосферы над Антарктикой в интервалах диапазона 0,35–14 мкм. С помощью разработанной аппаратуры проведены методические измерения спектральных потоков нисходящей радиации при различных типах облачного покрова в умеренных широтах. Данные таких наблюдений позволяют оценить вклад излучения в различных спектральных диапазонах в радиационный баланс антарктической поверхности.

Вторым соисполнителем — ГГО им. А.И.Воейкова — в рамках раздела «Исследование составляющих радиационного баланса над Антарктикой по данным спутниковых измерений» разработана методика восстановления значений суммарной радиации, альбедо и радиационного баланса (РБ) поверхности по данным спутниковых измерений применительно к антарктическим условиям.

В 2005 г. в рамках темы предполагалось пополнить новой информацией архив характеристик радиационного режима приземной атмосферы на российских антаркти-



ческих станциях, провести расчеты и статистические оценки характеристик изменчивости составляющих радиационного режима, разработать макет каталога радиационных моделей над Антарктикой и создать набор данных спутниковых измерений компонент радиационного баланса над Антарктикой с космического аппарата «Метеор-3».

В итоге работы в 2005 г. архив актинометрических данных российских антарктических станций пополнен данными измерений на российских станциях в 2003–2004 гг., в результате чего к настоящему времени мы располагаем на техническом носителе уникальными данными о суточных суммах параметров радиационного режима за почти 50-летний период наблюдений. В текущем году для анализа параметров радиационного режима нами было продолжено использование математического аппарата определения характеристик выбросов случайных процессов (характеристик непрерывной продолжительности пребывания элемента выше или ниже заданного уровня). Такие характеристики позволяют провести анализ аномальности исследуемых рядов, могут быть использованы в гелиоэнергетике и при оценке нагрузок на здания и механизмы при их проектировании.

В первом разделе отчета представлены результаты анализа характеристик выбросов временных рядов параметров радиационного баланса на российских антарктических станциях по данным о суточных суммах параметров радиационного баланса. Для более полного представления о числе и продолжительности выбросов в настоящем отчете мы, помимо средних значений, рассматривали также распределения числа и продолжительности выбросов.

На рис. 1.9.1 для примера представлены распределения числа выбросов суммарной радиации вверх (сплошная линия) и вниз (пунктирная линия) для шести российских антарктических станций через уровень, равный среднему значению суммарной радиации в январе. Распределения числа выбросов на разных станциях существенно различаются. Так, например, в январе количество выбросов вверх больше трех в месяц наблюдается в 84–87% случаев на станциях Беллинсгаузен и Мирный, в 65–67% — на стан-

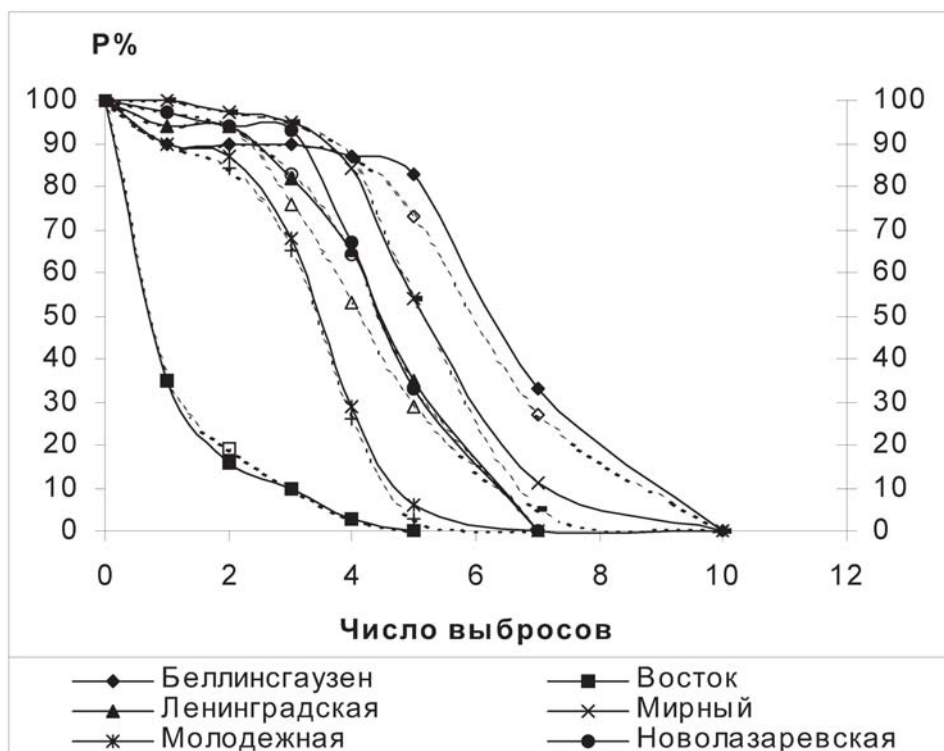


Рис. 1.9.1. Распределения числа выбросов суточных сумм суммарной радиации вверх и вниз через уровень, соответствующий норме, в январе.

циях Ленинградская и Новолазаревская, в 29% — на станции Молодежная и всего в 3% — на станции Восток. В течение всего года наибольшее число выбросов наблюдается на станции Беллинсгаузен, а наименьшее — на станции Восток. Число выбросов на станции Восток в различные годы не превышает 5 в месяц, а на станции Беллинсгаузен отмечается до 9 выбросов через уровень равный норме. Распределения продолжительности выбросов на разных станциях различаются значительно меньше.

Полученные в работе осредненные значения характеристик выбросов и их распределения, в дополнение к ранее выполненным в рамках темы оценкам моментов распределения параметров радиационного баланса, дают достаточно полное представление об изменчивости и аномальности потоков прямой и суммарной солнечной радиации в различных районах Антарктиды.

Второй раздел отчета посвящен анализу результатов измерений яркостей ясного и облачного неба в ультрафиолетовом и инфракрасном участках спектра, полученных с помощью разработанного в НПО «Тайфун» комплекса радиометрической аппаратуры.

Построены предварительные модели пространственных распределений энергетических яркостей излучения неба и дисперсии флуктуаций в диапазонах длин волн 3–5, 8–13 и 0,3–0,44 мкм. Сравнительная оценка полученных результатов с уже имеющимися показала, что численные значения и характер поведения средних значений энергетической яркости в инфракрасном диапазоне спектра в основном совпадают.

Получены новые данные по излучению полусферы неба в ультрафиолетовом интервале (от 0,3 до 0,36 мкм) с суточной регистрацией измерений в разное время года (весна, лето, осень) при различных метеорологических условиях.

В третьем разделе отчета, выполненном ГГО, представлены результаты анализа спутниковых данных. От Международной рабочей группы по проекту СКАРАБ получены данные измерений энергетической яркости сканирующим радиометром СКАРАБ со спутника «Метеор-3/7» за 12 месяцев наблюдения (с марта 1994 по февраль 1995 гг.). Разработано программное обеспечение для декодирования этих данных и выполнено последовательное помесечное считывание и форматирование данных спутникового зондирования.

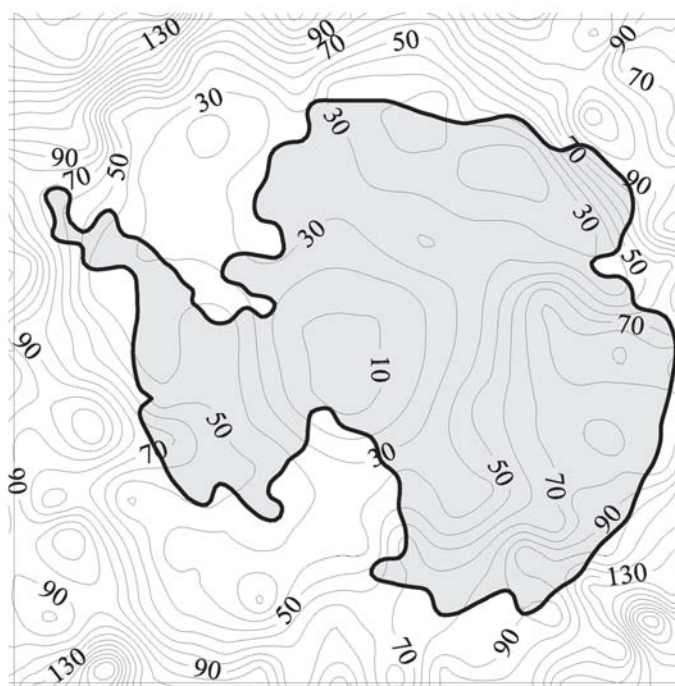


Рис. 1.9.2. Среднемесячные значения радиационного баланса ( $\text{Вт/м}^2$ ) в марте 1994 г.

Проведен контроль применимости ранее разработанного программного обеспечения расчетов составляющих РБ для подстилающей поверхности Антарктиды (лето, декабрь) для всех сезонов года и разработан ряд программ, обеспечивающих автоматический учет сезонных факторов.

Выполнена апробация расчетов составляющих РБ – среднесуточных и среднемесячных значений – и их картирование. В качестве примера на рис 1.9.2 приведена карта радиационного баланса Антарктики за март 1994 г. по данным спутникового зондирования.

Завершено комплектование полного годового набора данных спутникового зондирования для расчетов среднемесячных и среднегодовых значений составляющих РБ Антарктиды; создан архив годовых данных спутниковых измерений; проведена проверка укомплектованности программного обеспечения помесечно для всех сезонов года и апробация расчетов составляющих РБ по данным спутникового зондирования. Ведется разработка программного обеспечения осреднения данных для расчетов среднегодовых значений составляющих РБ, учитывающего пропуски и неполноту данных СКАРАБа по некоторым декадам и месяцам в пределах года наблюдения.

# 1.10. ПРОЕКТ 10 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.6.1).

## «СОЗДАТЬ КОМПОНЕНТЫ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «АНТАРКТИКА», ЭЛЕКТРОННЫЕ СПРАВОЧНЫЕ ПОСОБИЯ И СОВОКУПНОСТИ БАЗ И БАНКОВ ДАННЫХ, ОБОБЩАЮЩИХ ДАННЫЕ НАБЛЮДЕНИЙ В АНТАРКТИКЕ»

Согласно Техническому заданию на разработку специализированной геоинформационной системы «Антарктика», она предназначена для информационной поддержки и решения разного рода научно-прикладных задач исследователей Антарктики. В общей постановке цель разработки информационно-аналитической системы «Антарктика» — объединить на функциональном уровне базы данных, методы и модели расчетов, стандарты и руководства, системные и прикладные программы в виде интегрированной информационной среды для получения комплексной информации, необходимой для полноценного обеспечения исследователей.

В целом, работы 2005 года являлись логическим продолжением исследований и разработок, выполненных в 1999–2004 гг.

Основными целями работ в 2005 году являлись:

- развитие локального сегмента географической информационной системы (ГИС) «Антарктика» с применением коммерческих ГИС, СУБД и Интернет/интранет и создании действующей версии 2005 г., включая развитие и формирование специализированной БД;
- подготовка информации, необходимой для БД версии 2005 г.;
- проектирование и разработка макета Интернет-варианта ИС «Антарктика»;
- продолжение наполнения банка данных по Антарктике новой цифровой спутниковой информацией, принятой в 2005 г.;
- построение ежемесячных карт распространения морского льда в Антарктике в 2005 г.
- развитие специализированного раздела сайта ААНИИ в Интернет, представляющего подпрограммы «Антарктика» и Российскую антарктическую экспедицию;
- подготовка и издание бюллетеня «Состояние природной среды Антарктики».

В результате работ 2005 года получены следующие результаты.

Создан действующий локальный сегмент информационно-аналитической системы (ИС) «Антарктика» версии 1.05.00, включающий пополненную базу данных (БД) для локального сегмента ИС «Антарктика». Работа с локальным сегментом ориентирована на работу в настольном варианте на персональной ЭВМ.



Рис. 1.10.1. Вид заставки локального сегмента ИС «Антарктика»



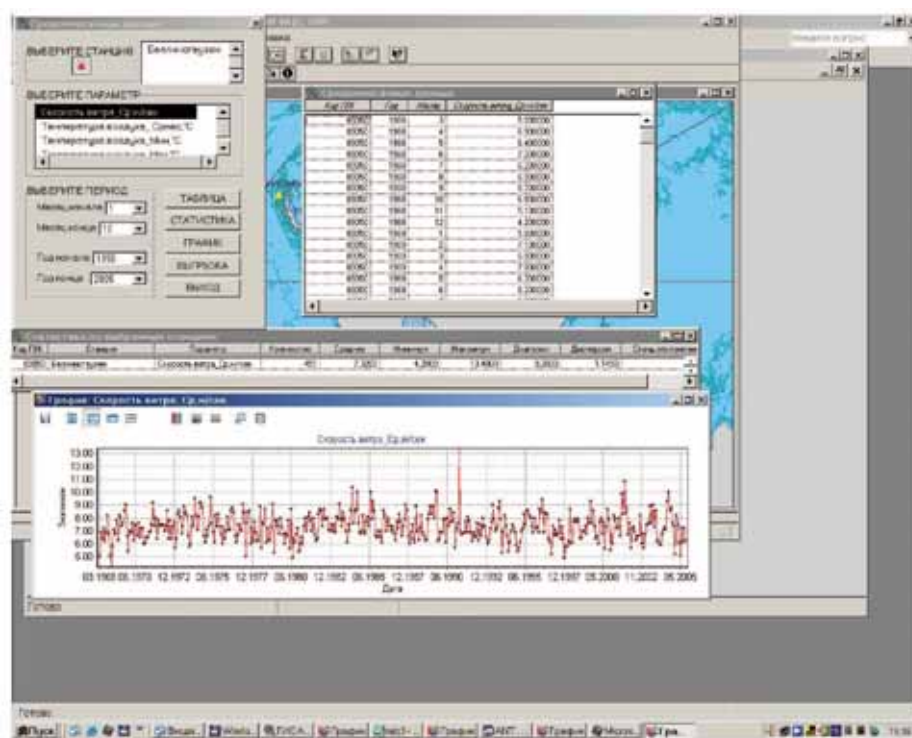


Рис. 1.10.2. Вид графического и табличного представления данных.

Программный комплекс действующего сегмента ГИС «Антарктика» состоит из системной программной оболочки и ряда независимых программных компонент.

Этот программный комплекс ориентирован на выполнение ряда основных системных функций:

- взаимодействие с базой данных;
- доступ к табличным структурам базы данных и сопутствующим материалам;
- проведение расчетов на основе базы данных статистических характеристик;
- визуализацию информации в виде текстовых, табличных, графических и картографических материалов (рис. 1.10.2);
- получение отчетных материалов.

Разработаны проектные решения по компоненте обмена и созданию заданных фрагментов БД для работы в локальном сегменте ИС для отдельной задачи пакета прикладных программ.

Разработана модель базы данных ИС «Антарктика», создана первая версия комплексной БД ИС «Антарктика» по разделу гидролого-гидрохимические наблюдения и расчетные (интерполированные на стандартные горизонты) данные в среде СУБД Oracle 9.

Подготовлены проектные решения по интернет-варианту информационной системы «Антарктика». Разработан прототип интернет-варианта ИС, предназначенный для установки на WEB-сервере ГУ «ААНИИ».

Для реализации интернет-варианта ИС «Антарктика» было выбрано программное ядро MapServer, для которого создана технологическая схема работы и разработано сервисное программное обеспечение.

В состав сервисного программного обеспечения входят:

- комплекс программ доступа и доставки данных для работы с картографическим сервером в распределенной среде GetData на основе программного расширения Taxxi 2.0 для серверного ПО Baikonur Web Application Server российской фирмы Epsilon Technologies;

- комплекс программ GisLoader для обеспечения связи и загрузки картографического материала в ПО MapServer;
- комплекс программ построения тематических карт в распределенной среде MakeFields.

Получили дальнейшее развитие работы по пополнению банка данных по Антарктике новой цифровой спутниковой информацией ИСЗ «Метеор-3М», принятой в 2005 г.

В течение 2005 г. в ГУ «НИЦ «Планета» были продолжены работы по наполнению банка данных по Антарктике информацией высокого разрешения МСУ-Э ИСЗ «Метеор-3М». С учетом редкого включения сканера МСУ-Э в режиме записи над Антарктическим континентом, техническими ограничениями на его включение в отдельные периоды года и влияния облачного покрова, в 2005 г. реально было получено 2 сеанса спутниковой съемки, проведенной 25 января и 17 февраля 2005 г. Спутниковые данные прошли этап предварительной обработки, они являются географически привязанными цветосинтезированными изображениями. В банк данных были занесены только фрагменты этих изображений, свободных от облачного покрова. Пример одного из таких фрагментов представлен на рис. 1.10.3.



Рис. 1.10.3. Зона чистой воды и дрейфующий лед в стадии таяния вдоль побережья Земли Котса

Второй задачей, решавшейся в рамках данной темы, являлось построение ежемесячных карт границ распространения и площадей покрытия морского льда в Антарктике по данным микроволнового скаттерометра QuikSCAT (рис. 1.10.4). Одновременно по этой информации проводились наблюдения за дрейфом отдельных гигантских айсбергов в море Уэдделла и Росса. В результате удалось получить оценку сезонных изменений площади дрейфующего льда в Антарктике в 2005 г. (рис. 1.10.5).

В течение 2005 года продолжалась работа по представлению подпрограммы «Антарктика» и Российской Антарктической Экспедиции в Интернет в форме развития специализированного раздела сайта ААНИИ, выделенного в отдельный виртуальный портал «Антарктика» — <http://south.aari.ru>. В течение года выполнено плановое расширение разделов портала по данным (метеорология и морской лед), нормативно-методической информации (ежегодный отчет и квартальные бюллетени), справочной и иллюстративной

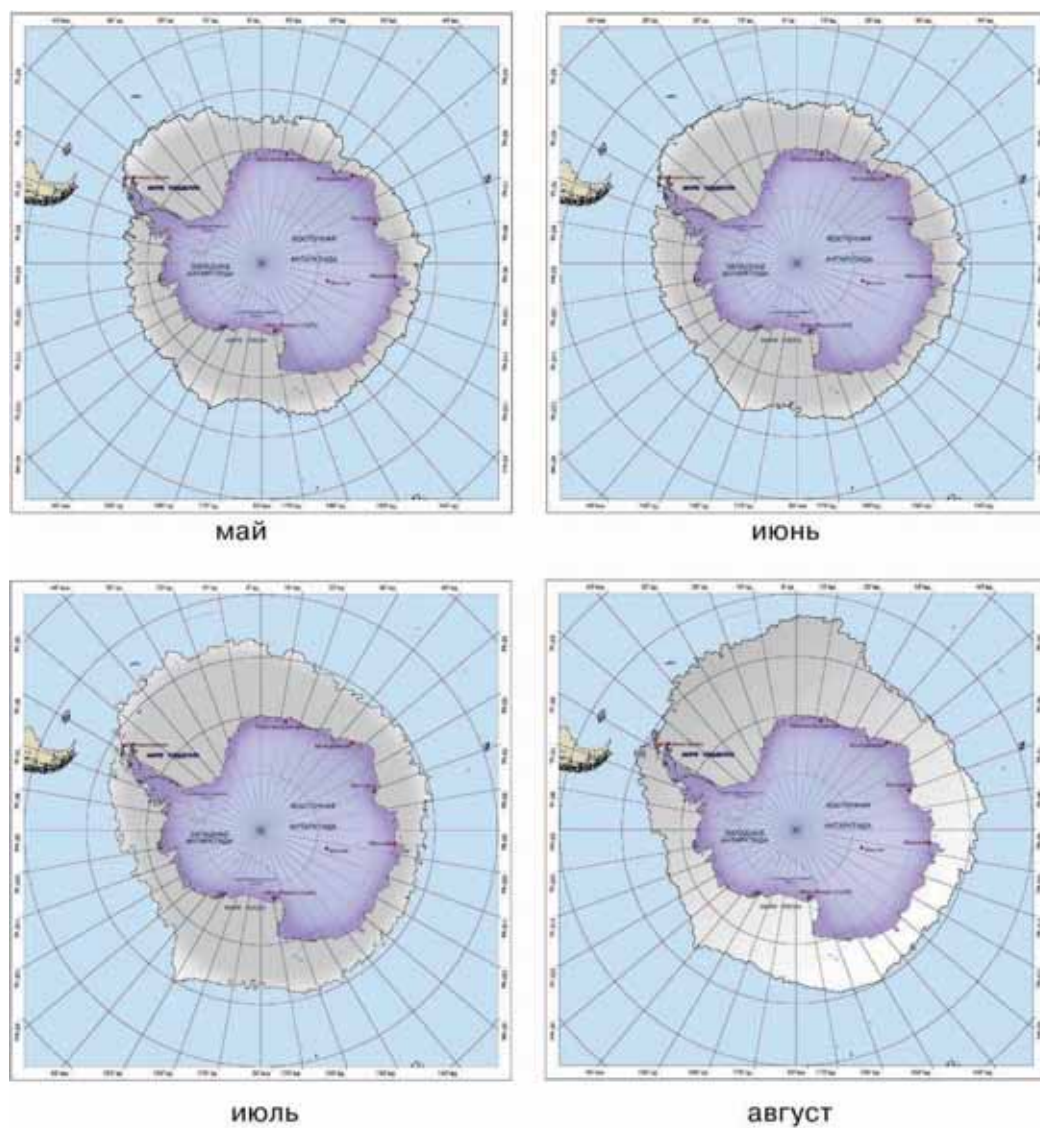


Рис. 1.10.4. Положение кромки дрейфующего льда в Антарктике в мае, июне, июле и августе 2005 г.

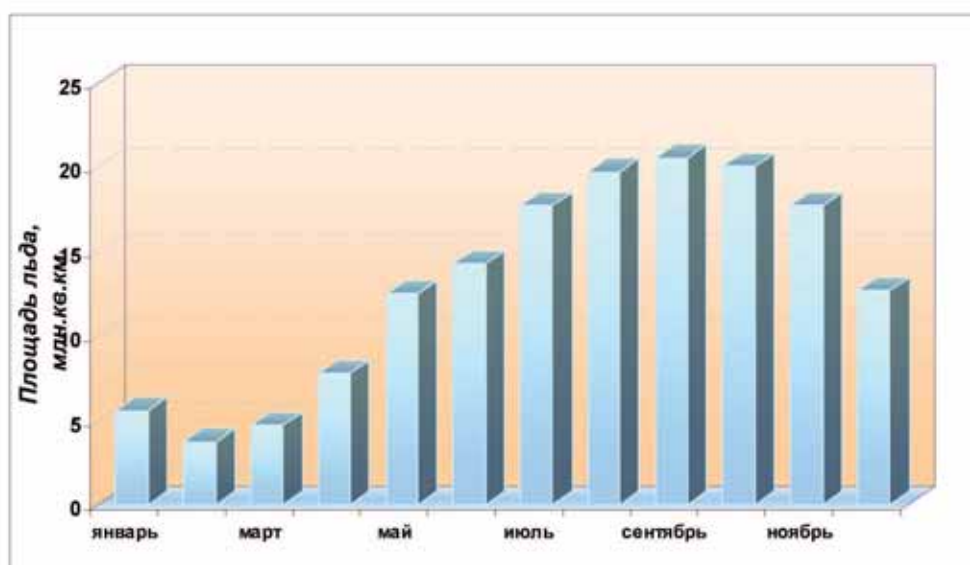


Рис. 1.10.5. Сезонные изменения площади дрейфующего льда в Антарктике в 2005 г.

информации. Новые информационные ресурсы портала зарегистрированы на Полярном Портале ЕСИМО в АНИИ <http://portal.aari.ru> и информационном сервере Подпрограммы «ЕСИМО» — <http://www.oceaninfo.ru> по стандартным шаблонам.

Подготовлено четыре номера ежеквартального бюллетеня «Состояние природной среды Антарктики. Оперативные данные российских антарктических станций». В бюллетене публикуются среднемесячные данные наблюдений, проводящихся по стандартным программам на российских антарктических станциях, которые поступают в оперативном режиме по каналам спутниковой связи «ИНМАРСАТ». В процессе подготовки бюллетеня осуществляется контроль информации на наличие в ней грубых ошибок (главным образом, статистический контроль). Кроме постоянных разделов отдельные выпуски бюллетеня содержат информацию о различных исследованиях, выполняемых в российских антарктических экспедициях по специальным программам



**1.11 ПРОЕКТ 11 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.7.1).****«ПРОВЕСТИ КОМПЛЕКСНОЕ ИЗУЧЕНИЕ АНТАРКТИЧЕСКОЙ БИОТЫ»**

Цель проекта — исследовать видовой состав, таксономическую и трофическую структуру морских, пресноводных и наземных экосистем Антарктики, оценить параметры биопродукционных процессов в водах Южного океана.

В 2005 г. продолжены фундаментальные исследования флоры, фауны, микробиоты, пелагических и донных экосистем и состояния биологических ресурсов Антарктики во всех участвующих в реализации данного проекта восьми научных учреждениях РАН, Росгидромета, Госкомрыболовства и Минобрнауки (ЗИН РАН, БИН РАН, ИО РАН, ААНИИ, ВНИРО, АтлантНИРО, СПбГУ). Были проведены следующие исследования антарктической биоты, носящие фундаментальный характер.

Завершено определение коллекционных материалов рейса ледокола «Полярштерн» 2000 г. в море Уэдделла по следующим группам животных: фораминиферам, губкам, кишечнополостным, немертинам, мшанкам, всем группам моллюсков, пелагических и донных ракообразных, офиурам, голотуриям, асцидиям, погонофорам и рыбам.

Проведена ревизия диатомовых водорослей рода *Chaetoceros*, представители которого составляют существенную часть подледного — криопелагического сообщества и одну из главных групп фитопланктона пелагиали антарктических морей; всего выявлено 33 вида этих водорослей, из них 8 эндемичных видов, и определена фитогеографическая структура флоры диатомовых Южного океана. Составлены региональные и циркумантарктические списки представителей отдельных групп донных беспозвоночных животных: актиний, полихет, немертин, мизид, кумовых раков, моллюсков, голотурий, офиур, асцидий, погонофор и других.

Проведен сравнительный анализ фауны донных беспозвоночных западной части моря Уэдделла и фауны ближайшего к нему Магелланова района. Показано нарушение известного правила Гумбольдта-Уоллеса, особенно сильно проявившееся в составе фауны нескольких групп: губок, голотурий, морских звезд, ежей и морских пауков. Данный феномен объясняется многоярусностью поселений донных беспозвоночных моря Уэдделла и увеличением числа экологических ниш, в результате чего происходит резкое увеличение видового разнообразия донных биоценозов шельфа и свала моря Уэдделла. Фауна Магелланова района представляется как переходная от низкоширотной тепловодной фауны Южной Америки к высокоширотной холодноводной фауне Антарктики.

Предложена гипотеза, объясняющая второй феномен моря Уэдделла — высокую биомассу в донных сообществах. Согласно этой гипотезе, существование круговорота Уэдделла приводит к существенному увеличению периода года, в течение которого донные сообщества получают обильное снабжение органическим веществом в виде живого и отмершего фито- и зоопланктона. Накапливая в себе органику, донные сообщества служат своего рода аккумулятором всей экосистемы моря Уэдделла и прилежащих с севера частей Южного океана, включаемых в круговорот Уэдделла. Биогенные вещества, получаемые в результате деструкции органики донных сообществ, поступают в круговорот Уэдделла с юга из моря Уэдделла, таким образом поддерживая высокий уровень продукции всей системы.

Продолжено изучение и описание новых для науки видов и родов различных беспозвоночных животных: пелагических веслоногих ракообразных, книдарий и мшанок из моря Уэдделла, погонофор их различных районов Западной Антарктики, антарктических двустворчатых моллюсков и различных семейств кальмаров Антарктики.

Завершено изучение таксономического состава фауны донных беспозвоночных, обнаруженных на плавающих ризоидах келпов в районе о. Юж. Георгия и Патагонского шельфа, что представляет интерес для разработки и решения ряда спорных проблем

морской биогеографии. Около 400 экземпляров моллюсков, собранных с ризоидов в районах Патагонского шельфа и о. Юж. Георгия, принадлежат 51 виду из 35 родов, 24 семейств и 15 отрядов. Материалы позволили ещё раз показать значительную роль фло-тирующих водорослей — келпов и их фрагментов в расселении донных беспозвоночных, в частности, малоподвижных моллюсков, не имеющих свободно плавающей личинки. Потенциальными путешественниками среди моллюсков становятся, как правило, обитатели именно водорослей. Показано, что многие из них имеют приспособления, позволяющие выживать в необычных условиях дрейфа у поверхности. Примерно 67% видов из района о. Юж. Георгия представлены ювенильными формами, из них в 16% случаев ювенилы найдены одновременно со взрослыми моллюсками.

Завершено составление определителя погонофор Антарктики, в котором используются признаки общей морфологии животных и признаки их пустых трубок, и продолжена подготовка общеморфологического определителя погонофор мировой фауны. В данном исследовании выявлено:

- все обнаруженные к настоящему времени виды погонофор добыты только в антарктических водах Атлантического и Индоокеанского (море Дейвиса) секторов Южного океана и, главным образом, отечественными научными экспедициями;
- все выявленные виды антарктических погонофор описаны только отечественными учеными;
- большинство новых находок относится к новым, ранее неизвестным видам погонофор, что свидетельствует о богатстве и значительном биоразнообразии этой группы животных и о малом числе сделанных тралений на глубинах обитания этих животных и недостаточном покрытии сеткой ловов всей акватории Южного океана.

Продолжены исследования особенностей зоогеографического распространения липаровых рыб и сделан анализ их фауны в водах Антарктики и всего Южного полушария. Рассмотрены географические ареалы 112 видов рода *Paraliparis*, виды которого широко распространены в водах Южного океана. Сопоставление числа видов рода *Paraliparis* в различных регионах Мирового океана показывает, что подавляющее большинство видов рода (64%) известно из южного полушария (рис. 1.11.1).

Проведено исследование онтогенетического развития скелета различных представителей всех групп эндемичных нототениеидных рыб Южного океана и на этой основе разработана оригинальная схема филогенетических отношений между группами и подотряд в целом.

Значительные результаты были получены в исследовании структуры и функционировании пелагического сообщества в районе к северу от о. Элефант (Юж. Шетланд-

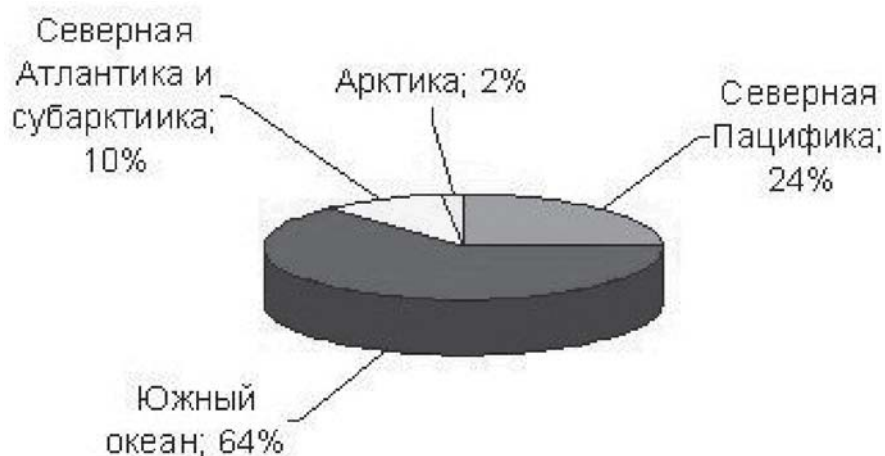


Рис. 1.11.1. Число известных видов рода *Paraliparis* в различных регионах Мирового океана

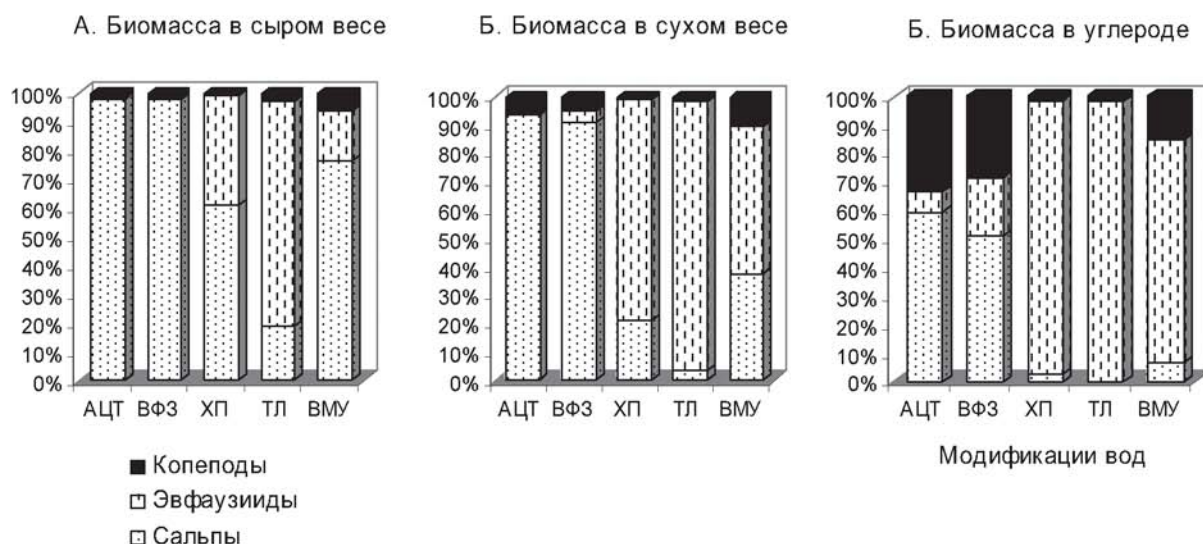


Рис. 1.11.2. Сравнение модификаций вод по составу планктона в районе к северу от о. Элефант (Юж. Шетландские острова).

ские острова). На данной акватории выявлено существование 5 модификаций антарктического пелагического сообщества, которые полностью отражают 5 синхронно выделенных гидрофизических структур воды Антарктического циркумполярного течения, Вторичной фронтальной зоны, холодного пятна, теплой линзы и моря Уэдделла. На общем фоне, представленном типичными массовыми популяциями копепод, модификации различаются присутствием дополнительных видов, частотой встречаемости основных компонентов, доминантами, а также величиной средней биомассы. Обнаружено пространственное расхождение максимумов представителей разных таксономических групп. Показано, что планктон может служить тонким индикатором адвекции чужеродных вод, а также локальных зон подъема и опускания вод (рис. 1.11.2).

Продолжены работы, начатые в 2004 г., по изучению изменения состава и пространственного распределения фитопланктона на разрезе вдоль 67° ю.ш. В центре разрез пересекался с фронтальной зоной, и в его середине находилось скопление сальп *Salpa thompsoni* протяженностью 1500 км. Показана зависимость распределения диатомовых от обилия сальп и гидрофизического режима. Показано, что избирательное потребление сальпами диатомовых водорослей вызывает глубокие перестройки структуры фитоценоза, в результате которых в нем резко возрастает роль пиррофит и жгутиковых, причем последние могут становиться доминантами, так как эти группы не отфильтровываются сальпами. Величины биомассы сальп (А), копепод (Б) и эвфаузиид (В) на разных акваториях (%) показаны на рис. 1.11.3.

Обработаны материалы пелагической траловой съемки в районе Южных Сандвичевых островов, 55–67° ю.ш., 33–17° з.д., за период январь–июнь 1990 г. – одного из наименее изученных районов Антарктики. Получены данные по видовому составу семейства Mystophidae, их распределению, участкам образования максимальных концентраций, по основным аспектам биологии видов; всего в уловах обнаружено 9 видов светящихся анчоусов.

Выявлен характер влияния криля на различные аспекты биологии шкуровидной белокровки. Криль преобладает в пище белокровки повсеместно, составляя от 60 до 90–100% пищевого комка. Показано, что колебания в росте рыбы непосредственно связаны с различиями в кормовой базе: в годы с высокой плотностью криля темп роста белокровки выше. Наибольшие уловы молоди наблюдались на периферии участков плотных скоплений криля. Районы промысла белокровки и ее пелагические агрегации приурочены к

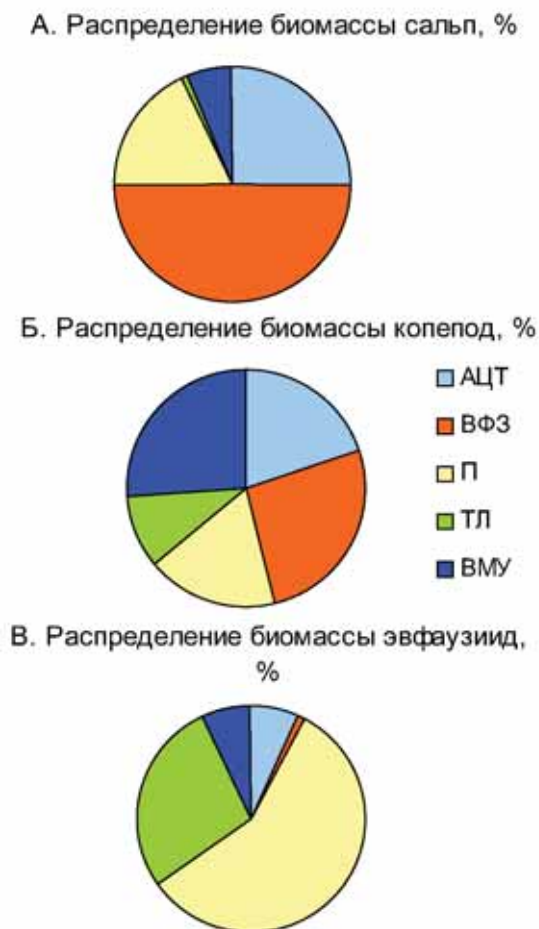


Рис. 1.11.3. Величины биомассы сальп (А), копепод (Б) и эвфаузиид (В) на разных акваториях в процентах.

участку высоких плотностей криля. На характер вертикальных суточных миграций белокровки влияет горизонт и плотность распределения криля. Плотность криля в шельфовой зоне района оказывает большое влияние на процесс формирования численности популяций *Ch. gunnari*. Появление урожайного поколения щуковидной белокровки, как правило, совпадало с повышением плотности криля в нагульный (весенне-летний) период и увеличением жирности половозрелых рыб в весенне-летний период.

Первостепенное внимание в отчетный период уделялось изучению и сохранению биологического разнообразия орнитофауны в зоне работ РАЭ, в первую очередь, в районе обсерватории Мирный и станции Беллинсгаузен.

Особо охраняемый район Остров Хасуэлл (АООР № 129) находится в непосредственной близости от российской антарктической обсерватории Мирный. Согласно обязательствам, накладываемым «Протоколом по охране окружающей среды к Договору об Антарктике», российская сторона несет ответственность за соблюдение природоохранного режима на данной территории и должна принимать меры, направленные для получения современной информации о состоянии местной флоры и фауны и разработки планов по защите природных ценностей района. Кроме того, архипелаг Хасуэлл номинирован на присвоение ему статуса Антарктической ключевой орнитологической территории (АКОТР), благодаря наличию здесь крупной колонии императорских пингвинов. Все это обуславливает важность ведения систематического мониторинга состояния местных экосистем и его орнитофауны. Для XXVIII Консультативного сове-



шения к Договору по Антарктике подготовлен рабочий документ «Пересмотренный План Управления Особо Охраняемым Районом Антарктики №129 «Остров Хасуэлл».

Новые рекомендации подготовлены на основании проведенных в 1999/2000 и 2003/2004 гг. полевых работ по инвентаризации и мониторингу орнитофауны, уточнению границ размещения колонии императорских пингвинов. Эти исследования подтвердили, что данный район, являясь местом гнездования почти всех видов птиц Восточной Антарктики, представляет собой ценность для фундаментальной науки и мониторинга воздействия деятельности человека на окружающую среду и подтверждает первоначально определенные ценности и их соответствие Приложению V к Протоколу по охране окружающей среды.

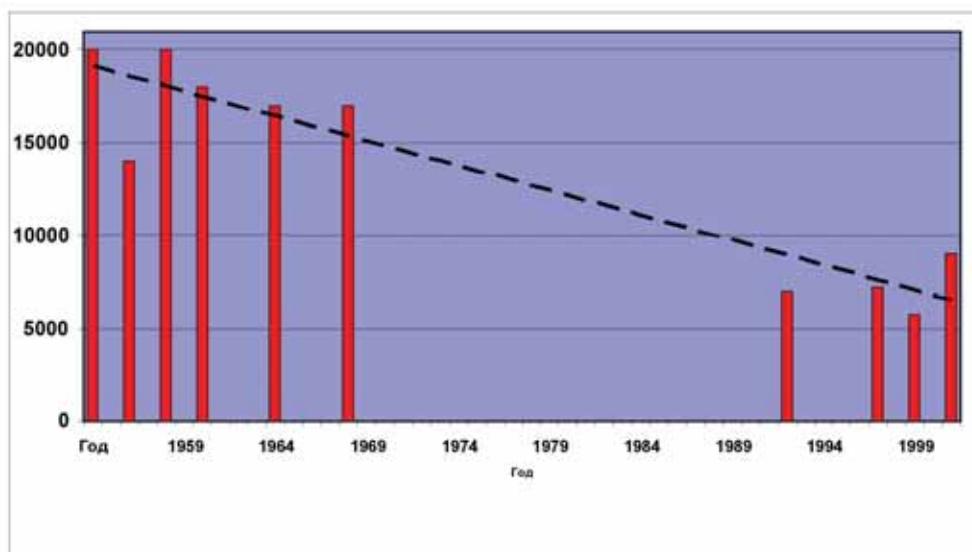


Рис. 1.11.4. Динамика численности императорских пингвинов в колонии Хасуэлл и долгосрочный линейный тренд

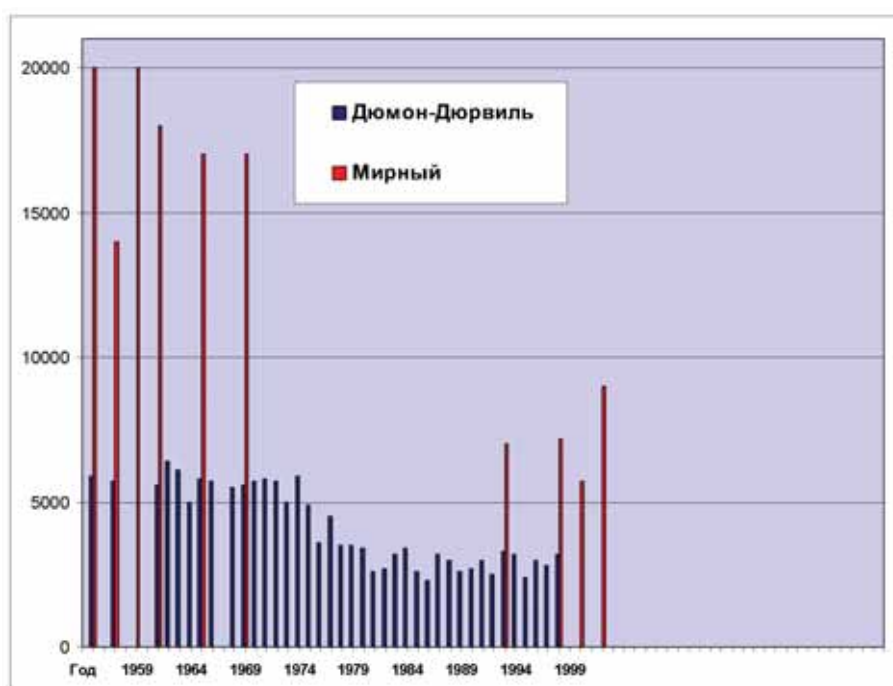


Рис. 1.11.5. Динамика популяций императорских пингвинов в районе станций Дюмон-Дюрвиль и Мирный (по Barbroud, Weimerskirch, 2001 и нашим данным)

По исследованиям состояния колонии императорских пингвинов в районе Мирного проведено сравнение численности птиц за большой период времени в сравнении с таковой вблизи французской станции Дюмон-Дюрвиль, выявлено общее снижение численности колонии по сравнению с предыдущими оценками их численности (рис. 1.11.4 и 1.11.5).

Натурный материал был собран в декабре 2004 — марте 2005 гг. в ходе сезонных работ 50-й РАЭ с использованием ранее описанных методик наблюдений. Особое внимание, как и прежде, уделялось видам, наиболее чувствительным к действию природных и антропогенных факторов. Проведены наблюдения по видовому составу и распределению птиц на п-ве Файлдс (о-в Кинг Джордж, Юж. Шетландские о-ва). Представители орнитофауны: чайковые птицы *Lari*, гнездящиеся виды пингвинов: *Pygoscelis antarctica*, *P. adeliaea*, *P. papua*, редкие и уязвимые виды: белая ржанка *Chionis alba* и южный гигантский буревестник *Macronectes giganteus*, а также морские млекопитающие.

Осуществлены мониторинговые наблюдения за популяциями морских птиц на заложенных ранее контрольных площадках, картографирование гнездового населения птиц на п-ове Файлдс, в т.ч. скоплений поморников, оценка современного воздействия антарктических станций на популяции птиц, маршрутные учеты численности птиц и тюленей на стандартных трансектах вдоль побережья п-ва Файлдс.

Наблюдениями 2004/2005 гг. фауна птиц полуострова пополнилась двумя новыми видами — золотоволосым пингвином *Eudyptes chrysolophus* и полярной крачкой *Sterna paradisaea*, ранее у побережья не наблюдавшимся, уточнен статус некоторых других, редких для района видов. Таким образом, фаунистический список высших позвоночных, зарегистрированных в течение последнего десятилетия в районе п-ова Файлдс, насчитывает 24 вида птиц и 7 видов млекопитающих. Дана общая оценка численности и распределения гнездящихся птиц. Южный гигантский буревестник (*Macronectes giganteus*) остается наиболее уязвимым к негативному антропогенному воздействию видом и объектом мониторинга. На п-ове Файлдс вид встречается круглый год.

Проведены наблюдения и сделан учет численности китов и тюленей в районе п-ва Файлдс и отмечены случаи абберантной окраски тюленей и прямого антропогенного воздействия на зверей.

Продолжено изучение флористического состава лишайников суши, главным образом, сравнительное изучение видового состава образцов лишайников, собранных в окрестностях российских антарктических станций в сезон 50-й РАЭ в районе оазисов на континенте и на станции Беллинсгаузен на о. Кинг-Джордж (рис. 1.11.6).

Наиболее важные и детальные исследования проведены в районе озера Радок (Рис. 11.7), в окрестностях станции Прогресс и полевой базы Дружная-4.

Всего выявлено 54 вида лишайников из 23 родов и 10 семейств: *Acarosporaceae*, *Lecanoraceae*, *Lecideaceae*, *Parmeliaceae*, *Pertusariaceae*, *Physciaceae*, *Rhizocarpaceae*, *Stereocaulaceae*, *Theloschistaceae*, *Umbilicariaceae*, принадлежащих к двум порядкам — *Lecanorales* и *Pertusariales*.

Проведены исследования морфологических, тинкториальных биохимических особенностей чистых культур автохтонных микроорганизмов, анализ численности и видового представительства психрофильной аэробной микрофлоры, полученной из проб грунта с территории станции Новолазаревская, Молодежная и Мирный в сезоне 48-й — 50-й РАЭ. Основное внимание было уделено, помимо исследований микробиологической составляющей обнаруживаемой на территориях антарктических станций, изучению представительства микрофлоры на участках почвы и грунтов, испытывающих орнитогенную нагрузку и находящихся в прибрежной зоне Антарктиды (результаты микробиологических исследований в составе 49-й и 50-й РАЭ). Особое внимание было уделено исследованию психрофильной микрофлоры в местах гнездования птиц с приме-

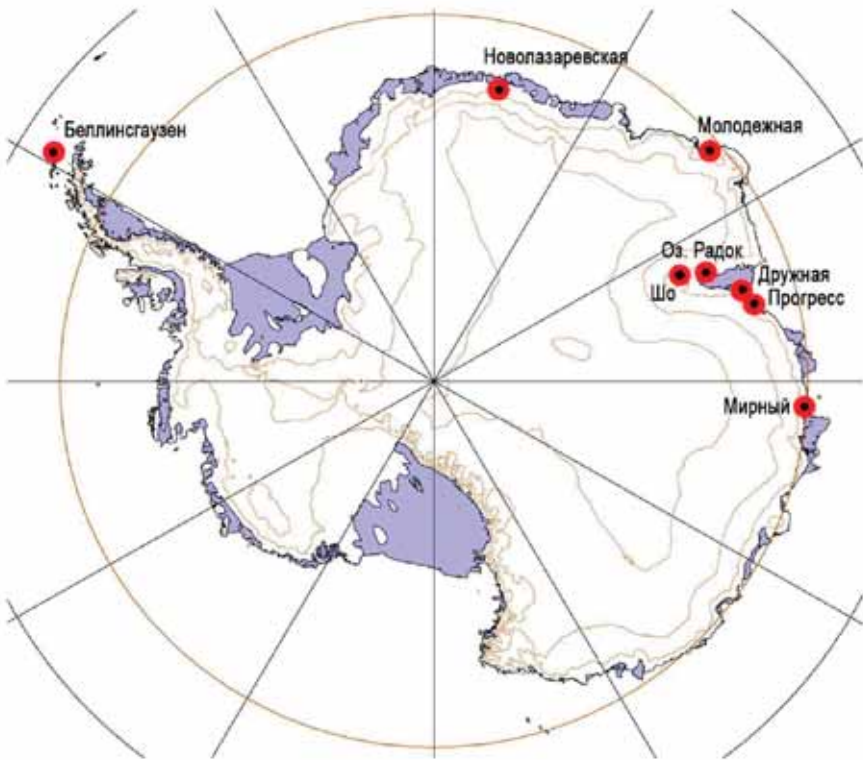


Рис. 11.6. Районы биологических исследований в Антарктиде в 50-й РАЭ

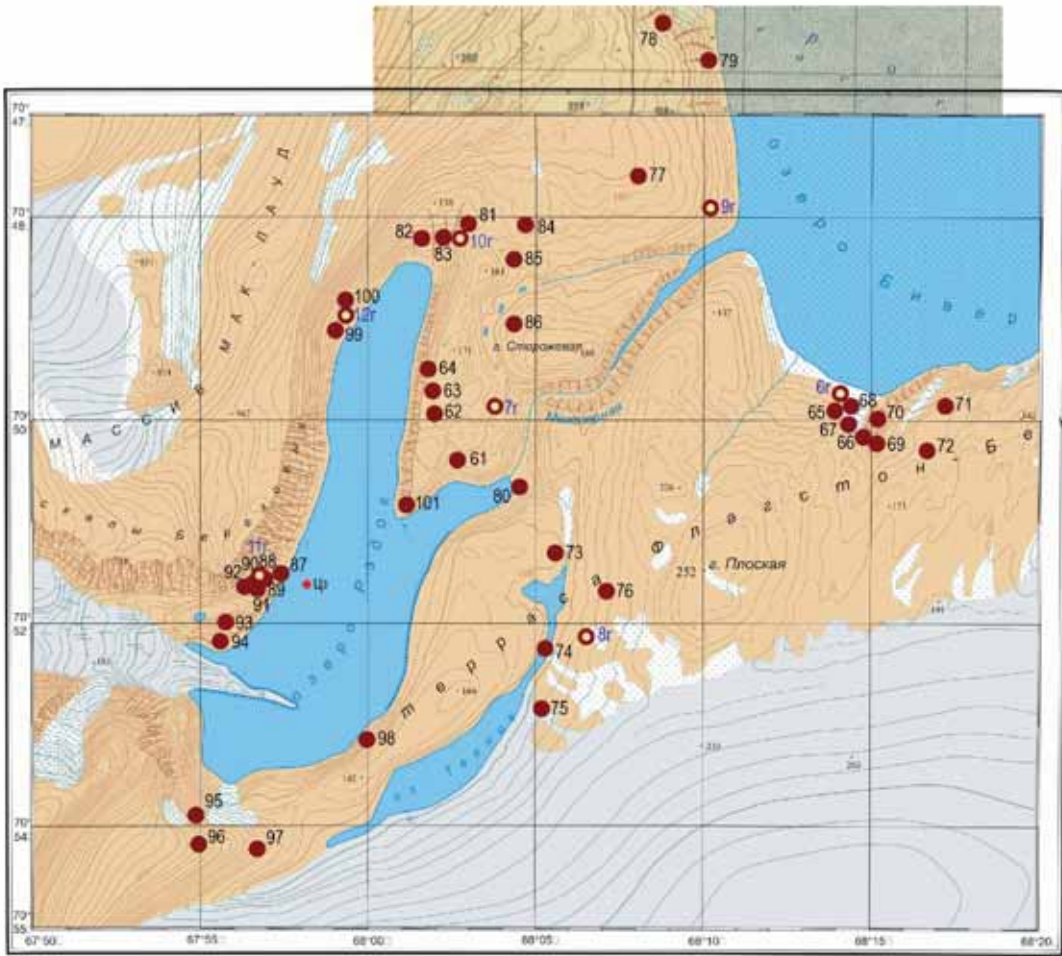


Рис. 1.11.7. Пункты биологических исследований в районе озера Радок в 50-й РАЭ



нением специального тестирования для обнаружения и выделения иерсиний из субстратов внешней среды. Проводилось определение численности и оценивалось видовое представительство психрофильной аэробной и факультативно анаэробной микрофлоры в почвах и грунтах имеющих орнитогенное происхождение или испытывающих орнитогенное влияние на о. Хасуэлл, а также в районе обсерватории Мирный. Установлено следующее:

– в пробах грунта с выраженными визуальными следами органики орнитогенного происхождения общая численность обнаруживаемых аэробных психрофильных микроорганизмов составляла до 27 млн вегетирующих микробных клеток, на территориях не испытывающих орнитогенного воздействия уровень определяемого микробного присутствия был на 2–3 порядка ниже;

– подавляющее большинство выявляемых микроорганизмов на орнитогенных почвах относятся к грампозитивным кокковым формам, среди которых основной удельный вес составляют имеющие красящий пигмент микрококки;

– на всех участках станций, испытывающих антропогенную нагрузку не зависимо от ее вида и интенсивности, наблюдалось увеличение психрофильной аэробной и факультативно анаэробной микробиоты, где общее число аэробных психрофилов составляло свыше 40% от всех выявленных микроорганизмов;

– среди обнаруживаемых в пробах грунта микроорганизмов на территориях прилегающих к станции даже бациллы достаточно активно развиваются при температурах около 0° С, что не является характерным для данных видов микробов и может свидетельствовать об их высоких адаптационных возможностях к различным внешним условиям обитания.

Представлен в Интернете уникальный систематический список донных животных моря Уэдделла, составленный сотрудниками ЗИН РАН и ИО РАН. Данные по донным животным моря Уэдделла хранятся в базе данных (рис. 1.11.8), из которой генерируются систематические списки для отдельных таксономических групп по запросам с веб-страницы <http://www.zin.ru/projects/ecoant/weddell.htm>.

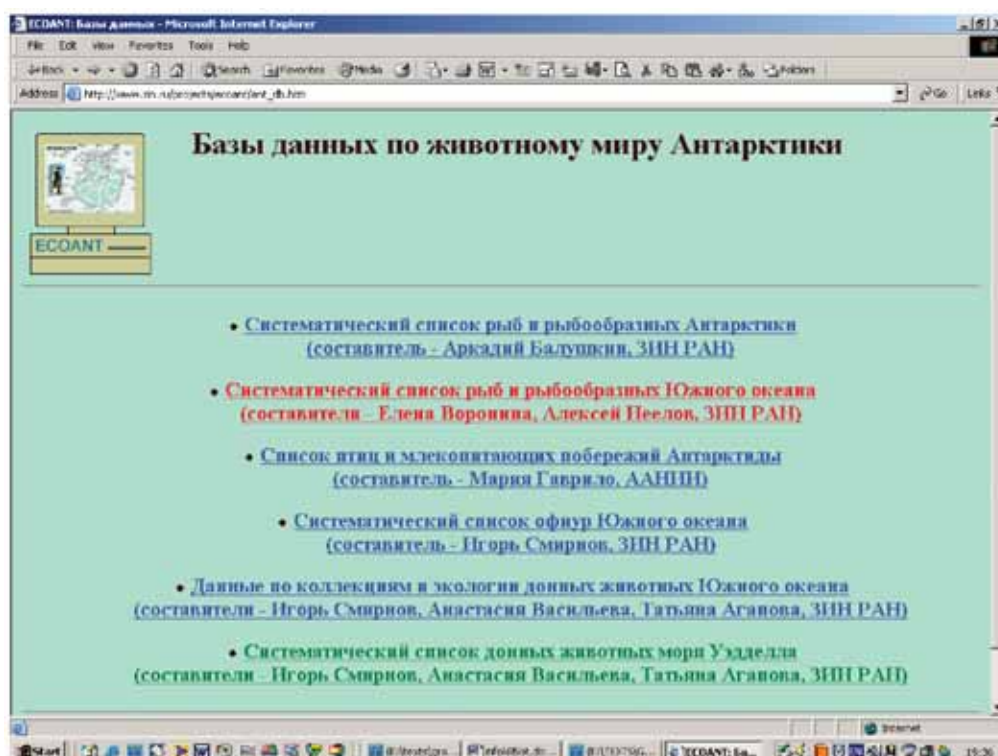


Рис. 1.11.8. Пример Веб-страницы запроса по фауне моря Уэдделла



**1.12. ПРОЕКТ 12. (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.7.2).****«ДАТЬ ОЦЕНКУ ЭКОЛОГИИ ЗОНЫ МОРСКИХ ЛЬДОВ АНТАРКТИКИ»**

Цель проекта заключается в изучении роли морских льдов в биологической продуктивности экосистемы Южного океана и глобальных биогеохимических и энергетических циклах в системе «вода-лед-дно».

В настоящее время, как в нашей стране, так и за рубежом, идет активная подготовка по организации научных исследований в период проведения Международного Полярного года (МПГ) в 2007/08 гг., одной из целей которого является получение полных и достоверных знаний о роли полярных областей в глобальных процессах, формирующих и определяющих взаимосвязанную климатическую и экологическую систему планеты. Исходя из целей предстоящих исследований в МПГ, работа в 2005 г. в рамках проекта была ориентирована, главным образом, на анализ данных для оценки состояния прибрежных и пелагических экосистем морского льда Южного океана. Основное внимание было уделено систематизации и обобщению данных по видовому составу биоты, связанной с обитанием в толще льда и подледном слое воды. Материалом для анализа послужили пробы воды и морского льда из собственных наблюдений в период работ на польской станции им. Г. Арцтовского (о. Кинг-Джордж, 1986–1988 гг.), в 38-й, 44–45-й и 46-й РАЭ в окрестностях континентальных российских станций и на дрейфующей станции в море Уэдделла в 1992 г.

Обработка материалов выполнялась сотрудниками Ботанического РАН, Института океанологии РАН совместно с сотрудниками МГУ. Данные по численности клеток и видового состава флоры отражают динамику и интенсивность биологических процессов в позднее-осенний период развития экосистемы морского льда в Южном океане.

В Антарктике различают пять частей акватории Южного океана: открытые ото льда субантарктические воды, Полярный фронт, береговая и шельфовая зоны и зона постоянно существующего льда. Вследствие внутрizonальной и межгодовой изменчивости, такое деление, конечно, условно, поскольку даже в зоне постоянно существующего льда ледовый покров время от времени исчезает, как, например, у шельфового ледника Ларсена, когда лед отсутствовал в летний период 1992–1993 гг. В нашем исследовании мы придерживаемся деления акватории Южного океана на две части: пространство Южного океана, постоянно открытое ото льда, т.е. это воды к северу от Полярного фронта, и пространство Южного океана постоянно или временно занятое морскими льдами, т.е. акватория к югу от полярного фронта вплоть до континента. В нашем исследовании эту зону мы называем греческим словом *криаль*, что означает пространство, занятое морским льдом и его населением. По аналогии с термином *пелагиаль*, т.е. водное пространство моря и океанов с населяющими их организмами, *криаль* характеризует население морского льда в биогеографических границах Северного и Южного океана.

Зона морских льдов Антарктики представляет собой уникальное природное образование, подверженное значительным сезонным изменениям. В настоящее время изменения природной среды Антарктики достаточно хорошо изучены, особенно, в районе Антарктического полуострова, где вследствие потепления за последние 40 лет наблюдается заметное увеличение площади открытой ото льда воды (в форме разводий и полыней) и, соответственно, сокращение площади морского ледового покрова и продолжительности его существования, а также заметное разрушение покровных ледников. Как следствие потепления, в данном районе зарегистрировано увеличение численности сальпы *Salpa thomsoni* на фоне заметного уменьшения численности и биомассы эуфаузииды *Euphausia superba*. Эти два вида, трофически конкурирующих в морской экосистеме Антарктики, являются надежным индикатором изменений, наблюдаемых в настоящее время в этом районе. Вместе с тем, несмотря на явную очевидность гло-

бальных изменений морской среды в Арктике и, как следствие, их влияния на состав, структуру и динамику экосистем морского льда и верхнего океана в Антарктике нет очевидных свидетельств крупномасштабных изменений состава биологических сообществ морской среды под влиянием глобального потепления, кроме района Антарктического полуострова и районов субантарктических островов. Однако, при устойчивом сокращении площади морских льдов можно предположить существенную перестройку в составе и структуре экосистемы морской Антарктики, что приведет к драматическим перестроениям в ее пищевой сети, а, следовательно, к глобальному изменению потоков углерода в этом важном районе планеты.

В работах 2005 г. были рассмотрены и обобщены биологические характеристики основных элементов ледового покрова морской Антарктики — сезонных льдов, формирующихся ежегодно над глубоким океаном вокруг континента, и припайных льдов, образующихся в мелководной прибрежной зоне в зимний период.

#### Наблюдения в районе российских континентальных станций в 44 и 46-й РАЭ

Всего идентифицировано 70 видов водорослей, из которых 49 видов обнаружены в районе работ 44-й РАЭ и в 46-й РАЭ — 44 вида, соответственно. Число общих видов насчитывает 34, т.е. индекс сходства (индекс Жаккара) составляет 48%. В обоих случаях доминируют диатомовые водоросли, среди которых преобладают *Chaetoceros atlanticus*, *Fragilariopsis kerguelensis*, *Pseudo-nitzschia heimii* с численностью клеток более  $10^7$  кл/л, а субдоминанты *Corethron criophilum*, *Dactyliosolen antarcticus*, *Fragilariopsis cylindrus*, *Fragilariopsis rombica*, *Nitzschia lecontei* с численностью  $10^6$  кл/л. Остальные виды насчитывают менее  $10^5$  кл/л. Обращает на себя внимание низкий уровень сходства флоры (48%), несмотря на то, что время наблюдений в обоих случаях (первая декада мая) совпадало. На наш взгляд, причиной может быть более холодное время в период наблюдений в 44-й РАЭ, когда температура воздуха, а, следовательно, и льда замедляло развитие диатомовых; напротив, в период наблюдений в 46-й РАЭ температура постоянно держалась выше точки замерзания, что, несомненно, способствовало более активному включению других видов водорослей в лед.

На рис. 1.12.1 показана численность клеток водорослей на станциях Прогресс и Молодежная (44-я РАЭ). В обоих случаях обилие приводится по слоям в каждом из отобранных ледовых кернов: 0–20, 20–40 и 40–60 см, соответственно. Во всех случаях мак-

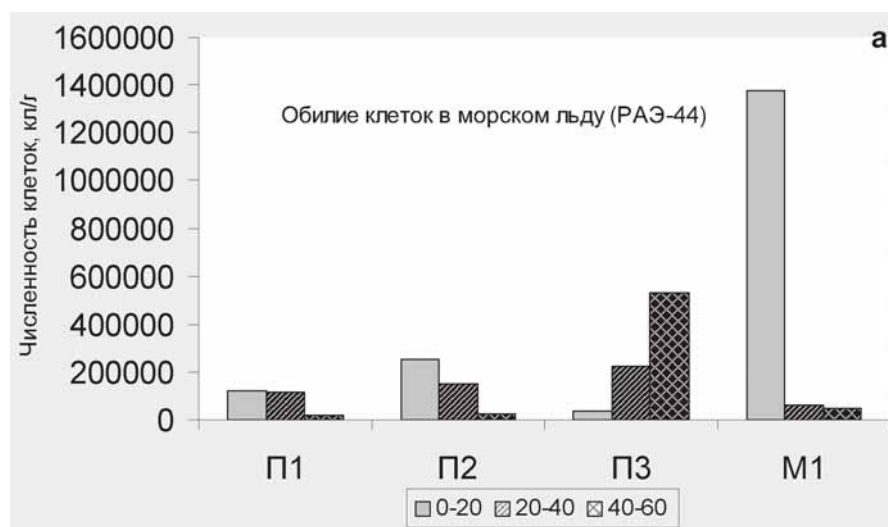


Рис. 1.12.1. Численность клеток микроводорослей в верхнем (0–20), среднем (20–40) и нижнем (40–60 см) слоях льда, собранных на станции Прогресс (П1–П3) и на станции Молодежная (М1) в 44-й РАЭ. Объяснения в тексте.

симальная численность клеток была выявлена в верхних отделах льда, а минимальная в нижних слоях. На станции Прогресс численность клеток не превышала значения  $0,5 \cdot 10^6$  кл/л, а на станции Молодежная  $1,5 \cdot 10^6$  кл/л.

Годом спустя на станции Прогресс мы наблюдали сходную численность в пробах, собранных в тех же точках на припайном льду, что и в 44-й РАЭ. Вместе с тем, в ледовом керне, взятом здесь же, но на слабо заснеженном участке припайного льда, численность клеток превышала на порядок. Во всех случаях, максимальная численность водорослей наблюдалась в нижнем и среднем слоях, что отличается от численности водорослей в период наблюдений в 44-й РАЭ, где максимальные величины численности клеток были отмечены в верхних отделах льда. Эта количественная оценка по численности клеток, развивающихся во льдах в одной и той же прибрежной зоне около станции Прогресс, совпадает с нашей оценкой сходства видового состава флоры в разные годы наблюдений.

Нами выявлены высокие величины численности клеток ледовых водорослей, развивающихся во льду у островов Буромского и Хасуэлла в районе станции Мирный: численность клеток превышала 100 млн.кл/л, что на три порядка выше численности клеток, выявленных нами в пробах из других районов Антарктики в тот же сезон. К сожалению, у нас нет данных, характеризующих особенности формирования льда, чтобы судить о причинах столь бурного развития диатомовых в этом районе во второй декаде мая. Максимальные величины численности клеток были отмечены в нижних отделах льда, что дает нам основание предполагать о первой стадии развития льда, когда снегонакопления еще недостаточно для формирования инфильтрационных льдов.

Всего проанализировано более 200 проб по составу сообществ, физико-химических характеристик морского льда и поверхностной воды. Составлен каталог видового состава ледовых водорослей и подготовлены пробы для последующего анализа этих водорослей методом электронного микроскопирования.

### **Морской лед пелагиали**

Анализ таксономического состава и обилия диатомовых в различных горизонтах льда позволил выделить три основных типа сообществ: поверхностное, толщи льда и его донного слоя.

*Поверхностное сообщество* развивается в инфильтрационном слое между снегом и льдом и в верхних горизонтах льда. Образование верхнего слоя с повышенной биомассой водорослей в морском льду - явление исключительно антарктическое и связано с накоплением снега на верхней ледовой поверхности и формированием, так называемого, инфильтрационного льда. Когда вес снега становится существенным по отношению к весу самого льда, то лед притапливается ниже уровня моря так, что морская вода проникает по капиллярной системе на границу лед-снег и здесь смерзается, образуя «снежный лед», где формируются благоприятные условия для развития водорослей. Состав сообщества почти моноспецифичен и состоит из одного вида - *Fragilariopsis cylindrus*, образующего сплошные лентовидные тяжи в верхнем слое льда. Многочисленные клетки этих водорослей (до 400000 кл/мл) окрашивают верхнюю часть льдины в буро-коричневый цвет. Характерной особенностью сообщества является высокая концентрация кремнеземных цист *Archaeomonas areolata*. В многолетнем льду отмечено два пика их развития: в середине лета и осенью. В этот период цисты составляют до 40–70% численности водорослей. Иная картина наблюдается в однолетнем льду. Здесь сообщество состоит почти исключительно из крупных клеток *Fragilariopsis cylindrus* – 85–97% флоры. Доминирование цист заканчивается уже в начале марта. Высокие уровни концентрации хлорофилла (до 45 мкг/л) свидетельствуют об интенсивных биологических процессах, протекающих в верхних горизонтах льда. Основными факторами, стимули-

рующими развитие диатомей, являются, вероятно, благоприятный световой режим и обилие питательных веществ, поступающих в сообщество при таянии льда и из пропитывающей инфильтрационный слой морской воды. Средняя концентрация хлорофилла в поверхностном сообществе однолетнего льда составляет 25 мкг/л, что вдвое превышает его содержание в многолетнем льду.

Сообщество толщи льда представлено водорослями, которые развиваются в каналах стока рассола, солевых ячейках и между кристаллами льда. Существенное отличие данного сообщества от сообщества вышележащих горизонтов заключается в увеличении числа видов-доминантов и значительном сокращении количества крупных клеток *Fragilariopsis cylindrus* и *Archaeomonas areolata*. Особенно резкая смена сообщества происходит в однолетнем льду. Численность крупной формы *F. cylindrus* (9–30 мкм) заметно снижается, цисты встречаются редко или почти отсутствуют. В середине лета и осенью происходит массовое развитие мелкой формы *F. cylindrus* (4–8 мкм), которая занимает в сообществе доминирующее положение; ее численность (120000 кл/л) в среднем составляет 45% общего количества диатомей (в ряде случаев до 70%) и вид становится доминантом. В конце лета – начале осени образуется другая доминирующая группа из мелкой формы и крупной форм *F. cylindrus* и *Nitzschia lecointei*. В этот же период значительно возрастает численность двух планктонных видов *Coreothron criophilum* и *C. closterium*, которые становятся субдоминантами. В многолетнем льду состав господствующих видов более разнообразен. Здесь доминирующий комплекс образован 8 видами – крупной и мелкой формой *Fragilariopsis cylindrus*, *F. curta*, *F. kerguelensis*, *Nitzschia lecointei*, *Cylindrotheca closterium*, *Actinocyclus actinochilus* и *Coreothron criophilum* и кремнеземная циста *Archaeomonas areolata*. В большинстве случаев, относительная численность вида-доминанта не превышает 30% общей численности микроводорослей. К началу осени группа видов, преобладающих в сообществе толщи многолетнего льда дополняется также ледовыми *Fragilariopsis rhombica*, *F. obliquecosta*, *F. ritscherii*, *Navicula criophyla* и планктонными видами – *Chaetoceros dictyota*, *C. skeleton*, *Thalassiosira gracilis*. Значения концентрации хлорофилла «а» в сообществе составляют в среднем 7–10 мкг/л, т.е. в два раза ниже значений в поверхностных горизонтах.

Сообщества донного слоя льда образуется в самых нижних горизонтах и на морской поверхности льда (граница раздела вода–лед). Его состав во многом сходен с составом сообщества толщи льда. Общими чертами являются совпадение наиболее часто встречающихся видов и концентрации хлорофилла «а» в среднем 6–9 мкг/л. Однако, наряду с общими чертами, имеются и существенные различия. Так, в однолетнем льду численность клеток *Coreothron criophilum* значительно возрастает, и вид включается в состав доминирующего комплекса, а подчиненное положение занимает крупная форма *Fragilariopsis cylindrus*. В донном слое многолетнего льда резкое увеличение количества мелких клеток *F. cylindrus* (до 48–72% численности микроводорослей в летний период) приводит к исключению из состава доминирующего комплекса видов *Corethron criophilum* и *Nitzschia lecointei* и переходу 4 других видов – *Fragilariopsis kerguelensis*, *F. curta*, *Actinocyclus actinochilus* и *Cylindrotheca closterium* в группу субдоминантов.

Анализ проб морской воды, собранных одновременно с пробами морского льда показал, что приледовый планктон крайне беден диатомовыми. Среди 17 видов диатомей преобладают *Fragilariopsis cylindrus*, *F. curta* и *Corethron criophilum*. Флора носит смешанный характер и представлена, главным образом, планктонными и типично ледовыми видами. Во всех без исключения пробах подледной воды содержание хлорофилла «а» не превышало 0,02 мкг/л, что на три порядка меньше его значений в поверхностных горизонтах льда. Это подтверждает данные о том, что условия обитания водорослей во льду более благоприятны, чем в воде подо льдом. Интенсивное развитие диатомовых может быть вызвано рядом причин, наиболее важными из которых являются, вероят-



но, благоприятный световой режим для ледовых диатомей и менее благоприятный для подледного фитопланктона.

### **Сравнительный анализ пелагических и прибрежных экосистем морского льда**

На основании круглогодичных наблюдений в Адмиральском заливе на о. Кинг-Джордж в 1987–1988 гг. было показано, что биомасса водорослей (в величинах концентрации хлорофилла *a* на 2–3 порядка превосходит биомассу водорослей в воде подо льдом. Соотношение между величинами взвешенного органического углерода и хлорофилла *a* составили 220 в молодых формах льда, 109 – у «якорного» льда и 23 – в береговом льду. Максимальные величины концентрации хлорофилла *a* (210 µg/l) и взвешенного органического углерода (около 6000 µg/l) были измерены в береговом льду. В табл. 1.12.1 приводятся средние величины концентраций хлорофилла *a* (Chl *a*), взвешенного органического углерода (POC) и минерального кремния (Si) в различных типах морского льда и поверхностной воды в пелагической и прибрежной зонах Антарктики.

*Таблица. 1.12.1*

**Средние величины концентраций хлорофилла *a* (Chl *a*),  
взвешенного органического углерода (POC) и минерального кремния (Si)  
в различных типах морского льда и поверхностной воды  
в пелагической и прибрежной зонах Антарктики**

Морской лед пелагиали (по материалам ледовой станции «Уэдделл-1», февраль–июнь 1992 г.)						
Тип льда	Chl <i>a</i> µg/l	POC µg/l	Si µg/l	Соотношение «лед/вода»		
				Chl <i>a</i>	POC	Si
Молодой	14,7 (n=40)	1602 (n=40)	335 (n=40)	245	21	0,17
Однолетний	7,6 (n=51)	889 (n=51)	207 (n=51)	122	12	0,11
Двухлетний	6,1 (n=78)	714 (n=78)	99 (n=78)	98	9	0,05
Морская вода	0,06 (n=9)	76 (n=9)	1928 (n=9)			

Прибрежный морской лед (по материалам континентальной станции им. Г.Арцтовского, 1987–1988 гг.)						
Тип льда	Chl <i>a</i> µg/l	POC µg/l	Si µg/l	Соотношение «лед/вода»		
				Chl <i>a</i>	POC	Si
Молодой	1,1 (n=9)	243 (n=28)	36 (n=27)	1,69	2,67	0,44
Припайный	69 (n=17)	1565 (n=7)	16 (n=7)	106	17,2	0,19
Якорный	17 (n=44)	1850 (n=44)	17 (n=43)	26	20,3	0,21
Морская вода	0,65 (n=14)	97 (n=16)	81 (n=18)			

Важно отметить, что такие высокие величины органического вещества во льдах прибрежной зоны демонстрируют высокую биологическую активность ледовых водорослей в зимний период, что, несомненно, является дополнительным энергетическим депо для биологических сообществ литорали и сублиторали, биотопически связанных с зоной припайных льдов в зимний период.

### 1.13. ПРОЕКТ 13.(ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.8.1).

#### **«ИЗУЧИТЬ ОСНОВНЫЕ ЧЕРТЫ СТРОЕНИЯ, ФУНДАМЕНТАЛЬНЫЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ ЭВОЛЮЦИИ И ОСОБЕННОСТИ МИНЕРАГЕНИИ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЛИТОСФЕРЫ. ДАТЬ ОЦЕНКУ МИНЕРАЛЬНО-СЫРЬЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА АНТАРКТИКИ»**

В 2005 г. исследования были направлены на решение следующих задач: реконструкция геологического развития и оценка перспектив нефтегазоносности бассейна моря Моусона; морфоструктурное районирование Антарктиды; изучение потенциальных полей Антарктики (составление новых версий карт аномального магнитного поля и аномального поля силы тяжести Антарктики); составление геологической карты обнаженных районов западной части Земли Уилкса.

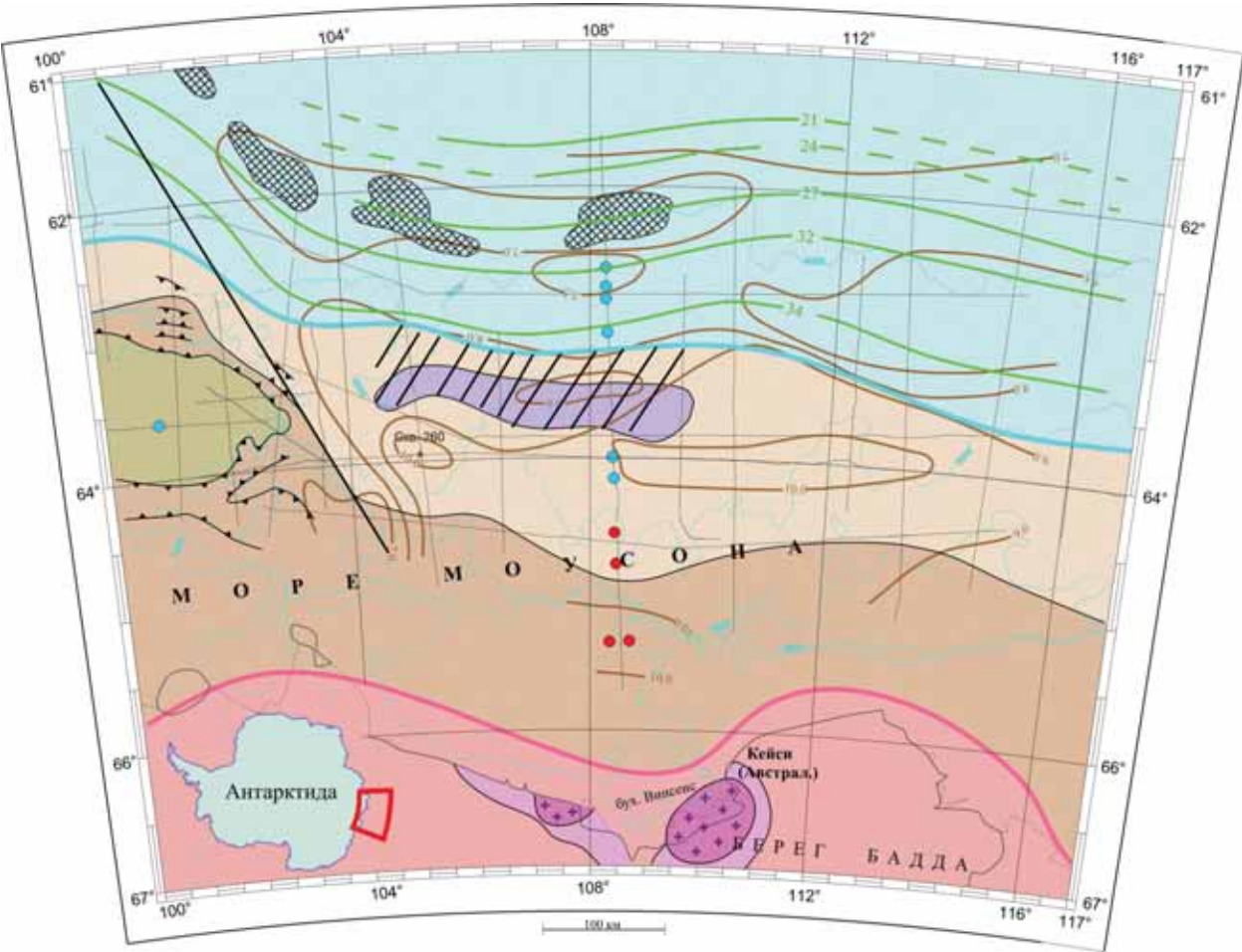
#### **Строение, история геологического развития и перспективы нефтегазоносности осадочного бассейна моря Моусона.**

В результате комплексной интерпретации геофизических данных, полученных в море Моусона, на этапе полевой обработки и интерпретации были построены: схема изохрон поверхности фундамента; схема изохрон мощности осадочного чехла; схематические карты графиков и изолиний аномального поля силы тяжести; схематические карты графиков и изолиний аномального магнитного поля; модель земной коры в сечении континент-океан; модель спрединга морского дна глубоководной котловины моря Моусона; структурно-тектоническая схема бассейна моря Моусона (рис. 1.13.1); схема строения осадочного бассейна с выделением перспективных на углеводороды площадей.

Выявлены основные особенности строения фундамента континентальной окраины в бассейне моря Моусона. В региональном отношении поверхность фундамента образует крупный линейный периконтинентальный прогиб, ограниченный на западе банкой Брюс, с максимальным погружением в подножии континентального склона до 8–11 км (рис. 1.13.1). Установлено, что бассейн моря Моусона представляет собой невулканическую окраину с максимальной величиной растяжения земной коры и выходом ультраосновных серпентинизированных пород верхней мантии в основании осадочного чехла.

В результате интерпретации геофизических данных определено положение границы между корой континентального (рифтогенного) и океанического типов. Она совпадает с южным ограничением области развития фундамента, характеризующегося рельефной бугристой поверхностью, выклиниванием нижнего (рифтового) комплекса осадочного чехла и маркируется линейной магнитной аномалией. Мощность земной коры бассейна моря Моусона, согласно данным МПВ и результатам моделирования аномалий поля силы тяжести, составляет 25–20 км в шельфовой части бассейна, 10–13 км в подножии континентального склона и 9–10 км в абиссальной котловине.

В области океанической коры по результатам магнитометрических исследований выявлена последовательность линейных магнитных аномалий от 34 (83 млн лет) до 21 (43,2 млн лет), простирающихся параллельно границе континент–океан. По результатам моделирования, ранний этап океанического раскрытия между Австралией и Антарктикой характеризуется ультрамедленным спредингом (4,2 мм/год для западной части и 6,3 мм/год для восточной части района исследований между аномалиями 34 и 32; 3,5 мм/год между аномалиями 32 и 27; 5,0 мм/год между аномалиями 27 и 24 и около 3,5 мм/год между аномалиями 24 и 21). Экстраполяция скорости спрединга между 34-й и 32-й аномалиями до границы континент-океан позволяет предположить, что раскол литосферы между Австралией и Антарктидой произошел около 87–89 млн лет назад. Между 30-й и 26-й аномалиями (в коре с возрастом от 67 до 58 млн лет) обнаружен



У С Л О В Н Ы Е   О Б О З Н А Ч Е Н И Я

КОРА КОНТИНЕНТАЛЬНОГО ТИПА		КОРА ОКЕАНИЧЕСКОГО ТИПА
НОРМАЛЬНАЯ	РИФТОГЕННАЯ (РАСТЯНУТАЯ И РЕДУЦИРОВАННАЯ; АМАГМАТИЧЕСКАЯ)	
<div> Докембрийский кристаллический щит (с мощностью коры 30-40 км)</div> <div>1) высокометаморфизованные комплексы протерозойского подвижного пояса, прорванные чарнокитовыми интрузиями</div> <div>2) нерасчлененные метаморфические комплексы подо льдом и на внутреннем шельфе</div>	<div> Поднейорская-поднемеловая рифтовая система (периконтинентальный рифтовый грабен)</div> <div>1) зона резкого погружения (от 1-2 до 9-10 км) кристаллического фундамента и сокращения (от 30 до 16 км) мощности коры (борт рифтового грабена)</div> <div>2) зона глубоко погруженного (7-11 км) фундамента и сильнооуплотненной (до 13 - 10 км) корой (двигше рифтового грабена)</div> <div> Окраинное вулканическое поднятие банки Брюса (раннемеловые базальты в основании чехла)</div> <div> Зона максимального растяжения и разрыва земной коры с выходом мантийных пород в основании осадочного чехла (мантийное окно); а) - перидотитовый хребет</div> <div>Граница рифтового грабена</div>	<div> Позднемеловая-палеогеновая абиссальная котловина (с мощностью коры 9-10 км)</div> <div> Амагматические сегменты палеохребта, представленные серпентинизированными перидотитами с возрастом 67-58 млн. лет</div> <div> Оси спрединговых магнитных аномалий и номера хронов полярности</div> <div>(34 - 83 млн. лет; 32 - 71 млн. лет; 27 - 61 млн. лет; 24 - 53.4 млн. лет 21 - 46.2 млн. лет)</div> <div>Предполагаемое положение границы континент-океан</div>
<div> Тектонические нарушения</div> <div>а) сбросы</div> <div>б) зона разломов трансформного направления</div>	<div>Значения граничных скоростей в поверхности фундамента</div> <div> 5.8 - 6.2 км/с</div> <div> 4.8 - 5.5 км/с</div>	<div> Генерализованные изоглубины поверхности фундамента (км)</div>

Рис.1.13.1 Структурно-тектоническая схема бассейна моря Моусона.



аккреционный амагматический сегмент палеохребта, сложенный нормальными (неизмененными) и серпентинизированными перидотитами (рис. 1.13.1).

В осадочном чехле глубоководной области бассейна по сейсмическим данным идентифицировано три основных главных региональных несогласия: WL1, WL2, WL3, разделяющие индивидуальные сейсмические комплексы. Нижний сейсмический комплекс имеет мощность до 4 км и представляет собой рифтовый этаж бассейна, который образовался на этапе растяжения земной коры в позднеюрско-раннемеловое время. Несогласие WL1 связано с завершением рифтовой стадии развития окраины и раскрытием океана между Австралией и Антарктидой. Пострифтовый этаж осадочного чехла представлен комплексом «WL1-WL2», позднемелового возраста мощностью до 1,3–1,5 км, комплексом «WL2-WL3» палеоцен-позднеэоценового возраста мощностью не более 1 км и комплексом «WL3-дно» позднеэоцен-четвертичного возраста мощностью до 3,5 км. Два нижних комплекса пострифтового этажа имеют однородное строение и преимущественно сложены морскими гемипелагическими отложениями. Верхний комплекс отличается многообразием сейсмических фаций, определяющих его ледниково-морской генезис. Внутри комплекса выделяется еще два несогласия (WL3а и WL4), разделяющих слои с собственной характерной структурой волнового поля. Предполагается, что синледниковое осадконакопление в море Моусона началось раньше, чем на всей остальной окраине южной части Индийского океана от моря Рисер-Ларсена до моря Дейвиса. Суммарная мощность осадочного чехла бассейна моря Моусона составляет 2,5–5,5 с (5,0–9,0 км) на изученной части внешнего шельфа и подножии континентального склона, 1,5–2,5 с (2,0–6,0 км) в абиссальной котловине и 0,5–2,0 с (0,7–2,2 км) в пределах банки Брюс.

Выполненные исследования позволили оконтурить и определить основные параметры осадочного бассейна моря Моусона. Граница осадочного бассейна условно проведена по изопахите 2,0 км, а в его пределах выделены глубоководный и шельфовый суббассейны. Предполагается, что рифтовый и частично пострифтовый (нижний комплекс) этажи попали в зону созревания УВ, обеспечив высокий потенциал нефтегазогенерации. Наиболее перспективными в отношении накопления углеводородов могут являться доледниковые отложения в шельфовом суббассейне, в составе которых предполагается преобладание относительно крупнозернистых (алеврито-песчаных) фракций и карбонатных пород, формировавшихся в континентальных и мелководно-морских условиях. Глинистые фации верхнего комплекса глубоководной части бассейна могут, в свою очередь, являться покрывками для залежей углеводородов. В качестве ловушек нефти и газа предполагаются пологие структуры антиклинального типа, зоны выклинивания горизонтов на многочисленных выступах фундамента в подножии континентального склона. Общая площадь бассейна составляет 280 тыс. кв. км, мощность чехла — до 9,0 км, объем осадочного материала — около 1,3 млн куб. км. Углеводородный потенциал акватории, изученной работами 50 РАЭ, оценивается в 1,9 млрд т. УТ.

### **Морфоструктурное районирование Антарктиды**

Подледный рельеф является одной из немногих объективных характеристик строения подледной части материка. В Антарктиде развиты две генетические категории рельефа — коренной и ледяной. Коренной рельеф, в свою очередь, характеризуется наличием двух ярусов, резко отличных по ведущему рельефообразующему процессу. Нижний подледный ярус сформирован в основном в доледниковый период тектоническими и денудационными процессами и в настоящее время испытывает изостатическое и экзарационное воздействие материкового ледникового покрова. Верхний ярус — надледный, представлен рельефом горных массивов, освобождающихся от льда в процессе дегляциации или вообще не перекрывавшиеся льдом. Данные об этих разновидностях



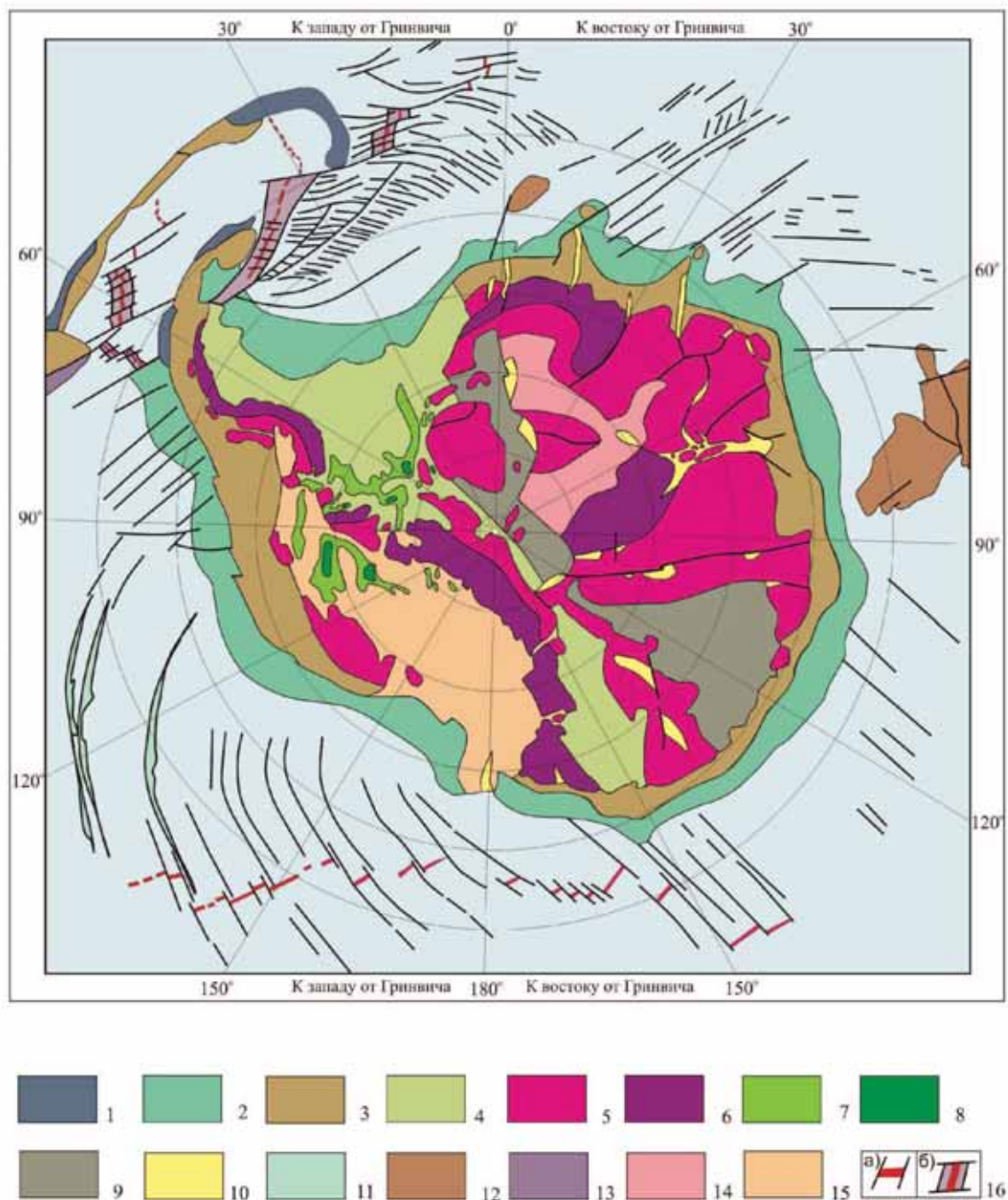


Рисунок 1.13.2. Схема морфоструктурного районирования Антарктиды.

1 – высокие равнины, 2 – возрожденные (эпиplatformенные горы), 3 – межгонные долины, 4 – низкие равнины, 5 – равнинно-шельфовые области, 6 – внутриматериковая (Западноантарктическая) отмель, 7 – континентальные рифты, 8–9 – грабенообразные прогибы на шельфе (8 – глубиной до 1500 м, 9 – свыше 1500 м), 10 – шельф, 11 – материковый склон, 12 – океанические поднятия, 13 – глубоководные желоба, 14 – компенсированные осадками желоба, 15 – впадины трансформных разломов, 16 – срединно-океанические рифты (б – срединный горст).

антарктического рельефа, ледового и коренного, основываются на комплексных геофизических исследованиях, включающих спутниковую радиолокационную (альтиметрическую) съемку поверхности ледникового покрова и измерение толщины льда сейсмическим методом отраженных волн и радиолокационным зондированием.

Мощность ледникового покрова в Антарктиде, за исключением прибрежных районов в полосе 300–500 км, превышает в среднем 3000 м и находится в прямой зависимости от характера подледного рельефа. В районе распространения внутриконтинентальных подледных гор происходит снижение мощности льда до 1500–1800 м, а над значительными впадинами она увеличивается до 3500–4000 м. Результаты гравиметрических исследований свидетельствуют о том, что, несмотря на столь значительную избыточную нагрузку, материк в целом находится в состоянии изостатического равновесия. Это равновесие, согласно общепринятой точке зрения, достигается путем проседания континента в мантию под тяжестью ледникового покрова. Предполагается также, что после дегляциации материк всплывает на высоту, которая в первом приближении может быть рассчитана по формуле  $dh = 0,27H$ , где  $H$  – мощность льда. При этом воздымание, скорее всего, будет происходить избирательно, отдельными блоками, ограниченными зонами крупных тектонических нарушений. В результате, с учетом установленных мощностей льда подъем этих форм рельефа после дегляциации (что соответствует высотному стоянию континента до оледенения) может достигать 1000 м над впадинами и 450 м над горными массивами. Морфологическое сходство и различие крупнейших структурных элементов земной коры определяется их внутренним строением и историей развития, что учитывалось в процессе исследований. В результате анализа подледного рельефа Антарктиды, альтиметрических спутниковых данных, радиолокационного и сейсмического зондирования составлена схема морфоструктурного районирования (рис.1. 13.2).

#### **Карта аномального магнитного поля Антарктики**

Новая версия карты аномального магнитного поля Антарктики, составленная в рамках проекта 13 в 2005 г., базируется на материалах международного проекта ADMAP (цифровая карта аномального магнитного поля Антарктики) с вовлечением новых данных, полученных во внутриконтинентальных районах Антарктиды и на ее континентальной окраине. В новую версию карты вошли материалы новых магнитометрических исследований ПМГРЭ в районе гор Принс-Чарльз и в Индоокеанском секторе Антарктики, института Альфреда Вегенера (AWI, Германия) и геологической службы Германии (BGR) в центральной части Земли Королевы Мод, японской и австралийской экспедиций в окраинных морях Восточной Антарктики. При составлении карты была выполнена увязка исходной информации внутри каждого из двух главных составляющих массивов данных – аэро- и гидромагнитного, а затем произведено объединение этих массивов в единую базу данных. На основе базы данных рассчитан грид 5×5 км, который был использован для построения карты масштаба 1: 10 000 000 в полярной стереографической проекции (рис. 1.13.3). В процессе построения новой версии карты выбрана единая модель нормального поля, осуществлен внутренний контроль данных по отдельным съемкам, их уравнивание, выбор оптимальных способов слияния данных с созданием локальных гридов. Расхождения в методических приемах, применявшихся экспедициями разных стран и организаций, привели к определенным различиям в структуре и качестве исходных массивов данных, поэтому при их слиянии в результирующий грид применялись процедуры сглаживания и фильтрации. Во многих случаях это требовало оценки представительности исходных материалов и адекватности процедур, использованных при их обработке.

Новая версия карты аномального магнитного поля Антарктики (рис. 1.13.3), которая пополнилась новыми данными и составлена с использованием современных программных средств, заметно отличается по качеству и информативности по сравнению с предыдущей версией, опубликованной в 2002 г. консорциумом проекта BEDMAP. Она будет использоваться для районирования и систематизации магнитных аномалий Антарктики, а также для составления тектонической карты Антарктики, выполняемой в рамках проекта МПГ 2007/08 гг.



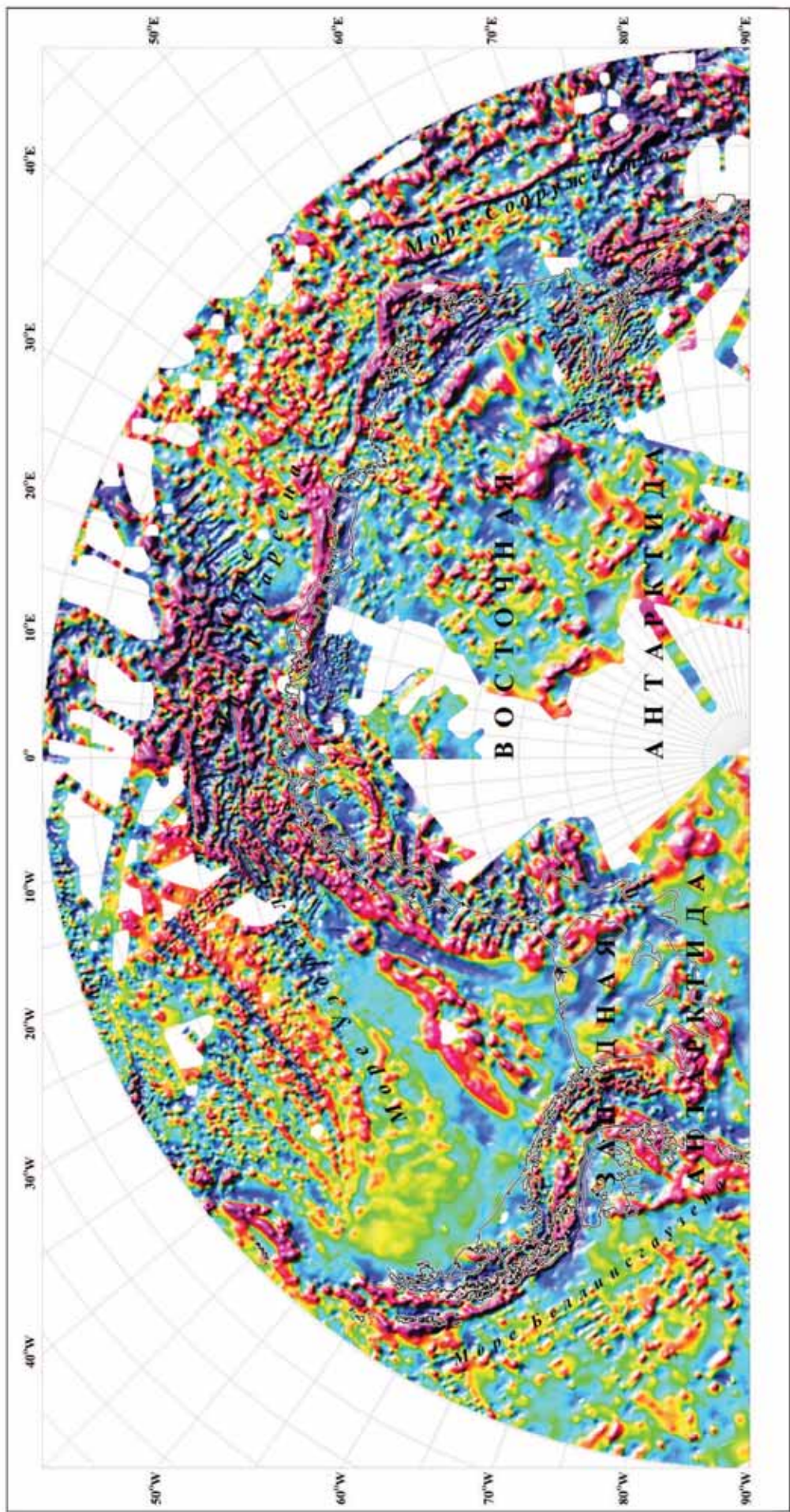


Рис. 1.13.3. Карта аномального магнитного поля Антарктики (сектор моря Уэдделла и Восточной Антарктиды).  
Составлена по материалам отечественных и зарубежных экспедиций.



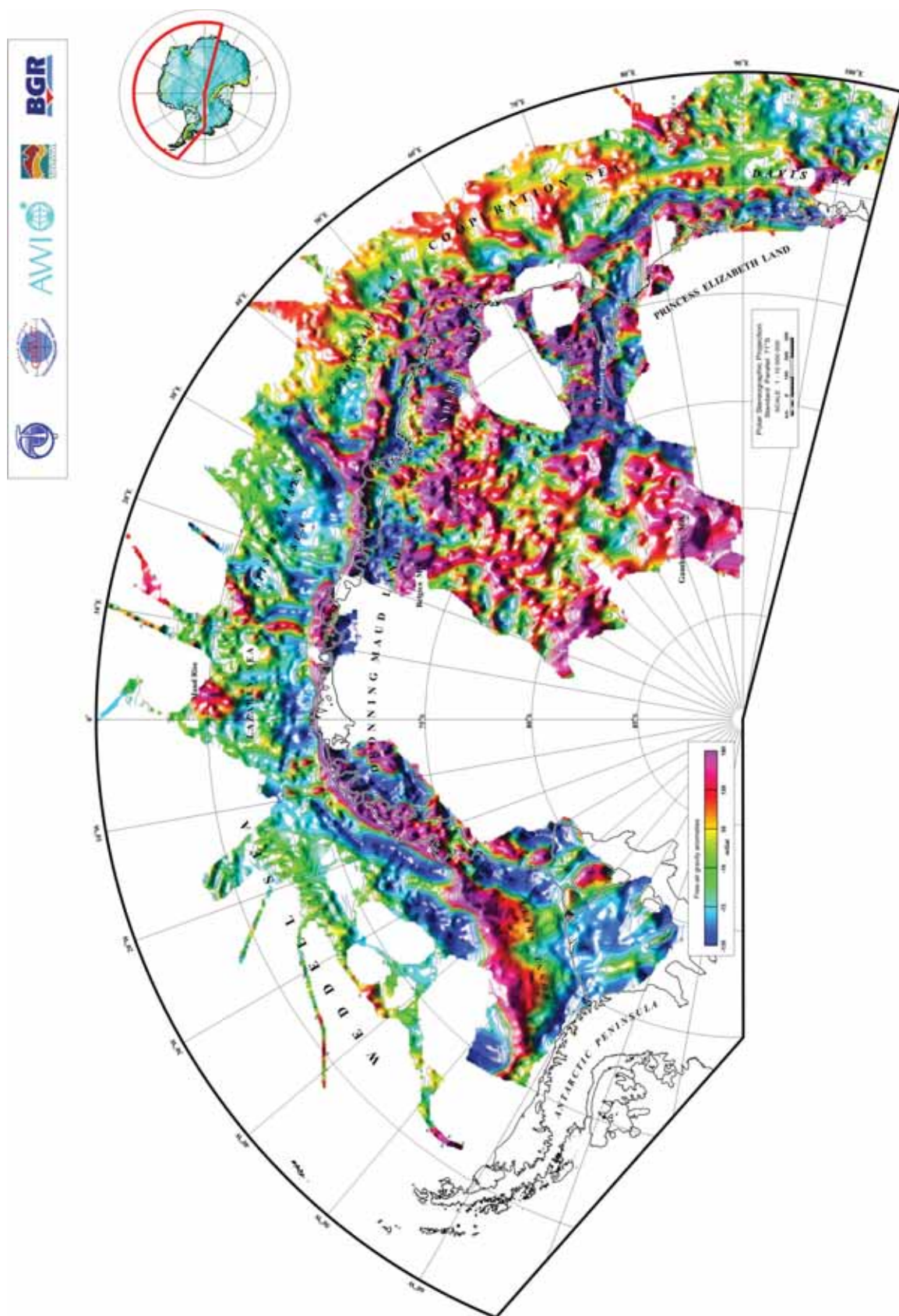


Рисунок 1.13.4. Карта аномального поля силы тяжести Антарктики (редукция в свободном воздухе). Составлена по материалам отечественных и зарубежных экспедиций.



### **Карта аномального поля силы тяжести Антарктики**

В 2005 г. создана новая версия сводной гравиметрической карты Антарктиды и прилегающих акваторий Южного океана масштаба 1: 10 000 000. Работа по обновлению карты была связана с интеграцией новых материалов, которые были получены за последние 5 лет (в основном морские съемки). В новой версии карты для определения аномалий поля силы тяжести была использована международная нормальная формула 1967 г., вместо ранее применявшейся формулы Кассиниса (1930 г.). Весь собранный фактический материал унифицирован и хранится в единой согласованной базе гравиметрических данных (БГД). БГД объединяет более 3000 пунктов наземных (наледных) гравиметрических наблюдений, выполненных в районах побережья и шельфовых ледников на площади около 2 000 000 км<sup>2</sup>, свыше 190 000 пог. км маршрутов региональных аэрогравиметрических съемок во внутриконтинентальных областях и районах побережья общей площадью более 4 700 000 км<sup>2</sup> и около 250 000 км профильных наблюдений морских гравиметрических съемок в окраинных морях Западной и Восточной Антарктиды (рис. 1.13.4). Кроме данных отечественных площадных исследований, составляющих более 70% использованного материала, в БГД вошли результаты австралийских (Geoscience Australia), немецких (BGR, AWI), норвежских (NARE) и японских (JARE, JNOC, GSJ) экспедиций. Наиболее надежными являются данные наземных и морских гравиметрических наблюдений, для большинства которых точность определения аномалий в свободном воздухе составляет  $\pm 1-3,5$  мГал. Погрешности аэрогравиметрических определений в несколько раз выше ( $\pm 4-12$  мГал).

Формирование региональной БГД и создание на ее основе цифровой модели гравитационного поля Антарктиды и акваторий прилегающих морей было выполнено с помощью пакета программ по обработке и визуализации геофизической информации Геологической Службы Канады (GSC, Atlantic), адаптированного для обработки данных, полученных в южном полушарии. Итерационная увязка профильных наблюдений, ориентированная на минимизацию невязок в точках пересечений маршрутов, выполнялась по стандартной методике с применением «cross-over» анализа, последующего гридирования данных и построения карт изолиний для визуального контроля пространственной корреляции гравитационных аномалий. Процесс обработки проводился последовательно от внутренней увязки данных по каждой индивидуальной съемке к их внешней увязке с данными всех соседних съемок.

Для построения карты аномалий поля силы тяжести масштаба 1: 10 000 000 данные унифицированного массива были интерполированы в узлы матрицы 10×10 км по методу «minimum-curvature». Новая цифровая модель гравитационного поля аномалий в свободном воздухе представлена в виде карты цветного теневоего рельефа поля (рис. 1.13.4).

### **Геологическая карта западной части Земли Уилкса (Оазис Грирсона)**

Оазис Грирсона расположен в западной части Земли Уилкса в районе австралийской станции Хейси (ранее американская станция Уилкс) на 66°20' ю. ш. и 110°30' в. д. Он представляет собой обнаженные участки антарктической суши и прилегающих островов и занимает площадь около 400 км<sup>2</sup>. Оазис (острова Уиндмилл и полуострова) состоит из пара- и ортогнейсов, интродуцированных обширной чарнокитовой свитой, мелкими телами порфировидных гранитов и на поздней стадии долеритовыми дайками. С севера на юг степень метаморфизма изменяется от амфиболитовой фации до гранулитовой. Были установлены четыре фазы деформаций: D1 и D2 ассоциируются с метаморфизмом высокой степени и изоклинальной складчатостью, D3 характеризовалась открытой складчатостью, а D4 — ретроградным скалыванием. Высокая температура метаморфизма господствовала дольше последней главной фазы деформации (D2) и следствием этого было широко распространенное прокаливание структур D1 и D2

Метаосадочные породы региона включают мигматитовые псаммитовые и пелитовые гнейсы с подчиненными известково-силикатными гнейсами, полосчатой железистой формацией (ПЖФ), будинами богатых марганцем метаосадочных пород и редкими богатыми магнием сапфирин-силлиманит-кордиеритовыми обособлениями веретенообразной или неправильной, новытянутой формы. Мигматитовые кристаллические сланцы и гнейсы пелитовых и псаммитовых составов в зоне амфиболитовой фации характеризуются следующими минеральными ассоциациями: кварц + силлиманит + биотит + плагиоклаз + калишпат + магнетит ± гранат ± родонит и биотит + плагиоклаз + калишпат + кварц ± родонит. В зоне гранулитовой фации распространены минеральные ассоциации: кварц + гранат + кордиерит + плагиоклаз + калишпат + биотит ± силлиманит ± гиперстен ± корнерупин ± грандидьерит ± сапфирин ± родонит и гранат + ортопироксен + плагиоклаз + калишпат + кварц ± биотит ± родонит. Богатые марганцем метаосадочные породы являются признаком соответствующей полезной минерализации.

#### 1.14.ПРОЕКТ № 14 (ТЕМА РОСГИДРОМЕТА 2.2.8.2).

**ПРОВЕСТИ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ УЗЛОВЫХ РАЙОНОВ АНТАРКТИКИ В РАМКАХ ПРОГРАММЫ МЕЖДУНАРОДНЫХ ГЕОТРАВЕРЗОВ (АНТАЛИТ, ГЕОМОД) И ПРОГРАММЫ АНТОСТРАТ. СОЗДАТЬ БАЗЫ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ДАННЫХ И КОМПЛЕКТЫ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ КАРТ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО СОДЕРЖАНИЯ СРЕДНЕГО МАСШТАБА ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ НА МИНЕРАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ РАЙОНОВ АНТАРКТИКИ**

В 2005 г. исследования были направлены на изучение особенностей строения аномального магнитного поля центральной части Земли Королевы Мод, геологическое и геохронологическое изучение сектора Восточной Антарктиды, включающего Землю Мак Робертсона (горы Принс-Чарльз: массив Мередит, гора Рукер) и Землю Принцессы Елизаветы (восточный борт ледника Эймери) и составляющего центральную зону геотраверза АНТАЛИТ, а также составление тектонической схемы этого района. Выполненные работы и исследования составляют часть программы составления комплекта геологических карт ключевых районов геотраверза АНТАЛИТ.

##### **Карта магнитных аномалий центральной части Земли Королевы Мод**

Материалы магнитометрических исследований, использованные для составления сводной карты аномального магнитного поля центральной части Земли Королевы Мод, отличаются крайней неоднородностью. В нее вошли данные детальных аэромагнитных исследований, выполненных по сети маршрутов 4,4 км (GEOMOD, BGR) и 5 км (34-я САЭ), а также съемки по сети субмеридиональных маршрутов через 20–30 км (6-я и 34-я САЭ) и результаты региональных исследований выполненных в рамках немецких национальных проектов EPICA и EMAGE (рис. 1.14.1). Значительная часть территории не изучена, а ряд материалов аэромагнитных съемок к настоящему времени недоступен.

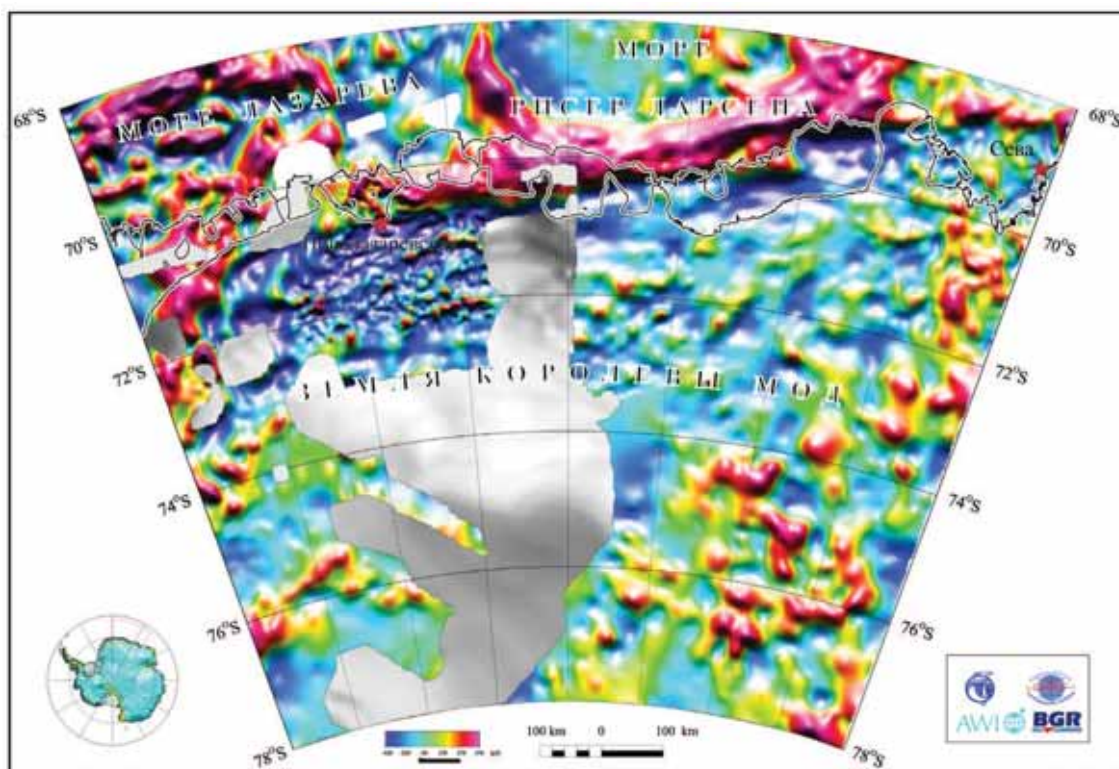


Рис.1.14.1. Карта аномального магнитного поля центральной части Земли Королевы Мод. Составлена по материалам отечественных и зарубежных экспедиций.

При составлении карты было осуществлено уравнивание исходной информации внутри каждого из двух главных составляющих массивов данных — детального и регионального, а затем объединение обоих массивов в единый грид 5×5 км, который был использован для построения карты изолиний масштаба 1: 2 500 000 с сечением изолиний 25 нТл в полярной стереографической проекции. На каждом этапе этой работы приходилось сталкиваться с решением проблем выбора модели нормального поля, внутреннего контроля отдельных съемок, их корректного уравнивания, выбора оптимальных способов слияния данных и создания гридов. Расхождения в методических приемах, применявшихся разными национальными организациями, породили определенные различия в структуре и качестве исходных массивов данных. Поэтому перед их слиянием в сводный грид было необходимо убедиться в сопоставимости интегрируемых данных и по мере возможности сгладить существующие несоответствия. Во многих случаях это требовало возврата к выборочному анализу представительности исходных материалов и адекватности процедур, использованных при их обработке.

Сводная карта составлена с использованием современных компьютерных технологий, позволяет получить наглядную картину распределения магнитных аномалий в пределах исследуемой территории, использовать ее для районирования и систематизации магнитных аномалий по структурным признакам, а также для последующей геологической и/или тектонической интерпретации (рис. 1.14.1).

Аномальное магнитное поле района центральной части Земли Королевы Мод характеризуется достаточно простым строением, однако выявленные аномалии имеют широкий спектр параметрических характеристик. Наряду с участками спокойного поля отмечены области дифференцированного поля, в которых аномалии средней интенсивности достигают по амплитуде 800 нТл. Простирации аномалий согласуются с общерегиональным простираанием геологических и/или тектонических структур.

Разнородность магнитометрической информации затрудняет процесс районирования аномального магнитного поля (АМП). При проведении районирования, помимо карты АМП центральной части Земли Королевы Мод, были использованы результаты расчетов первой вертикальной производной и локальных аномалий магнитного поля. Использование данных трансформаций облегчает процесс выделения локальных особенностей АМП, таких как оси магнитных аномалий, линии нарушения структуры магнитного поля и др., что особенно важно при анализе участков резко-дифференцированного поля. Кроме того, были выполнены вычисления горизонтальной производной магнитного поля и региональных аномалий.

На основании морфологического анализа АМП в пределах области исследований было выделено восемь региональных магнитных областей однородного магнитного поля. Каждая из выделенных магнитных областей обладает характерным рисунком поля и приурочена к определенной тектонической структуре.

**Изотопно-геохимическая характеристика геологических комплексов гор Принс-Чарльз (массив Мередит, участки в восточном борту ледника Эймери, уступ Моусона, г. Стинир), определение возраста основных этапов тектогенеза**

Изотопные U-Pb исследования проводились в Аналитическом центре ВСЕГЕИ на ионном микроанализаторе SHRIMP-II. Было изучено семь образцов горных пород, отобранных из Ламбертской области Восточноантарктического щита. Выделяются пять этапов образования/преобразования кристаллических пород массива Мередит: 1)  $1294 \pm 3$ , 2)  $1105 \pm 5$ , 3) 950–890, 4) 550–500 и 5) 250–220 млн лет. При этом возраст  $1294 \pm 3$  млн лет отвечает внедрению протолитов меланократовых ортогнейсов;  $1105 \pm 5$  млн лет — кристаллизации протолита фельзических ортогнейсов; 950–890 млн. лет отвечает некоторому этапу метаморфизма; возраст гранитного магматизма датирован рубежом 550–



545 млн лет (внедрение, кристаллизация); не исключено, что кристаллизация гранитоидов происходила также на рубеже 500—480 млн лет; возраст 250—220 млн лет, вероятно, отражает некоторую изотопную переустановку, возможно, связанную с развитием рифтовой зоны Ламберта. Геологическая история восточного борта ледника Эймери также проявлена несколькими событиями, наиболее раннее из которых (внедрение плагиогранитов) датируется рубежом около 1100 млн лет. Материнский субстрат этих пород имел палеопротерозойский возраст, а термальные (метаморфические/деформационные?) процессы имели место на рубеже около 525 млн лет. Внедрение маломощных согласных гранитоидных жил произошло на рубеже 540 млн лет. Деформация, вызвавшая огнейсование этих пород и складчатость, могла также произойти на этом этапе, или несколько позднее (возможно, на рубеже 525 млн лет). Верхним пределом возраста этих процессов является датировки 480 млн. лет, отвечающая времени внедрения посткинematических флюорит-содержащих гранитов.

#### **Комплект геологических карт ключевых районов геотраверза АНТАЛИТ (г. Рукер в горах Принс-Чарльз)**

Гора Рукер расположена в юго-западной части гор Принс Чарльз, обнажаясь в южном борту ледника Гейсена. Она представляет собой крупный горный массив, сложенный архейскими горными породами, частично перекрытыми четвертичными моренными отложениями. Восточная часть горы сложена преимущественно мезоархейским гранитоидным кристаллическим фундаментом. Западная часть горы образована более молодыми, но тоже мезоархейскими вулканогенными и осадочными толщами, которые представляют, вероятно, чехольные образования, перекрывающие кристаллический фундамент. Однако, непосредственных контактов «чехла» и «фундамента» не наблюдалось. В строении гранитоидного кристаллического фундамента принимают участие граниты и кварцевые диориты, мигматиты. В нем много прорывающих его даек основных изверженных пород, которые считаются интрузивными аналогами вулканогенных толщ чехла. Эти дайки метаморфизованы в условиях зеленосланцевой фации. Диафториты зеленосланцевой фации по зонам катаклаза и милонитизации широко развиты и в гранитоидах.

Нижняя часть разреза архейского чехла образована слюдистыми кварцитами, слюдисто-хлорит-кварцевыми и слюдисто-хлорит-магнетитовыми сланцами, полосчатыми железистыми кварцитами, железистыми конгломератами и основными метавулканитами. Последние составляют около 50% объема этой части разреза. Верхняя часть разреза образована преимущественно слоистыми осадочными и вулканогенно-осадочными толщами, большую часть которых составляют разнообразные сланцы, метапесчаники, кварциты и метаконгломераты. Чехольные образования метаморфизованы в условиях фации зеленых сланцев и по зонам скалывания надвинуты друг на друга. Характерны кинк-банды. Мелкая интенсивная складчатость наблюдалась в железистых кварцитах.

Рудоносность горы Рукер связана с полосчатой железистой формацией. Полосчатые железистые кварциты горы Рукер образуют несколько отдельных линз мощностью от 4 до 50 м в слоистых осадочно-вулканогенных толщах и залежь видимой мощностью до 400 м в контакте с перекрывающей ее толщей диабазов и метабазальтов. Грубая оценка запасов железистых кварцитов непосредственно в горе Рукер около 500000 т, а в ее подледном продолжении около 850 млрд т. Геологические характеристики Рукерской железорудной провинции напоминают характеристики раннедокембрийских авлакогенов Африки, Австралии и Южной Америки, богатых золотоносными конгломератами.

#### **Комплект геологических карт ключевых районов геотраверза АНТАЛИТ (массив Мередит в горах Принс-Чарльз).**

По результатам исследований в строении массива выделены метаморфическая толща «Мередит» мощностью около 3 км и комплекс интрузивных и жильных пород. Об-

щее простираение пород северо-восточное, падения обычно на северо-запад под углами 40–70°, реже на юго-запад под углами 45–80°. На юго-восточном склоне массива обнаружен локальный коренной выход палеозойских песчаников. Кроме того, в составах большинства морен на юго-восточном склоне обнаружены многочисленные и плохо окатанные обломки песчаников, а в составе боковых морен у северо-западной оконечности — обломки песчаников и углей. Эти находки свидетельствуют о значительно большем распространении угленосных формаций в этом регионе, чем предполагалось ранее. Метаморфическая толща «Мерedit» состоит из трех пачек биотитовых парагнейсов, двух типов ортогнейсов, а также отдельных пластов кварцитов, мраморов и пластовых тел метабазитов. Парагнейсы представлены биотит-плагиоклазовыми и биотит-полевошпат-кварцевыми метаосадочными породами (биотитовыми кварцитами). В подчиненном объеме присутствуют биотитовые гнейсы (гранито-гнейсы), мрамора и диопсидиты. Среднепротерозойские орогнейсы представлены пачками меланократовых биотит-амфибол-плагиоклазовых гнейсов, пачками линзовидно-полосчатых амфибол-биотитовых гнейсов и пластовыми телами метабазитов двух типов. Комплекс интрузивных и жильных пород включает шесть вещественно-возрастных групп (от древних к молодым): 1) розовые пегматоидные двуслюдяные и биотитовые граниты; 2) субщелочные гранат-биотитовые граниты и лейкограниты; 3) жильные биотитовые граниты; 4) жильные гранитные пегматиты; 5) дайковые щелочные пикриты; 6) кварцевые жилы двух генераций. Щелочные пикриты впервые обнаруженные нашими исследованиями (49-я РАЭ), слагают маломощную дайку. По нашим данным, возраст пород составляет 115 млн лет. Глубинные породы имеют свежий облик, зеленовато-темно-серую окраску и порфировидную структуру, обусловленную присутствием крупных кристаллов флогопита и оливина. Породы содержат также ксенолитовые нодулы мантийных перидотитов поперечником до 5 см. По вещественному составу эти породы относятся к категории кимберлитоподобных. Эта находка значительно расширяет перспективы данного региона на ряд полезных ископаемых (в частности, алмазы).

#### **Схема тектонического районирования региона гор Принс-Чарльз**

Работами по проекту в 2004 г. продолжено обобщение геологических и геофизических материалов, собранных в Антарктике за весь период отечественных исследований (с 1956 г.), а также доступных через международные базы данных. Работы были сконцентрированы на изучении одного из ключевых районов Восточной Антарктиды — горы Принс-Чарльз.

Полученные новые изотопные данные свидетельствуют о том, что геологическая история Фишерской области значительно отличается от соседних областей (Рузерской на юге и Биверской на севере; рис. 1.14.2). Только в Фишерской области проявлены мезопротерозойские тектонотермальные события (1300, 110 млн лет). Процессы панафриканского возраста (600–500 млн лет) в Фишерской области проявлены неравномерно, но на некоторых участках весьма активно. Только здесь отмечаются горные породы, образование которых связано с метаморфизмом и активной тектонической деятельностью (складчатостью и, возможно, образованием покровно-складчатых структур или зоны сутурирования). Тектонотермальные процессы (метаморфизм гранулитовой фации, сопутствующие пластические деформации, внедрение доскладчатых гранитовых жил и даек) этого возраста проявлены на побережье залива Прюдс, в горах Гров и на уступе Моусон в его центральной части. Однако, только в изученном нами районе северной части уступа Моусон к этому этапу может быть отнесено (тектоническое) внедрение ультрамафических тел.

Геофизические и геологические данные позволяют существенно уточнить представления о строении и особенностях геологической эволюции этого региона Антарктиды, что необходимо для точного и глубокого анализа перспектив полезных ископаемых Антарктики.

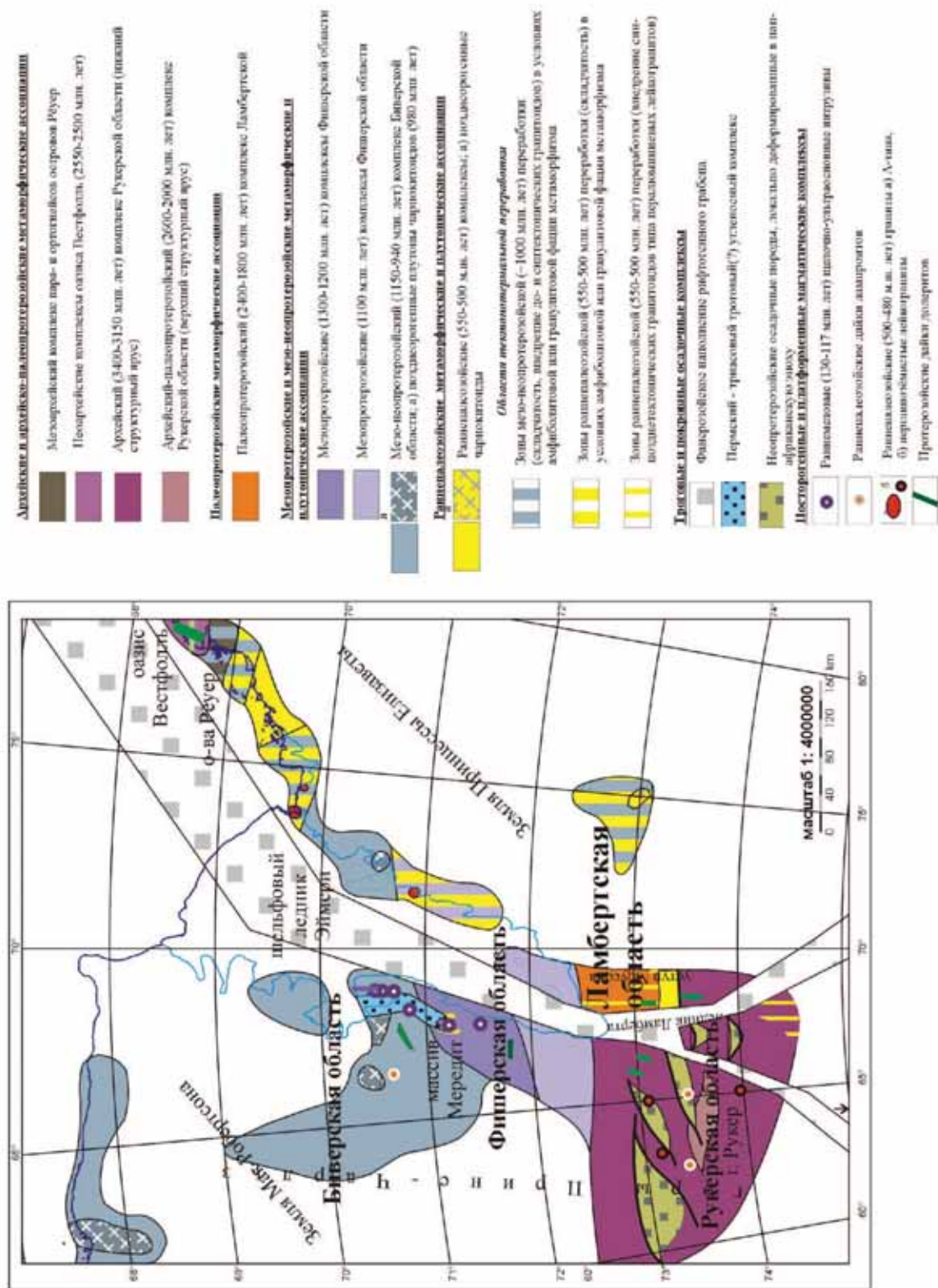


Рис. 1.14.2. Схема тектонического районирования района гор Принс-Чарльз.

## НАПРАВЛЕНИЕ 2. НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

### 2.1 ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ НАЦИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В АНТАРКТИКЕ

#### 2.1.1. КОМПЛЕКСНАЯ АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА ОПЕРАТИВНОГО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ В ЮЖНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ

В 2005 году на аэродроме станции Новолазаревская была развернута и введена в режим опытной эксплуатации специализированная метеорологическая станция на базе процессора MILOS 500 производства финской компании VAISALA (рис. 2.1.1) Данная станция позволяет производить измерение, обработку, накопление, отображение и архивирование данных о параметрах погоды в соответствии с требованиями ICAO. Станция производит измерение метеорологических параметров, необходимых для выполнения полетов (табл. 2.1.1).

Таблица 2.1.1

Параметры, измеряемые автоматической метеостанцией  
на аэродроме станции Новолазаревская

Наименование измеряемых параметров	Диапазон измерения	Погрешность измерения
Температура воздуха, °C	-50 ÷ +50	±0,2
Влажность воздуха, % (для температур до -30°C)	0 ÷ 100	±3
Атмосферное давление мм рт. ст.	730 ÷ 780	±0,5
Скорость ветра $W$ , м/с	0,5 ÷ 75	±(0,5 + 0,05 $W$ )
Направление ветра, градусы	0 ÷ 360	±5
Нижняя граница облачности, м	0 ÷ 7500	±15

Потребляемая мощность не более 2 кВт, питание от сети 220 В, 50 Гц переменного тока.

В состав данной станции входят датчики скорости и направления ветра (WAA252 и WAV252), температуры и влажности воздуха (HMP45D), атмосферного давления (PTB220) и нижней границы облачности (CT25K). Информация от процессора MILOS 500 представляется на портативном компьютере. Для визуализации поступающих данных разработано специализированное программное обеспечение, которое установлено на этом компьютере.

Для работы на этой станции был подготовлен персонал из состава работников Российской антарктической экспедиции. Эти специалисты прошли стажировку и обучение для работы с данной аппаратурой в г. Хельсинки на базе фирмы-изготовителя – VAISALA.

В течение 2005 года велись работы по совершенствованию автоматизированной технологии сбора, накопления и обработки актинометрической и метеорологической информации, поступающей с используемых РАЭ метеорологических станций РМ-2000.





Рис. 2.1.1. Авиационная автоматическая метеостанция на аэродроме станции Новолазаревская

Под руководством специалистов Научно-исследовательского института метрологии им. Д.И.Менделеева произведена сертификация метеорологических станций РМ-2000 и получен сертификат об утверждении этого типа средства измерения RU.C28/001A № 22424, срок действия до 1.12.2010 г.

В рамках проекта в период 50-й РАЭ проведены работы по техническому обслуживанию и ремонту действующих измерительных метеорологических комплексов на антарктических станциях. На станции Беллинсгаузен произведена замена датчика скорости ветра (WAA151), температуры и влажности воздуха НМР45D. На станции Восток произведена замена комбинированного датчика скорости ветра WCS301. На станции Беллинсгаузен начата опытная эксплуатация вновь разработанного программного комплекса усвоения метеорологических данных, поступающих с процессора МИЛОС-500 на компьютеры метеостанций.

#### **2.1.2. ИСПЫТАНИЕ НОВЫХ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ МЕТОДОВ СРЕДНЕСРОЧНЫХ И ДЕТАЛИЗИРОВАННЫХ ДОЛГОСРОЧНЫХ ПРОГНОЗОВ ПОГОДЫ ДЛЯ АНТАРКТИКИ**

В 2005 г. получены зависимости синоптических процессов от такой новой характеристики как интенсивность развития циркуляционных ячеек и ведущих воздушных потоков в толще тропосферы. Предложенная система индексов для оценки интенсивности используется для диагностики форм атмосферной циркуляции, т.к. вполне адекватно отражает основные особенности барического поля. Данные по атмосферному

давлению получены с сайта Центра диагностики климата (США) по проекту NCER/NCAR Reanalysis Project. Как показал проведенный анализ, индексы зональности  $I_z$  и меридиональности  $I_m$  надежно идентифицируют синоптические объекты на приземных и высотных картах. В целом, это позволяет вводить в наши прогностические схемы количественные характеристики и оценивать направленность развития процессов с большей определенностью. На следующем этапе работы характеристики интенсивности рассмотрены как один из факторов, влияющих на изменения полей давления и температуры. При этом для соседних секторов получены корреляционные связи, имеющие прогностическое значение, особенно между колебаниями значений меридиональных градиентов и тенденцией давления.

В 2005 г. проводился сбор климатических данных и анализ текущей аэросиноптической информации. На основе собранных данных строились ежемесячные карты приземного давления и среднемесячные карты аномалий давления и температуры воздуха. Определялся характер текущих макро преобразований атмосферной циркуляции и их классификация. Регулярно готовились синоптические обзоры для ежеквартальных выпусков Бюллетеня РАЭ «Состояние природной среды Антарктики».

Одновременно в течение года проводились синоптические консультации, составлялись суточные и среднесрочные прогнозы (на два-пять дней), необходимые прежде всего для обеспечения работы экспедиционных судов и перелетов тяжелых российских самолетов через океан. Составлены и переданы потребителям фоновые долгосрочные метеопрогнозы на весну и лето по Восточной Антарктиде на 2005 г. Эти прогнозы использовались при планировании транспортных операций 51-й РАЭ.

### **2.1.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДАННЫМИ СТАНДАРТНЫХ ЛЕДОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ И СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫМИ ПРОГНОЗАМИ**

В 2005 г. продолжены регулярные наблюдения за состоянием антарктического морского льда по спутниковым данным, а также по данным, получаемым на антарктических станциях и экспедиционных судах.

Спутниковые наблюдения производились в течение круглого года на станциях Мирный, Новолазаревская и Беллинсгаузен, оснащенных аппаратно-программными комплексами «Лиана». Они заключались в ежедневном приеме максимально возможного количества снимков метеорологических ИСЗ серии «NOAA», их дешифрировании, географической привязке и составлении ежедекадных ледовых обзоров (ЛОИСЗ) по Южному океану.

Прибрежные наблюдения, основным содержанием которых является ежедневная оценка ледовой обстановки на видимой акватории, выполнялись на станциях Мирный, Прогресс, Беллинсгаузен. Начиная с апреля, на первых двух станциях производились также измерения характеристик припайного льда  $s$  в постоянной точке (ежедекадно) и на профиле (ежемесячно).

В обсерватории Мирный с припая был выполнен обширный комплекс океанологических наблюдений. Он включал измерение колебаний уровня с помощью донного мареографа «Прилив-2», течений на горизонтах от 10 до 100 м двумя самописцами АЦИТТ и термохалинное зондирование водной толщи на многосуточной станции в постоянной точке и разрезе мыс Мабус — остров Фулмар, которое осуществлялось опытным экземпляром автономного многофункционального регистратора водной среды (АМР), разработанного НПО «Гранит» по заявке РАЭ.

Судовые наблюдения, содержащие детальную характеристику ледовых условий и оценку численности айсбергов по маршруту плавания, непрерывно велись на НЭС «Академик Федоров» в период его нахождения в антарктических водах в 50-й сезонной РАЭ с 1 декабря 2004 г. по 31 марта 2005 г.

Совокупность данных выше перечисленных наблюдений послужила информационной основой для разработанного в ААНИИ 30.11.05 долгосрочного прогноза ледовых условий плавания и выполнения грузовых операций НЭС «Академик Федоров» в 51-й РАЭ.

Ледовые условия, согласно прогнозу, предполагаются весьма непростыми. Это связано, в основном, с ожидаемыми очень поздними сроками взлома припая на всех российских антарктических станциях за исключением Новолазаревской. В заливах Прюдс и Трешникова предполагается повышенная насыщенность внешнего ледового пояса айсбергами, в том числе крупными, и старым льдом Балленского массива. Начиная с осени 2005 г. лед активно выносился из массива на запад и образовал, в частности, крупные скопления напротив шельфовых ледников Западный и Шеклтона, откуда вытягивается Прибрежным антарктическим течением в указанные заливы.

Отмечена высокая степень оправданности ледового прогноза на сезонный период 50-й РАЭ. В точном соответствии с планом-графиком работы судна, составленным с учетом прогноза, было произведено снабжение российских антарктических станций и сезонных баз. Кроме того, в середине января 2005 г. выполнено 5 океанографических разрезов в области материкового склона западной части моря Содружества.

## 2.2. СОЗДАНИЕ И ИСПЫТАНИЕ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО ОЛЕДЕНЕНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ИНЖЕНЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

### 2.2.1. ИНЖЕНЕРНО-ГЛЯЦИОЛОГИЧЕСКИЕ РАЗРАБОТКИ ПО СТРОИТЕЛЬСТВУ СООРУЖЕНИЙ ИЗ СНЕГА И ЛЬДА

В ноябре 2005 г. на аэродроме Новолазаревской было принято 3 рейса ИЛ-76 в рамках международного проекта DROMLAN. Кроме приема межконтинентальных рейсов, снежно-ледовая ВПП использовалась также для проведения десятков рейсов малой авиации, доставлявшей участников национальных программ Германии, Швеции, Норвегии, Финляндии, Южной Африки и Японии на их станции и в полевые лагеря. В рамках международного сотрудничества по проекту DROMLAN на аэродроме Новолазаревской была установлена специализированная автоматическая метеостанция MILOS 500, приобретенная Японией (рис.2.2.1).

Проведенные в декабре 2004 г. – январе 2005 г. испытания опытного образца прицепного катка, предназначенного для повышения шероховатости поверхности ледовой ВПП, позволили установить, что наиболее эффективным рабочим органом является тяжелый зубчатый металлический диск. По результатам испытаний в конструкцию катка были внесены изменения. В 2005 г. была изготовлена и доставлена на аэродром Новолазаревской модернизированная модель зубового катка (рис 2.2.1).

Новая конструкция катка показала высокую эффективность. Зубовый каток был внедрен в обновленную технологическую схему летнего содержания аэродрома Новолазаревской, которая нашла отражение в подготовленной ФУП ПИ и НИИ «Ленаэропроект» совместно с ГУ ААНИИ новой редакции «Руководства по подготовке и содержанию аэродрома станции Новолазаревская», выпущенной в 2005 г. Применение обновленной технологической схемы позволяет значительно продлить эксплуатационный период аэродрома Новолазаревкой. В частности, в 2005 г. впервые за период существования аэродрома ВПП была пригодна для приема самолетов ИЛ-76 в течение всего декабря месяца.



Рис. 2.2.1. Зубовый каток для повышения шероховатости ледяной ВПП



Прибывшая в Новолазаревскую первым рейсом самолета ИЛ-76 11 ноября 2005 г. комиссия Северо-Западного управления Гражданской Авиации провела ежегодную инспекционную проверку аэродрома и подтвердила его эксплуатационную годность. На основании результатов инспекционной проверки Северо-Западное окружное управление Федерального агентства воздушного транспорта издало Распоряжение от 26 декабря 2005 г. о продлении срока действия «Свидетельства о государственной регистрации и годности аэродрома к эксплуатации» до 28 декабря 2010 г. Одновременно, тем же Распоряжением к числу типов воздушных судов, допущенных к приему на аэродроме Новолазаревской кроме самолета ИЛ-76, были также отнесены самолеты С-130, АН-2, ВТ-67, Dornie-229, Twin Otter и вертолеты всех типов.

#### **2.2.2. СОЗДАНИЕ УСТАНОВОК ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ**

В 2005 г. работы по данному проекту не проводились.

#### **2.2.3. ГИДРОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ МОРЕПЛАВАНИЯ**

В течение экспедиционного рейса 50-й РАЭ с борта НЭС «Академик Федоров» сотрудниками Главного управления навигации и океанографии МО выполнен маршрутный гидрографический промер.

Промер выполнен от Канарских островов по курсу следования судна в Атлантическом и Индийском океанах, а также у побережья Антарктиды между полярными станциями и на переходах к портам заходов Кейптаун и Монтевидео. Промер проложен на 105 планшетах (картах-сетках и морских навигационных картах) масштаба 1:500 000. Протяженность маршрутного промера составила 45437,5 км.

Обследование отличительных глубин из-за отсутствия резерва времени не производилось. В пути следования судна и в портах заходов производился сбор сведений для корректуры морских навигационных карт и руководств для плавания.

Дополнительно к программе гидрографических работ проведены рейдовые галсы вблизи станций Мирный, Прогресс, Новолазаревская и Беллинсгаузен. Результаты промеров нанесены на используемые нашими судами иностранные навигационные карты, в частности на рейде станции Прогресс на навигационную карту производства КНР масштаба 1:25 000, на рейде станции Беллинсгаузен на чилийскую навигационную карту масштаба 1:25 000. Всего выполнено 18 коротких рейдовых галсов.

#### **2.2.4. ТОПОГЕОДЕЗИЧЕСКИЕ РАБОТЫ НА АНТАРКТИЧЕСКИХ СТАНЦИЯХ**

В период сезона 50-й РАЭ с 15 января по 21 февраля 2005 г. специалистами ФГУП «Аэрогеодезия» были выполнены работы по определению пункта Фундаментальной астрономо-геодезической сети (ФАГС), и его привязке к пунктам, находящимся на территории станции Беллинсгаузен.

Исходными пунктами привязки были выбраны пункты, принадлежащие российской геодезической сети, а также пункты геодезических сетей других стран (Китай, Бразилия и Чили). Выбор пунктов осуществлялся в зависимости от надежности их закрепления, удаленности от района работ и возможности использования в любое время года.

В качестве пункта ФАГС согласно техническому заданию был выбран астрономический пункт «Беллинсгаузен», заложенный в 13-й САЭ в 1968 г. Произведена закладка принудительного центра пункта ФАГС в основание железобетонного пилона астрономического пункта «Беллинсгаузен», существующего на территории станции. В юго-западном углу железобетонного пилона высверлено отверстие диаметром 30 мм и глубиной 210 мм, в которое забетонировано металлическое устройство для принудительного центрирования спутниковой антенны, выступающее над основанием столба на высоту 110 мм. Центру пункта ФАГС присвоено имя: «Беллинсгаузен» и префиксное обозначение (BELL) .

3 января были выполнены пробные наблюдения по привязке пункта ФАГС к пунктам геодезической сети. Для наблюдений использовались пункт «Беллинсгаузен» и пункт «Северный Базисный». Наблюдения производились с использованием комплекта спутниковой навигационной аппаратуры фирмы «Торсон», в состав которого входили: приемник «У» (LEGACY-E GGD № 235-1203 AF3C7RZH7HK); антенна к приемнику «У» (JPS Торсон CR3 GGD № 00117). С 14 января по 21 февраля на пункте ФАГС: «Беллинсгаузен» производились круглосуточные спутниковые определения в соответствии с требованиями, установленными рабочей документации.

В ходе наблюдений контролировалось количество наблюдаемых спутников (в среднем 9–11 спутников NAVSTAR. Спутники системы GLONASS не наблюдались из-за окончания срока действия аренды соответствующей опции приемника). Основная группировка спутников располагалась в северной части небесной сферы. По всей линии горизонта отсутствовали препятствия, возвышающиеся под углом более 10°. На весь период наблюдений питание приемника, установленного на пункте ФАГС, осуществлялось от постоянного источника напряжения (220v). Привязка пункта ФАГС к выбранным геодезическим пунктам была осуществлена в следующем порядке:

– 15 – 17 января	– пункт «Инспектор»(INSP)	– Чили;
– 17 – 19 января	– пункт «Майор»(MAJR)	– Бразилия;
– 20 – 22 января	– пункт «Северный Базисный»(SEVB)	– Россия;
– 23 – 25 января	– пункт «Репер Метео»(REPM)	– Россия;
– 3 – 5 февраля	– пункт «ARD008»(ARD8)	– Чили;
– 6 – 7 февраля	– пункт «YOLA»(YOLA)	– Чили;
– 9 – 11 февраля	– пункт «Крылов»(KRYL)	– Россия;
– 14 – 15 февраля	– пункт «BTM008»(BTM8)	– Чили;
– 17 – 18 февраля	– пункт «CHI1»(CHI1)	– Китай.

Предварительные вычисления производились с помощью лицензионной программной оболочки «Pinnacle». Приближенные координаты, полученные по средствам свободного уравнивая в системе WGS84, не пригодны для дальнейших инженерных и точных геодезических работ. Окончательные уравненные координаты будут представлены после окончательной обработки ФГУП «Аэрогеодезия» (Санкт-Петербург) совместно с институтом ЦНИИГАиК (Москва).

## 2.3 ПРОДОЛЖЕНИЕ ГЕОЛОГО-ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ИЗУЧЕНИЯ УЗЛОВЫХ РАЙОНОВ АНТАРКТИКИ В РАМКАХ МЕЖДУНАРОДНЫХ GEOTRAVERZOV

В ходе полевых геолого-геофизических работ 50-й РАЭ, состоявшихся в 2005 г., проведены специализированные геологические исследования в районе массива Шо и в районе озер Рэдок и Бивер (горы Принс-Чарльз, Земля Мак-Робертсона); выполнена аэрогеофизическая съемка масштаба 1:500 000 в районе южнее оазиса Вестфолль (Земля Принцессы Елизаветы). К основным достигнутым результатам отнесены следующие:

### Специализированные геологические исследования

Получен достаточный фактический материал, позволяющий охарактеризовать структурное положение, возраст, формационную принадлежность, геохимические особенности и минерагеническую специализацию изученных районов работ. Составлены полевые геологические карты, геологические разрезы, сводные стратиграфические колонки, схема корреляции разрезов, схема подсчета ресурсов углей.

Наиболее важными результатами на полевой стадии являются:

*По району массива Шо:*

— установлена принадлежность массива Шо и гор Изабель и Джонс к среднепротерозойскому Ламбертскому структурно-вещественному комплексу. Породы метаморфического комплекса подверглись изменениям в условиях амфиболитовой фации мигматитовой ступени метаморфизма;

— изучена сложная складчатая структура массива Шо, типичная для всей обследованной территории;

— в пределах массива Шо выделен комплекс метаинтрузивных и жильных пород, включающий пять разновидностей; выявлены семь этапов пластичных и хрупких деформаций;

— обнаружены пункты рудной минерализации железа, меди, молибдена и бериллия, возможно присутствие редкометалльной минерализации.

*По району озер Рэдок и Бивер:*

— составлен послойный разрез пермо-триасовых терригенных угленосных отложений, включающий свиты Баймедар и Флэгстон общей мощностью 1000 м;

— выделение в качестве самостоятельной свиты Бивер признано не корректным. Установлено, что она является фациальным аналогом свиты Баймедар, а контакт свит Баймедар и Флэгстон — согласный;

— верхняя подсвита свиты Баймедар по степени угленосности разделена на четыре горизонта: первый слабоугленосный (260 м), второй угленосный (170 м), третий слабоугленосный (650–700 м) и четвертый угленосный (290–340 м);

— в четвертом угленосном горизонте установлено наличие 33 угольных пластов мощностью от 0,1 до 2,5 м (мощность сдвоенных пластов достигает 4,2 м). Суммарная мощность угольных пластов составляет 22,4 м;

— выявлена значительная изменчивость в строении и мощности большинства угольных пластов;

— по предварительным расчетам прогнозные ресурсы углей района озер Рэдок-Бивер составляют 2,3 млрд. тонн.

### Аэрогеофизическая съемка масштаба 1:500 000

Аэрогеофизической съемкой масштаба 1:500 000 охвачена территория к юго-востоку от оазиса Вестфолль (Земля Принцессы Елизаветы) площадью 15000 км<sup>2</sup>. Построены полевые карты аномального магнитного поля в графиках и изолиниях, карты изолиний подледного рельефа, мощности ледовой толщи в масштабе съемки. В формате А4 приведены схемы: районирования магнитного поля, линеаментов коренного релье-

фа, морфоструктур, и геологической интерпретации аэрогеофизических данных. Оценена глубина залегания верхних кромок характерных магнитоактивных тел.

Получен обширный цифровой материал, пригодный для более углубленного изучения строения района исследований. Анализ аэрогеофизических данных свидетельствует о гетерогенном строении участка съемки, перекрытого ледовым покровом мощностью от 1200 до 2600 м.

Получены представления о главных элементах структуры земной коры Земли Принцессы Елизаветы. К ним относятся: выступ протерозойского кристаллического фундамента и обрамляющий его структурно-вещественный комплекс мезо-кайнозойской деструкции. Формирование и развитие зоны мезо-кайнозойской деструкции связывается с начальной фазой мезозойского рифтогенеза и последующего спрединга, приведших к распаду Гондваны и образованию материка Антарктиды.

Кристаллический фундамент представлен гнейсами и кристаллическими сланцами различного состава серии Рейнболт Биверского комплекса. В его пределах закартированы поля развития наиболее магнитных пород региона — чарнокитов. Местоположение интрузий чарнокитов пространственно тяготеет к внутренним границам Биверского комплекса и крупным тектоническим нарушениям.

Структурно-вещественный комплекс мезо-кайнозойской деструкции общего субширотного простираения включает немагнитные и высокомагнитные образования. Здесь предполагается широкое развитие интрузивного и эффузивного основного и ультраосновного магматизма, сосредоточенного в зоне Линеамента Эймери и области к юго-востоку от Оазиса Вестфолль. Структура комплекса осложнена блоковой тектоникой.

### **Морские геофизические исследования в море Моусона**

Выявлены основные особенности строения фундамента континентальной окраины в бассейне моря Моусона. В региональном отношении поверхность фундамента образует крупный линейный периконтинентальный прогиб, ограниченный на западе банкой Брюс, с максимальным погружением в подножии континентального склона до 8—11 км.

Установлено, что бассейн моря Моусона представляет собой невулканическую окраину с максимальной величиной растяжения земной коры и выходом ультраосновных серпентинизированных пород верхней мантии в основании осадочного чехла. В результате интерпретации геофизических данных определено положение границы между корой континентального (рифтогенного) и океанического типов. Она совпадает с южным ограничением области развития фундамента, характеризующегося рельефной бугристой поверхностью, выклиниванием нижнего (рифтового) комплекса осадочного чехла и маркируется линейной магнитной аномалией. Мощность земной коры бассейна моря Моусона, согласно данным МПВ и результатам моделирования аномалий поля силы тяжести, составляет 25—20 км в шельфовой части бассейна, 10—13 км в подножии континентального склона и 9—10 км в абиссальной котловине. В области океанической коры по результатам магнитометрических исследований выявлена последовательность линейных магнитных аномалий от 34 (83 млн лет) до 21 (43,2 млн лет), простирающихся параллельно границе континент-океан. По результатам моделирования, ранний этап океанического раскрытия между Австралией и Антарктикой характеризуется ультрамедленным спредингом (4,2 мм/год для западной части и 6,3 мм/год для восточной части района исследований между аномалиями 34 и 32; 3,5 мм/год между аномалиями 32 и 27; 5,0 мм/год между аномалиями 27 и 24 и около 3,5 мм/год между аномалиями 24 и 21). Экстраполяция скорости спрединга между 34-й и 32-й аномалиями до границы континент-океан позволяет предположить, что раскол литосферы между Австралией и Антарктидой произошел около 87—89 млн лет назад. Между 30-й и 26-й аномалиями (в коре с возрастом от 67 до 58 млн лет) обнаружен аккреционный амагматический сег-



мент палеохребта, сложенный нормальными (неизмененными) и серпентинизированными перидотитами.

В осадочном чехле глубоководной области бассейна по сейсмическим данным идентифицировано три основных главных региональных несогласия: WL1, WL2, WL3, разделяющие индивидуальные сейсмические комплексы. Нижний сейсмический комплекс имеет мощность до 4 км и представляет собой рифтовый этаж бассейна, который образовался на этапе растяжения земной коры в позднеюрско-раннемеловое время. Несогласие WL1 связано с завершением рифтовой стадии развития окраины и раскрытием океана между Австралией и Антарктидой. Пострифтовый этаж осадочного чехла представлен комплексом «WL1-WL2», позднемелового возраста мощностью до 1,3–1,5 км, комплексом «WL2-WL3» палеоцен-позднеэоценового возраста мощностью не более 1 км и комплексом «WL3-дно» позднеэоцен-четвертичного возраста мощностью до 3,5 км. Два нижних комплекса пострифтового этажа имеют однородное строение и преимущественно сложены морскими гемипелагическими отложениями. Верхний комплекс отличается многообразием сейсмических фаций, определяющих его ледниково-морской генезис. Внутри комплекса выделяется еще два несогласия (WL3а и WL4), разделяющих слои с собственной характерной структурой волнового поля. Предполагается, что синледниковое осадконакопление в море Моусона началось раньше, чем на всей остальной окраине южной части Индийского океана от моря Рисер-Ларсена до моря Дейвиса. Суммарная мощность осадочного чехла бассейна моря Моусона составляет 2,5–5,5 с (5,0–9,0 км) на изученной части внешнего шельфа и подножии континентального склона, 1,5–2,5 с (2,0–6,0 км) в абиссальной котловине и 0,5–2,0 с (0,7–2,2 км) в пределах банки Брюс.

Выполненные исследования позволили оконтурить и определить основные параметры осадочного бассейна моря Моусона. Граница осадочного бассейна условно проведена по изопаките 2,0 км, а в его пределах выделены глубоководный и шельфовый суббассейны. Предполагается, что рифтовый и частично пострифтовый (нижний комплекс) этажи попали в зону созревания УВ, обеспечив высокий потенциал нефтегазогенерации. Наиболее перспективными в отношении накопления углеводородов могут являться доледниковые отложения в шельфовом суббассейне, в составе которых предполагается преобладание относительно крупнозернистых (алеврито-песчаных) фракций и карбонатных пород, формировавшихся в континентальных и мелководно-морских условиях. Глинистые фации верхнего комплекса глубоководной части бассейна могут, в свою очередь, являться покрывками для залежей углеводородов. В качестве ловушек нефти и газа предполагаются пологие структуры антиклинального типа, зоны выклинивания горизонтов на многочисленных выступах фундамента в подножии континентального склона. Общая площадь бассейна составляет 280 тыс. кв. км, мощность чехла — до 9,0 км, объем осадочного материала — около 1,3 млн куб. км. Углеводородный потенциал акватории, изученной работами 50-й РАЭ, оценивается в 1,9 млрд т. УТ.

## 2.4. МЕДИЦИНСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ И РАЗРАБОТКИ

В течение 2005 г. работа коллектива передвижного медицинского отряда (ПМО) ААНИИ РАЭ была направлена на расширение спектра технических средств медицинской диагностики, с целью повышения качества профессионального отбора кандидатов для участия в составе Российской антарктической экспедиции. В частности, качественный скачок достигнут в результате внедрения в практику работы кабинета функциональной диагностики аппаратуры и методов ультразвуковой диагностики (УЗИ сканеры фирмы «Раскан» г. Санкт-Петербург). Это новшество принципиально изменило картину профилактических осмотров. Совместно с кардиологическим компьютерным комплексом «Поли-Спектр Ритм» (производитель отечественная фирма «Нейрософт» г. Иваново) УЗИ сканирование позволяет в значительной мере предотвратить вероятность заболевания важнейших органов, отвечающих за нормальное функционирование организма.

Следующим важным шагом на пути совершенствования методов медицинской диагностики в практике врачей РАЭ явилось апробация аппаратуры и методов УЗИ в условиях амбулаторий полярной станции Новолазаревская и судовой амбулатории НЭС «Академик Федоров». Внедряемые аппараты построены на базе персональных компьютеров, что делает их совместимыми со средствами телемедицинской системы (ТМС) «Ambulance-Consultant RAE». Это означает, что передача томограмм УЗИ сканирования в сети удаленных консультаций РАЭ стало реальностью.

Еще одним достижением технического совершенствования приборной базы ПМО стало приобретение велоэргометра «Ketler» программного продукта «Поли-Спектр-Вело». Освоенная методика велоэргометрии впервые дала возможность оценивать функциональную устойчивость организма под нагрузкой в условиях центрального медицинского консультативного пункта (ЦМКП) РАЭ. Таким образом, стало возможным осуществлять тест-контроль полярников, отправляющихся на станцию Восток, где требования к системе адаптации и физической выносливости человеческого организма наиболее высоки.



Рис. 2.4.1. Установка ультразвукового исследования (УЗИ) на станции Новолазаревская



Рис. 2.4.2. Велоэргометрическая установка  
в центральном медицинском консультационном центре ААНИИ

В 2005 году в плановом порядке проводились мероприятия по дальнейшей информатизации медицинской деятельности ПМО ААНИИ РАЭ. Принципиально изменена структура используемой базы данных (БД), которая наилучшим образом соответствует теперь характеру хранимой информации. БД стала сетевой, что позволяет независимо работать с ней несколькими операторами с различных автоматизированных рабочих мест врачей ЦМКП. БД хранит полную историю проведения осмотров полярников за все экспедиции. Сюда вносятся медицинские данные всех экспедиций САЭ/РАЭ, информация о которых сохранилась в архивах ААНИИ. БД перестроена таким образом, чтобы на следующем этапе ее совершенствования можно было автоматически и полуавтоматически получать важнейшие параметры заболеваемости и медицинской статистики в выбранном временном разрезе. БД хранит ссылочную информацию для поиска данных, получаемых на всех этапах функционирования ТМС «Ambulance-Consultant RAЭ», что позволяет осуществлять анализ результатов долговременного мониторинга здоровья участников и специалистов РАЭ.

Предшествующий опыт применения информационных средств явно указывает на правильность выбора компьютерных экспресс методов выявления явных и потенциально опасных патологий состояния здоровья кандидатов на зачисление в экспедиции РАЭ. Коллектив ПМО продолжает начатое в 2004 году психоневрологическое компьютерное тестирование. Сегодня в этих работах появился принципиально новый акцент, направленный на возможность не только приватного наблюдения пациентов, но и использования удаленного тестирования по специально подготовленному по заказу врачей ЦМКП тесту.

Развитие ТМС РАЭ предъявляет повышенные требования к знаниям врачей в области медицинской информатики. В этом направлении систематически на протяжении последних пяти лет проводится обучение врачей экспедиции основам работы на ПК, прививаются знания работы с электронными медицинскими приборами из арсенала ТМС РАЭ. Обучение проводится в три этапа: первый — до отправки в экспедицию в помещении ЦМКП, второй — в ходе доставки участников экспедиции на борту НЭС

«Академик Федоров» в специально выделенной лаборатории, и третий — самостоятельный, во время пребывания врачей на амбулаторных ПК антарктических станций.

Одним из путей профилактической работы по выявлению потенциальной заболеваемости участников РАЭ осуществляется на этапе их перехода к месту их основной деятельности на борту НЭС «Академик Федоров». Минувший год не был исключением. Продолжались наблюдения за физической и психофизиологической адаптивностью полярников под наблюдением станционных врачей, следующих в составе экспедиции. Совместно с медицинскими специалистами ПМО проводились сравнительный и временной анализ полученных данных. Сделанные выводы и результаты анализа направлялись в ЦМКП по сети ТМС как консультативная информация для принятия оптимального решения в стратегии лечения и профилактики заболеваний. Прodelываемая работа позволяет еще до прибытия на станции выявить и предотвратить возможные проблемы здоровья, а на самих станциях эффективно решать задачи охраны здоровья участников экспедиции.

В течение года интенсивно проводится работа по мониторингу текущего состояния здоровья участников экспедиции непосредственно на станциях. В соответствии с рабочими программами и наставлениями в течение всего года периодически осуществляется обмен информацией с ЦМКП через ТМС РАЭ. При необходимости врачи станций проводят отложенные телемедицинские консультации в любое необходимое время.

В прошедшем году были впервые высоко эффективно проведены медицинские консультации с применением цифровых фотографий кожных покровов, пораженных экземой. Консультации в ведущих клиниках Санкт-Петербурга позволили подтвердить диагнозы станционных врачей по присланным ими цифровым фотографиям рентгеновских снимков сложных переломов.

После долгого исторического перерыва на антарктических станциях была проведена санитарно-гигиеническая паспортизация. В результате проделанной работы удалось воссоздать документы по санитарно-гигиеническому состоянию станций, выполнить большую техническую работу по отбору проб в зонах повышенного санитарного риска. В ходе антарктической экспедиции 2005 года были разработаны санитарные инструкции в соответствии с требованиями современных норм и документов в рассматриваемой области логистики.

На протяжении 2005 года была проведена огромная работа по профессиональному лицензированию всех видов деятельности ПМО, медицинских амбулаторий станций и НЭС «Академик Федоров». В результате этой работы получены необходимые документы для официальной практической деятельности ПМО ААНИИ РАЭ.

Окончание 2005 года связано с новым продвижением идей телемедицины в РАЭ. Анализ функционирования ТМС «Ambulance-Consultant RAE», последовательное развитие ее как информационной системы, интегрирующей новейшие достижения медицинской информатики, обобщенный опыт эксплуатации станционных автоматизированных мест врачей позволил приступить к завершающему этапу построения ТМС — унификации и максимальной автоматизации процесса организации проведения мониторинга здоровья полярников, их профессиональному отбору. В результате двухмесячной интенсивной работы инженеров и врачей ЦМКП были созданы новые версии программ, позволяющих воспроизвести новый протокол подключения медицинских приборов (универсальный интерфейс). Основным преимуществом нового интерфейса является его скоростная адаптация к техническим средствам производителей медицинского оборудования, разрабатывающих свои системы под управлением ПК.



### **НАПРАВЛЕНИЕ 3. МОНИТОРИНГ ПРИРОДНЫХ СРЕД АНТАРКТИКИ**

Мониторинг природной среды Антарктики является важнейшим направлением работ в зимовочной части Российской антарктической экспедиции. Результаты работ по данному направлению создают основу информационных баз данных по состоянию верхней, свободной и приземной атмосферы, ледяного покрова Антарктического материка и Южного океана, состоянию и трансформации водных масс окраинных морей, динамического состояния земной коры и изменчивости фауны, флоры и микробного биоразнообразия. Указанные базы данных используются в расчетах прогностических моделей и разнообразных фундаментальных и прикладных научных исследований.

В 2005 г. в Антарктике выполнялись работы по программам 49-й зимовочной (завершение работ — январь—март), 50-й сезонной (январь—апрель), 50-й зимовочной (март—декабрь) и 51-й сезонной РАЭ (начало работ — декабрь). Работы по мониторингу окружающей среды проводились на станциях Мирный, Восток, Новолазаревская, Прогресс и Беллинсгаузен, а также на борту НЭС «Академик Федоров» и НИС «Академик Александр Карпинский». Наблюдения осуществлялись по следующим программам: стандартная метеорология и актинометрия, аэрология, озонотрия и содержание малых газовых примесей, мониторинг космических лучей, ионосферы и магнитосферы, мониторинг за состоянием морских льдов по данным спутниковых и прибрежных рейдовых наблюдений, физико-химическое состояние вод океана, изменчивость уровня океана, сейсмическое состояние земной коры, мониторинг за состоянием загрязняющих веществ в океане и на континенте в районе расположения российских антарктических станций.

Перерывов мониторинговых наблюдений в течение 2005 года не было.

#### **3.1. МОНИТОРИНГ КЛИМАТА ЮЖНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ**

---

По оценке NOAA [Climate of 2005. Preliminary Annual Review. National Climatic Data Center. Asheville. 01.13.2006] аномалия среднегодовой температуры воздуха для южного полушария в 2005 г. составила 0,45 °С, а оценка аномалии среднегодовой температуры, полученная по данным прибрежных станций Антарктиды за 2005 г., составила 0,1 °С.

Оценка состояния термического режима приземной атмосферы Антарктиды в течение 2005 г. выполнена Е.И.Александровым (отдел метеорологии ААНИИ) по данным среднемесячной температуры воздуха на 16 островных и материковых стационарных метеорологических станциях за период 1957—2005 гг.

Для российских антарктических станций использованы фактические данные, размещаемые в:

<http://www.south.aari.nw.ru>.

Для иностранных станций — данные, размещаемые в:

<http://www.ncdc.noaa.gov/ol/climate/climatedata.html>, и

[http://www.nerc-bas.ac.uk/public/icd/metlog/jones\\_and\\_limbert.html](http://www.nerc-bas.ac.uk/public/icd/metlog/jones_and_limbert.html)

Одним из результатов является констатация положительных аномалий среднегодовой температуры воздуха на большей части станций за 2005 г. Это как внутриконтинентальные станции с аномалиями до 1,5 σ и более, так и станции Антарктического побережья, а также большая часть прибрежных районов Восточной Антарктиды (рис. 3.1.1).

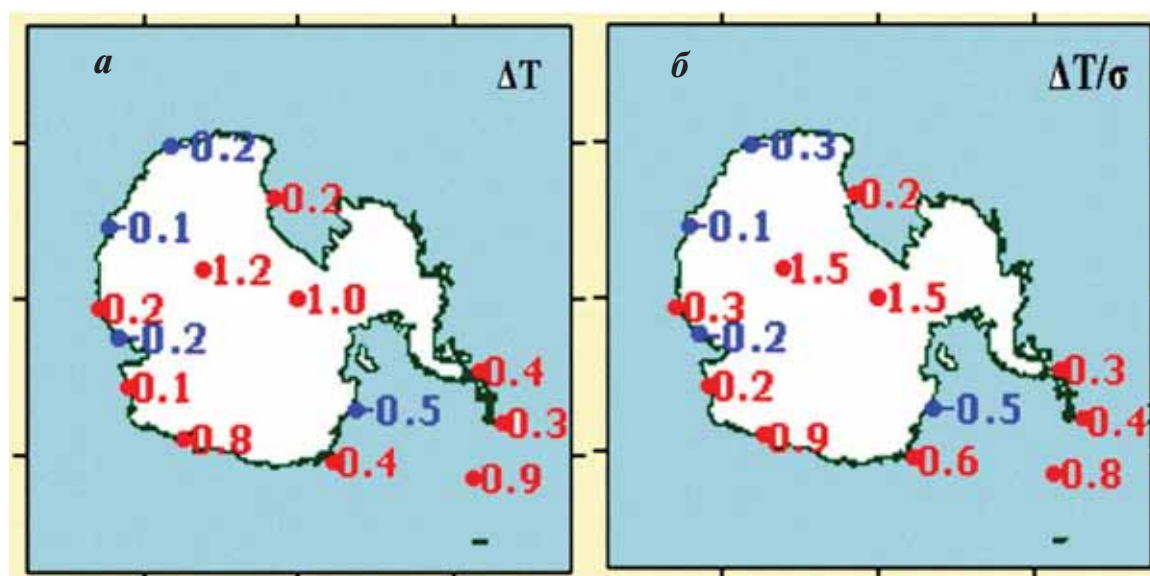


Рис. 3.1.1. Аномалии (а) и нормированные аномалии (б) среднегодовой температуры воздуха для станций Антарктиды за 2005 г.

Анализ межгодового хода среднегодовой температуры антарктических станций показывает, что наиболее существенное повышение среднегодовой температуры отмечается в районе Антарктического полуострова и районе моря Росса. Здесь тренд температуры составил: на станции Ротера  $2,21\text{ }^{\circ}\text{C}/42$  года, на станции Беллинсгаузен  $1,11\text{ }^{\circ}\text{C}/37$  лет и на станции Эсперанса  $1,86\text{ }^{\circ}\text{C}/54$  года. Немного меньше температура повысилась в районе Земли Королевы Мод. Здесь тренд составил на станции Новолазаревская около  $1,08\text{ }^{\circ}\text{C}/44$  года.

В районе Земли Королевы Мэри (ст. Мирный), Земли Уилкса (ст. Кейси), (ст. Дейвис), Земли Адели (ст. Дюмон-д'Юрвиль), Земли Эндерби (ст. Сева) значения линейного тренда положительны, но статистически не значимы.

Тенденции к понижению среднегодовой температуры прослеживаются в районах восточного побережья моря Уэдделла (ст. Халли), во внутриконтинентальном районе (ст. Амундсен-Скотт). Однако линейный тренд здесь статистически не значим.

Анализ среднесезонной температуры на имеющихся станциях свидетельствует о том, что наибольший положительный тренд имеет место для зимнего сезона (июнь–август). Так, для зимних месяцев на Антарктическом полуострове (ст. Беллинсгаузен) положительный тренд составил около  $2,12\text{ }^{\circ}\text{C}/38$  лет. На Земле Королевы Мод (ст. Новолазаревская)  $1,70\text{ }^{\circ}\text{C}/45$  лет.

В некоторых районах, тем не менее, сохраняются отрицательные тренды температуры применительно к зимнему сезону. Так, на станции Амундсен-Скотт тренд составил  $-1,64\text{ }^{\circ}\text{C}/49$  лет (значим на 6% уровне). Слабые отрицательные тенденции сохраняются в районах станции Халли и станции Дейвис.

Можно обратить внимание также на очаги отрицательного тренда температуры применительно к осеннему сезону (март–май). Например, на большей части Восточной Антарктиды, на индоокеанском побережье, в восточной части моря Уэдделла. Здесь на ст. Халли значение тренда составило около  $-3\text{ }^{\circ}\text{C}/49$  лет, на ст. Дюмон-д'Юрвиль  $1,9\text{ }^{\circ}\text{C}/49$  лет.

Распределение аномалий среднемесячной температуры за 2005 г. подробно рассматривается в обзорах раздела 2 выпускаемого в РАЭ ежеквартального бюллетеня «Состояние природной среды Антарктики. Оперативные данные российских антарктических станций». Значения аномалий и нормированных аномалий на станциях Мирный, Новолазаревская, Беллинсгаузен, Восток представлены в таблице 3.1.1.

Таблица. 3.1.1

**Аномалии и нормированные аномалии средней месячной температуры воздуха в 2005 г.**

Аномалии	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Мирный												
$t - t_{\text{ср.}}$	0,7	-0,5	0,4	-1,3	-0,7	1,1	-2,3	-0,1	2,0	0,5	0,3	2,4
$(t - t_{\text{ср.}})/\sigma$	0,8	-0,5	0,3	-0,7	-0,3	0,5	-0,9	0,0	0,8	0,2	0,2	2,7
Новолазаревская												
$t - t_{\text{ср.}}$	0,9	1,1	0,9	0,6	-0,8	1,9	0,3	1,8	0,4	-0,1	-3,3	-0,7
$(t - t_{\text{ср.}})/\sigma$	0,9	1,2	0,8	0,3	-0,4	0,8	0,1	0,8	0,2	-0,1	-2,5	-0,9
Беллинсгаузен												
$t - t_{\text{ср.}}$	0,1	0,5	-0,3	0,8	0,9	-1,7	0,5	2,9	2,0	0,8	0,4	-0,4
$(t - t_{\text{ср.}})/\sigma$	0,2	0,7	-0,3	0,6	0,5	-0,9	0,2	1,2	1,1	0,8	0,5	-0,8
Восток												
$t - t_{\text{ср.}}$	0,7	-0,1	1,8	-0,9	-1,4	1,1	3,9	-0,1	2,3	2,2	0,8	2,7
$(t - t_{\text{ср.}})/\sigma$	0,5	-0,1	0,8	-0,4	-0,5	0,4	1,3	0,0	0,6	1,4	0,5	1,7

Обращают на себя внимание значительные (более  $\sigma$ ) положительные аномалии в зимний период (август, сентябрь) на ст. Беллинсгаузен, и в июле на ст. Восток, а также значительная ( $2,7\sigma$ ) аномалия в декабре на ст. Мирный и аномалия в  $2,7^\circ\text{C}$  ( $1,7\sigma$ ) в декабре на ст. Восток.

Наряду с оценкой трендов среднегодовой и среднесезонной температуры представляет интерес оценка трендов среднемесячной температуры для конкретных станций, также выполненная Е.И.Александровым.

Статистически значимые линейные тренды среднемесячной температуры воздуха на российских станциях обнаруживаются на станциях Беллинсгаузен и Новолазаревская. Так, повышение температуры на ст. Беллинсгаузен для января и февраля составило  $0,95$  и  $0,91^\circ\text{C}/37$  лет, а для мая  $2,4^\circ\text{C}/38$  лет. На станции Новолазаревская повышение температуры для февраля составило  $0,96^\circ\text{C}/45$  лет.

Оценка трендов для зимних месяцев обнаруживает статистически значимый положительный тренд на станции Новолазаревская в июле, Беллинсгаузен в августе и Мирный в сентябре. Повышение температуры на станции Новолазаревская для июля составило  $2,4^\circ\text{C}/45$  лет, на станции Беллинсгаузен для августа  $3,6^\circ\text{C}/38$  лет, а на станции Мирный для сентября  $2,2^\circ\text{C}/49$  лет.

### 3.2. СИНОПТИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ЮЖНОЙ ПОЛЯРНОЙ ОБЛАСТИ В 2005 Г.

В 2005 г. основной особенностью атмосферной циркуляции в поясе умеренных, а также субтропических и субантарктических широт явилось существенное преобладание по сравнению с многолетней нормой меридиональных процессов. Понижение повторяемости зональных процессов формы Z сопровождалось усилением межширотного воздухообмена, выразившегося в повышенной повторяемости процессов форм Ма и Мв в семи месяцах года. Сведения о повторяемости форм атмосферной циркуляции приведены в табл. 3.2.1. Из данных этой таблицы видно, что указанная особенность хорошо проявилась во вторую половину антарктического лета и осенью (с января по апрель 2005 г.). При этом, если в январе над атлантическим сектором Антарктики длительное время стационаризовали мощные гребни субтропического антициклона, а на их западной периферии наблюдался активный циклогенез, в последующих месяцах эти гребни развивались над индоокеанским сектором, что характерно для процессов формы Мв.

Таблица 3.2.1

**Повторяемость форм атмосферной циркуляции за 2005 г. и ее аномалии (в днях)**

Месяц	Z		Ма		Мв	
	Всего	Аномалия	Всего	Аномалия	Всего	Аномалия
Январь	11	–3	18	+7	2	–4
Февраль	9	–5	7	–1	12	+6
Март	10	–5	8	–2	13	+7
Апрель	11	–1	10	0	9	+1
Май	10	+1	12	–2	9	+1
Июнь	11	+4	6	–9	13	+5
Июль	5	–5	14	2	12	+3
Август	9	–3	10	–1	12	+4
Сентябрь	14	+2	4	–7	12	+5
Октябрь	4	–9	13	2	14	+7
Ноябрь	12	0	15	+4	3	–4
Декабрь	13	0	7	–4	11	+4
Год	119	–24	124	–11	122	+35

В апреле и мае перестройка процессов шла замедленными темпами, при этом во всех прибрежных районах Восточной Антарктиды сохранялись отрицательные по знаку аномалии давления.

В июне характер атмосферных процессов над южным полушарием, включая южнополярную область, резко изменился. Активизировалась циклоническая деятельность над умеренными и высокими широтами. Области положительных аномалий давления располагались над Южной Атлантикой, центральной частью индоокеанского сектора. Над африканским сектором сформировался очаг значительных отрицательных аномалий давления, распространившийся на Землю Королевы Мод. Развитие меридиональных процессов обусловило над береговыми и материковыми районами Восточной Антарктиды преобладание положительных аномалий температуры. Над районом Антарктического полуострова отмечены температуры воздуха ниже средних многолетних.

Во вторую половину антарктической зимы (июль–сентябрь) наблюдалось значительное преобладание меридиональных макропроцессов в зоне высоких и умеренных широт южного полушария. Особенностью периода явилось постоянное активное развитие процессов формы циркуляции Mb при которой, в соответствии с типовыми кар-



тами, формируется область положительных значений аномалий атмосферного давления в зоне антарктических морей индоокеанского сектора Антарктики. В сентябре над Восточной Австралией и Новой Зеландией временами формировались устойчивые и мощные гребни, которые развивались в южном направлении и достигали приполюсных районов. По западной периферии этих гребней происходил вынос теплых воздушных масс далеко на антарктический купол. На ст. Восток средняя месячная температура воздуха превысила норму более чем на 2 °С.

С приходом весны характер погоды над Антарктикой попрежнему определялся преобладанием меридиональных процессов. В октябре это выразилось в формировании блокирующих гребней над Южной Атлантикой. При этом нередко южноамериканские циклоны выходили на море Уэдделла и далее, пройдя над шельфовым ледником Ронне, выходили на антарктический купол. Мощные гребни высокого давления развивались также со стороны Восточной Австралии и Новой Зеландии и были направлены на центральные районы Антарктиды, обуславливая процессы выноса теплого и влажного воздуха на купол. В результате на станциях Восток и Амундсен-Скотт отмечены температуры воздуха выше многолетней нормы, так же как на большинстве станций прибрежной зоны Восточной Антарктиды. В ряде регионов прошли обильные снегопады.

В ноябре характер атмосферной циркуляции существенно изменился по сравнению с октябрём. Развитие получили меридиональные процессы формы Ма, также увеличилась повторяемость зональных процессов (табл. 3.2.1). Блокирующие гребни образовывались в атлантическом и австралийском секторах, при этом активные циклоны с развитыми облачными многоярусными системами проникали далеко в высокие широты. Подобная ситуация в период 9–13 ноября наблюдалась при полете ИЛ-76 на станцию Восток для сброса топлива. Аномалии среднемесячной температуры на Антарктическом полуострове и на большинстве станций Восточной Антарктиды были положительными и только в районе Земли Королевы Мод существенно отрицательными, на станции Новолазаревская аномалия составила –3,3 °С. Это обстоятельство благоприятно сказалось на состоянии ВПП аэродрома и способствовало успешному выполнению указанной выше транспортной операции.

В декабре, так же как и в ноябре, зональные процессы были развиты в пределах нормы, а из меридиональных процессов получила аномальное развитие форма Мв. Антарктический антициклон получил хорошее развитие, и от моря Уэдделла до моря Дейвиса сформировался пояс положительных аномалий давления со значениями до 4–8 гПа. Среднемесячная температура на побережье морей Содружества, Дейвиса и Моусона, а также на станции Восток была на 1–3 °С выше нормы. На станции Новолазаревская в связи с преобладанием пасмурной погоды в декабре, низкими температурами в ноябре и наличием свежеснежного покрова наблюдалось запаздывание процессов таяния снега и ледников.

В целом за 2005 г. число дней с формами циркуляции Z, Ма и Мв составили, соответственно, 119, 124 и 122 дня, а это означает, что повторяемость зональных процессов была на 24 дня меньше нормы. Также меньше нормы на 11 дней была повторяемость процессов формы Ма. Положительная аномалия в развитии процессов формы Мв составила 35 дней. В атлантическом секторе Антарктики это привело к повышенной повторяемости положительных аномалий давления и отрицательных аномалий температуры воздуха. Лето на станции Новолазаревская было заметно прохладнее, чем в 2004 г.

---

### 3.3. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОЗОнового СЛОЯ В АНТАРКТИКЕ

---

В 2005 г. измерения общего содержания озона (ОСО) выполнялись персоналом ААНИИ/РАЭ на станциях Мирный, Новолазаревская и Восток. На ст. Восток наблюдения были прекращены в декабре 2004 года и возобновлены 6 февраля 2005 года.

В 2005 году по данным <http://toms.gsfc.nasa.gov/pub/eptoms/images/spole> площадь «озоновой дыры», начиная с августа, была значительно больше, чем в 2004 г., а минимальные среднесуточные значения ОСО опускались значительно ниже. В первой половине августа площадь озоновой дыры была даже больше, чем в предшествующие годы в этом сезоне года. Минимальные значения ОСО во второй половине июля – первой половине августа были существенно ниже, чем в предыдущие годы. На российских станциях в 2005 году также отмечены более низкие, чем в 2004 г. значения ОСО. Результаты мониторинга озонового слоя в Антарктике регулярно представляются в квартальном бюллетене «Состояние природной среды Антарктики. Оперативные данные российских антарктических станций».

Детальный анализ всех упомянутых материалов представлен в разделе 1.8 настоящего отчета.

### 3.4. МОНИТОРИНГ МОРСКОГО ЛЬДА ЮЖНОГО ОКЕАНА

Летом 2005 г. суммарная ледовитость Южного океана в целом соответствовала среднему многолетнему состоянию.

Атлантический массив в течение января сократился более чем вдвое, в результате чего его восточная граница отступила до 40° з.д. В феврале он не претерпел существенных изменений и сохранил крайнее западное положение, сконцентрировавшись вдоль Антарктического полуострова от южного побережья моря Уэдделла до 63–64° ю.ш. на 50° з.д. (табл. 3.4.1).

Таблица 3.4.1.

**Широтное положение внешней, северной кромки пояса дрейфующих льдов в Южном океане по данным ЛОИСЗ станций Беллинсгаузен, Новолазаревская и Мирный в 2005 г.**

Меридианы	Февраль		Май		Сентябрь		Декабрь	
	Факт.	Норма	Факт.	Норма	Факт.	Норма	Факт.	Норма
150° з.д.			66,4	66,2	61,6	62,1	64,4	65,6
140°			68,3	66,8	62,6	62,5	66,0	65,6
130°	71,4	70,5	67,3	67,4	64,4	63,9	68,3	66,0
120°	71,2	70,4	67,1	67,7	66,2	65,1	70,1	67,1
110°	70,4	70,6	66,1	68,2	69,2	65,3	70,3	67,6
100°	70,7	70,4	67,3	68,5	69,1	65,6	70,3	68,4
90°	68,5	69,6	67,2	67,9	67,7	65,5	68,9	68,2
80°	69,3	70,0	66,9	67,6	65,1	64,6	69,2	68,0
70°	68,3	68,3	67,3	67,0	62,6	63,5	66,9	66,6
60°	64,2 <sup>1</sup>	64,2 <sup>1</sup>	63,2	63,1	60,4	61,9	64,2 <sup>1</sup>	64,0
50°	63,4	65,3	60,6	60,5	60,9	59,9	61,3	62,6
40°	67,9	69,3	59,8	61,2	58,0	58,1	59,6	61,4
30°	76,5	73,1	61,8	62,6	56,4	57,0	59,6	60,7
20°	73,8 <sup>1</sup>	72,5	65,3	64,6	56,2	56,9	59,5	62,0
10° з.д.	70,6	70,4	66,4	66,2	56,2	56,6	59,3	62,4
0°	69,3	69,3	67,6	66,8	54,5	55,9	59,1	63,1
10° в.д.	69,5	69,3	66,5	66,3	54,6	55,3	58,5	62,9
20°	69,5	69,1	66,5	66,2	54,3	56,6	57,2	62,3
30°	68,7	68,5	—	66,4	57,2	58,7	61,0	62,9
40°	67,9	67,8	66,4	66,2	58,9	59,1	63,7	64,1
50°	65,9	66,3	65,1	64,8	59,9	59,1	63,1	64,1
60°	66,5	66,8	64,9	63,6	59,2	59,3	65,4	64,4
70°	67,0	67,3	63,1	63,0	59,5	59,1	64,3	64,3
80°	65,6	66,0	62,8	63,4	56,7	58,3	64,3	64,1
90°	65,7	65,5	62,3	63,3	57,6	59,5	63,8	63,6
100°	64,4	64,4	62,7	62,9	58,4	59,9	63,3	62,8
110°	65,3	65,4	63,4	63,5	59,4	60,6	64,1	64,0
120°	65,7	65,6	63,5	63,8	60,7	61,3	64,6	64,3
130°	65,5	65,4	63,5	64,0	61,1	61,9	64,2	64,2
140°	66,7 <sup>1</sup>	66,5	63,8	63,9	60,6	62,3	65,1	64,9
150°	65,0	65,4					65,0	64,8
160°	65,0	67,5					62,4	64,5
170° в.д.	71,5	71,1						

Примечание: 1 — чисто, лед отсутствует, вместо положения ледовой кромки приведена широта точки антарктического побережья в месте ее пересечения соответствующим меридианом.

Тихоокеанский массив также в январе уменьшился до нормальных размеров и в феврале стабилизировался. Кромка льда в морях Амундсена и Беллинсгаузена устойчиво располагалась около 70° ю.ш.

Балленский массив отличался несколько увеличенной площадью распространения. Он занимал давно не наблюдавшееся центральное положение, при котором его северная граница проходила по 65-й параллели между 150–160° в.д. и далее на восток была ориентирована по архипелагу островов Баллени в направлении мыса Адэр. На западе массив примыкал к гигантскому припайно-айсберговому полуострову с вершиной на 149° в.д. вблизи южного полярного круга.

В индийском секторе общие размеры ледяного покрова тоже были обычными для этого времени года. Однако следует отметить длительное сохранение здесь сплошного прибрежного пояса дрейфующих льдов на протяжении всего лета. Исключение представляло лишь море Дюмон Д'Юрвиля, которое традиционно полностью очистилось от льда и соединилось с открытым океаном уже в декабре 2004 г. Кроме того, хотя ширина указанного ледового пояса и составляла всего от 20 до 50 миль, но он отличался повышенной сплоченностью. Его разрежение и нарушение сплошности из-за вытаивания значительной массы льда произошло только к началу марта.

Таким образом, характерной особенностью летнего сезона 2005 г. явилось очень компактное расположение морского ледяного покрова, сконцентрировавшегося в зоне его основного переноса под воздействием постоянного прибрежного антарктического течения (ПАТ). Это служит косвенным свидетельством пониженной активности атмосферных процессов, что обусловило, очевидно, режим относительно слабого ветра и слабого волнения на основной части акватории антарктической области Южного океана.

В результате разрушение припая в большинстве прибрежных районов произошло в поздние сроки, а в отдельных местах не состоялось вовсе. Например, в заливе Прюдс у станции Прогресс начало взлома припая запоздало почти на месяц (табл.3.4.2), а в районе расположенной неподалеку сезонной базы Дружная-4 припай так и сохранился невзломанным в вершине бухты Саннефьорд. Аналогичная ситуация наблюдалась в районе залива Мак-Мердо, где разрушение припая и его вынос сдерживал еще и застрявший на бровке шельфа гигантский айсберг, который откололся от ледника Росса в 2000 г.

Таблица 3.4.2

**Сроки наступления основных ледовых фаз  
в районах российских антарктических станций в 2005 г.**

Станция (водный объект)		Взлом припая		Очищение		Ледо- образование		Образование припая		Замерзание	
		Начало	Оконч.	Первое	Оконч.	Первое	Устойч.	Первое	Устойч.	Первое	Оконч.
Мирный	Факт.	14.12*	16.01	17.02	17.02	17.03	17.03	20.03	28.03	05.04	19.04
(рейд)	Норма	23.12	05.02	12.02	НБ	11.03	12.03	30.03	02.04	14.04	17.04
Прогресс	Факт.	25.01	02.02	08.02	НБ	12.02	12.02	25.03	25.03	26.04	20.05
(бух.Восточная)	Норма	30.12	13.01	НБ	НБ	16.02	17.02	06.03	08.03	26.03	26.03
Беллинсгаузен	Факт.	11.08	11.10	23.10	23.10	09.06	09.06	12.06	30.06	30.06	30.06
(бух.Ардли)	Норма	10.09	09.10	12.10	05.11	09.05	08.06	11.06	13.06	03.07	07.07

Примечания: НБ — явления не было (не происходит); \* — 2004 г.

Вместе с тем антарктическое лето 2005 г. было, по-видимому, достаточно теплым, что способствовало интенсивному вытаиванию ледяного покрова и несколько отдалило новое осеннее ледообразование. Вследствие этого отмечалось крайне редко наблюдаемое полное исчезновение морского льда вдоль западного побережья бухты Восточная на станции Прогресс, а также окончательное, на срок не менее месяца, очищение акватории залива Трешникова в районе обсерватории Мирный.

**В марте** в прибрежной зоне повсеместно развилось активное ледообразование и концу месяца произошло традиционное восстановление сплошного циркумполярного



ледового пояса за исключением тихоокеанского побережья Антарктического полуострова.

**В апреле** значительное смещение кромки дрейфующего льда на север отмечалось лишь в тихоокеанском секторе Южного океана — в среднем с 70-й параллели до 68° ю. ш. На остальной его акватории ледовый пояс в основном не претерпел существенных изменений по сравнению с мартом. Вместе с тем на фоне относительно слабого ветра состоялось быстрое разрастание припая, который впервые установился до границ видимого горизонта (30 км) в районе обсерватории Мирный несколько раньше обычного, уже в начале апреля, тогда как на станции Прогресс это произошло на месяц позже нормы — только в конце апреля (табл. 3.4.2).

**В мае** площадь распространения морского ледяного покрова почти повсеместно резко увеличилась и достигла значения, близкого к среднемноголетнему по Южному океану в целом (табл. 3.4.1). Очевидно это связано с общим усилением циклонической деятельности и сопутствующей активизацией выносной адвекции льда. Она особенно ярко проявилась в скачкообразном достижении в середине месяца льдами из моря Уэдделла 60° ю.ш. между 40–55° з. д. с одновременным поступлением этих льдов на запад — в северную часть пролива Брансфилд. Повышенный циклонический фон отразился и на состоянии припайного льда. В частности, в результате прохождения глубокого циклона через залив Прюдс 10–12 мая был зафиксирован взлом и вынос прикромочной зоны припая на удалении 25–27 км к северо-востоку от станции Прогресс. В итоге окончательное замерзание видимой акватории залива произошло здесь только 20 мая, т.е. почти на два месяца позже обычного (табл. 3.4.2).

**В июне** интенсивность синоптических процессов и разрастания ледового пояса еще больше возросла. Кромка дрейфующего льда стремительно продвинулась на север. К концу месяца она в среднем достигла 59° ю.ш. между 0–55° з.д., 62–63° ю.ш. между 0–100° в.д. (при сохранении глубокой излучины кромки в море Космонавтов, вершина которой в районе залива Лютцов-Хольм находилась вблизи полярного круга), 63–64° ю.ш. в морях Моусона — Дюмон д'Юрвиля, 61° ю.ш. в море Сомова (Балленский массив), 66° ю.ш. в районе станции Русская и море Амундсена, 64–65° ю.ш. в море Беллинсгаузена.

Самым знаменательным событием месяца явилось активное развитие ледообразования вдоль всего тихоокеанского побережья Антарктического полуострова, включая пролив Брансфилд, где продолжилось поступление льда с востока, из моря Уэдделла. В результате по данным станции Беллинсгаузен в бухте Ардли наблюдались в целом привычные сроки наступления основных ледовых фаз (табл. 3.4.2), характерные для данного района ранее, до наступления периода «теплых зим» в 1996–2001 гг., рецидив которых отмечался в 2004 г.

Кроме того, следует указать на повсеместно увеличенные размеры стационарных полыней, косвенно свидетельствующие об отжатом от побережья состоянии пояса дрейфующих льдов и их усиленной адвекции. В частности, можно предположить, что значительная масса старых льдов из Балленского массива была вынесена на запад.

Наконец, активная циклоническая деятельность, особенно во второй половине июня, обусловила штормовые ветры, обильные снегопады и повышение температуры: до +1 °С на станции Прогресс и до –5 °С в обсерватории Мирный. Однако, если в районе холмов Ларсеманн из-за традиционного переноса выпавшего снега господствующими восточными ветрами припай в бухте Восточная сохранился практически беснежным и скорость его нарастания не изменилась (табл. 3.4.3), то на рейде Мирного произошло резкое увеличение заснеженности припая с одновременным уменьшением прироста его толщины.

**В июле** почти повсеместно произошло значительное уменьшение скорости разрастания ледового пояса после его интенсивного увеличения в мае–июне. Причиной яви-

Таблица 3.4.3

Толщина припая и высота снега на нем (см) в районах российских антарктических станций по данным профильных измерений в 2005 г.

Станция	Характеристики		Месяцы								
			IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
Мирный	Лед	Факт.	48	62	68	102	120	130	137	130	99
		Норма	46	67	84	101	119	137	152	156	149
	Снег		3	27	36	16	29	52	50	54	14
Прогресс	Лед		60	79	102	121	141	158	165	163	119 <sup>1</sup>
	Снег		0	5	0	7	6	1	1	0	0

Примечание: 1 – по данным измерений в постоянной точке.

лось, по-видимому, временное снижение циклонической активности, обусловившее ослабление результирующей выносной адвекции дрейфующего льда. Вместе с тем сопутствующие этому пониженный фон температуры воздуха и относительно спокойные динамические условия способствовали развитию припайного льда. Так, на рейде обсерватории Мирный нарастание припая составило до 1 см/сутки, в результате чего его толщина к концу месяца достигла обычного среднесезонного значения около 1 м (табл. 3.4.2). Тем самым наблюдавшийся здесь в мае, и особенно в июне, замедленный рост льда был полностью скомпенсирован. Однако самым знаменательным фактом является окончательное замерзание бухты Ардли на станции Беллинсгаузен (табл. 3.4.3), которое произошло впервые после 1998 г. Припай, полностью сковавший бухту 30 июня, устойчиво сохранялся свыше одного месяца на протяжении всего июля и первой декады августа.

В целом, в районе Южных Шетландских островов следует отметить достаточно отчетливо наметившуюся тенденцию реставрации привычного стереотипа развития ледовых событий, наблюдавшихся до 1996 г. Основной его особенностью, наряду с начавшимся в мае интенсивным поступлением в пролив Брансфилд льда с востока, из моря Уэдделла, является распространение, начиная с июля, льда с запада, из моря Беллинсгаузена (из района 65° ю.ш. 70° з.д.) в пролив Дрейка.

**В августе** процесс активного продвижения ледовой кромки на север возобновился. При этом явственно обнаружилось резкое ослабление притока льда из моря Уэдделла в пролив Брансфилд с одновременным усилением адвекции ледяного покрова из моря Беллинсгаузена в пролив Дрейка, где кромка к концу месяца приблизилась к 60-й параллели. Кроме того, следует указать на неординарное поведение кромки в смежных районах морей Амундсена и Беллинсгаузена (90–120° з.д.). С августа она начала постепенно отступать к югу. Вероятно, это связано с интенсификацией циклонических круговоротов данных морей, что приводит к усилению выноса льда из них соответственно на запад, в район станции Русская, и на восток, в уже упоминавшийся пролив Дрейка.

**В сентябре** характер развития ледового пояса принципиально не изменился. Исключение представляло лишь море Скоша, где в течение месяца отмечалась стабилизация кромки. В результате, в атлантическом и индийском секторах Южного океана, а также в проливе Дрейка к концу зимы сформировался в целом повышенный фон ледовитости (табл.3.4.1). Напротив, в тихоокеанском секторе площадь распространения ледяного покрова была существенно ниже нормы за счет аномально южного положения кромки в морях Амундсена и Беллинсгаузена, достигавшей между 100–110° з.д. 69° ю.ш.

**В октябре** заметного приращения ледового пояса не произошло. Более того, внутри него во второй половине месяца появились обширные зоны разрежения: в области 120–150° з.д., а также в районах 0° д. и 180° д., что положило начало аномально раннему

развитию здесь полыней открытого моря — Уэдделла и Росса. Следует также отметить состоявшееся в течение октября, т.е. в целом в привычные сроки, окончательное разрушение припая на станции Беллинсгаузен в бухте Ардли и ее полное очищение.

**В ноябре** тенденция раннего развития процессов весеннего разрушения ледяного покрова еще более усилилась. К образовавшимся в октябре зонам разрежения добавилась гигантская область разрежения в «теле» атлантического ледяного массива между 40–50° з.д., которая распространилась от кромки на юг от 60-й параллели вплоть до 70° ю.ш. С середины месяца в районах обсерватории Мирный и станции Прогресс началось, хотя и очень слабое, но опять-таки необычно раннее стаивание припайного льда (табл. 3.4.3), а в конце месяца — подламывание его прикромочной зоны.

**В декабре** ледовая обстановка в Южном океане определялась колоссальным циклоническим затишьем, когда глубокие циклоны почти не выходили к антарктическому побережью. В этих условиях дрейфующий лед распространялся исключительно под воздействием системы постоянных течений. В результате на большей части индийского сектора, как и в прошлый летний сезон, сформировался очень компактный ледовый пояс повышенной до 9–10 баллов сплоченности, приуроченный к зоне действия ПАТ. Северная его граница соответствовала среднегодовым значениям. Аналогичная ситуация наблюдалась в морях Беллинсгаузена и Амундсена, где кромка отступила в основном до 70-й параллели, что, напротив, является аномальным для данного времени года. В среднем это происходит лишь в феврале, как и было прошлым летом.

Вместе с тем в атлантическом секторе и западной половине тихоокеанского сектора внешняя кромка ледового пояса продолжала устойчиво сохраняться аномально далеко на севере, благодаря интенсификации выносной адвекции ледяного покрова, соответственно, в районе 25° з.д. и в системе циклонического круговорота моря Сомова. Однако при этом экстремально увеличенных размеров закономерно достигли полыни Уэдделла и Росса, которые стремительно развились в течение месяца между 63–68° ю.ш., 10° з.д. — 10° в.д. и 72–78° ю.ш., 160° з.д.—170° в.д.

В декабре почти повсеместно прекратился процесс взлома припая, а его стаивание резко активизировалось лишь во второй половине месяца. В итоге толщина и без того необычно тонкого припая на рейде обсерватории Мирный уменьшилась к концу декабря до рекордно низкого значения около 1 м (табл. 3.4.3).

### 3.5. МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ МАГНИТОСФЕРЫ И ИОНОСФЕРЫ В 2005 Г.

В 2005 г. геофизический мониторинг проводился на станциях Мирный, Восток и Новолазаревская. На всех станциях проводились магнитные и риометрические наблюдения. Вертикальное зондирование ионосферы проводилось только на станции Мирный. Кроме того, на ст. Новолазаревская выполнялись измерения эффектов космического излучения в диапазоне длин волн от 200 до 600 нм с использованием комплекса аппаратуры, регистрирующей фототок (микрофотоколориметр, спектрометр *Avantes*, газонаполненный фотоэлемент СИФ-45 МФТИ), а также измерялись интенсивности альфа распада  $^{239}\text{Pu}$  портативным нейтронным монитором и др. В настоящее время ведётся обработка и анализ этих данных. На станции Восток, где начиная с 1998 г. ведутся измерения атмосферного электричества, установлена и запущена в действие новая аппаратура для автоматической регистрации в цифровом виде вариаций атмосферного электрического поля и атмосферных электрических токов. Эксперимент, включающий околополюсные станции Восток, Купол С и Южный Полюс, проводится в рамках Международного проекта с участием России, Австралии, Франции и США. Начаты геофизические наблюдения (магнитные и риометрические) на новой станции Прогресс.

Магнитная возмущенность в 2005 г. была статистически ниже, чем в предыдущие годы. По данным магнитных наблюдений на антарктических станциях наиболее сильные возмущения наблюдались 7–8 января, 17–19 января (мировая магнитная буря), 8 мая, 15 мая, 30 мая, 24 и 31 августа, 8–15 сентября (магнитная буря) и 27 декабря. В эти дни в отдельные интервалы времени К-индекс на антарктических станциях достигал величины 8–9 баллов.

На рис. 3.5.1 приведен годовой ход значений индекса магнитной активности PCS, рассчитанного по данным станции Восток за 2005 год.

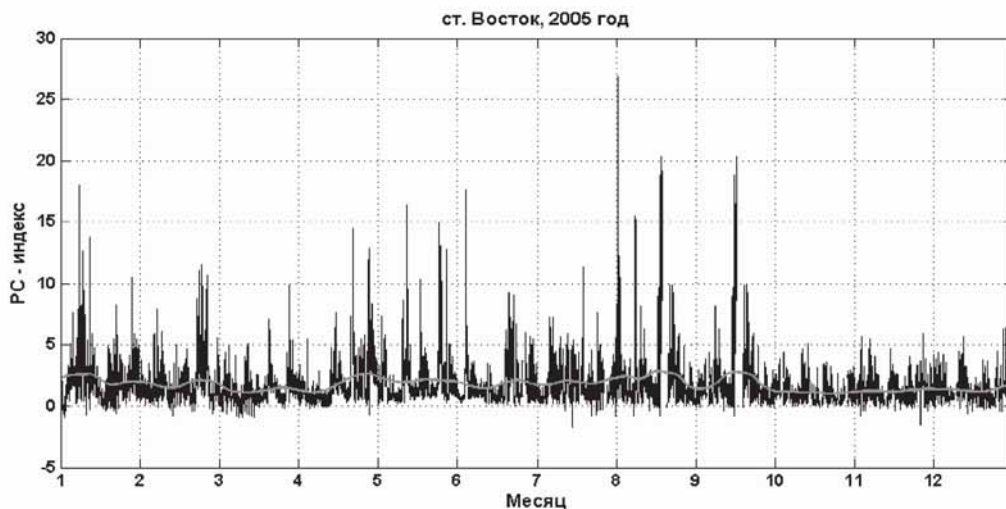


Рис. 3.5.1. Среднечасовой ход значений индекса магнитной активности PCS по данным станции Восток за 2005 г.

Вспышечная активность Солнца сопровождалась вторжением высокоэнергичных солнечных протонов в верхнюю атмосферу Антарктики. Эффекты этих вторжений, так называемые явления поглощения в полярной шапке (ППШ), фиксировались риометрами на станциях Мирный Новолазаревская и Восток. ППШ наблюдались 23 января, 8–19 сентября и 10–11 ноября. Наиболее интенсивное ППШ наблюдалось во время магнитной бури, начавшейся 8 сентября. Поглощение на ст. Восток 10 сентября достигло величины 18 дБ.



## **НАПРАВЛЕНИЕ 4. ОХРАНА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

Природоохранная деятельность в отчетный период была главным образом сосредоточена на организации процесса удаления отходов текущей и прошлой деятельности РАЭ (САЭ) и на получении данных для оценки воздействия деятельности РАЭ на антарктическую фауну и флору. Работы выполнялись в рамках Направления 4 «Охрана окружающей среды» подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» и в соответствии с требованиями Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике, подписанного в Мадриде в 1991 г. (Далее по тексту – Мадридский Протокол, Протокол).

Представленный раздел отчета содержит результаты работ, выполненных в рамках плана реализации подпрограммы на 2005 г. в соответствии с программами природоохранных мероприятий, выполненными в 49-й зимовочной и 50-й сезонной Российских антарктических экспедициях.

### **4.1. ОБУЧЕНИЕ ПЕРСОНАЛА ПРАВИЛАМ ПОВЕДЕНИЯ В РАЙОНЕ ДЕЙСТВИЯ ДОГОВОРА ОБ АНТАРКТИКЕ**

---

#### **4.1.1. ПРОЕКТИРОВАНИЕ, СТРОИТЕЛЬСТВО И ОБОРУДОВАНИЕ УЧЕБНО-ТРЕНИРОВОЧНОГО ЦЕНТРА**

Данная тема до настоящего времени (2005 г.) не финансировалась.

#### **4.1.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОБУЧЕНИЯ**

Обучение персонала, отправляющегося в Антарктику, проводилось по утвержденной программе курса техники безопасности со сдачей экзамена.

На судне проводились инструктажи по безопасности при вертолетных работах и грузовых операциях, тренинг по шлюпочной тревоге и инструктаж для отбывающих на станции. В Антарктике ежедневно по радиосети судна давались объявления об обращении с отходами и недопустимости сброса их за борт.

В начале зимовки в зданиях и производственных помещениях станций проводилась разъяснительная работа с комендантами зданий и ответственными за производственные помещения лицами по правилам обращения с бытовыми и производственными отходами. Начальниками станции было отдано распоряжение о необходимости соблюдения правил организации удаления отходов и назначены ответственные лица.

## 4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА УДАЛЕНИЯ ОТХОДОВ

### 4.2.1. СТРОИТЕЛЬСТВО СООРУЖЕНИЙ И УСТАНОВКА ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УДАЛЕНИЯ ОТХОДОВ

В 2004–2005 гг. была разработана технологическая схема удаления отходов для станции Новолазаревская (оазис Ширмахера, Земля Королевы Мод). Особенностью станции является то, что она расположена на свободной ото льда территории – антарктическом оазисе. Протокол предъявляет повышенные требования к деятельности в оазисах, так как антропогенная нагрузка на окружающую среду и озерные экосистемы может вызвать необратимые изменения их экологических параметров. В связи с этим предъявляются повышенные требования к очистке бытовых сточных вод, сбрасываемых непосредственно на грунт. Требуемое качество таких вод, в соответствии с рекомендациями Совета менеджеров национальных антарктических программ (КОМНАП) должно соответствовать качеству питьевой воды. Стоимость современной очистной установки (западного образца, т.к. российские установки не существуют) с такими выходными параметрами несоизмерима высока для существующей станционной инфраструктуры. Ее внедрение следует рассмотреть при полной модернизации станции.

Для существующей инфраструктуры была выбрана малозатратная технология очистки сточных вод, представляющая собой линию раздельного удаления фекального (методом сжигания) и мытьевого стока (методом фильтрации, сорбции и обеззараживания). Она позволяет значительно упростить и удешевить технологию и добиться приемлемого качества очистки сточных вод, сбрасываемых непосредственно на территории оазиса.

В сезон 50-й РАЭ на станцию были доставлены семь электрических туалетов производства США – Incinolet, уже используемых рядом иностранных антарктических программ и зарекомендовавших себя, как надежное и простое в обслуживании оборудование (рис. 4.2.1).



Рис. 4.2.1. Внешний вид инсинолета

Первый образец был установлен в отдельно стоящем балке и успешно прошел испытания. В 50-й РАЭ планируется установить инсинолеты в служебных и жилых помещениях станции. Полный переход станции на инсинолеты обеспечит сжигание фекальных отходов, что позволит в 2007–2008 гг. ввести в строй линию очистки серых (мыльных) вод и обеспечить близкое к требуемому качество сбрасываемого в оазис стока. Возможен вариант утилизации стока для станционных нужд.

#### **4.2.2. УДАЛЕНИЕ ОТХОДОВ И ЛИКВИДАЦИЯ ПОСЛЕДСТВИЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИСШЕСТВИЙ**

##### **Станция Прогресс**

Все работы по уничтожению отходов на станции проводились в соответствии с требованиями протокола по охране окружающей среды. В зимовку 49-й РАЭ инсинератор обслуживался силами ДЭС, а в сезон 50-й РАЭ инженером по природоохранным работам.

В декабре 2004 – феврале 2005 года в связи с работой строительного отряда, большим транзитом на ст. Восток и обратно (на станции находилось до 70 человек) и рядом экологических мероприятий (очистка ферментаторского балка, вывоз отходов с аэродрома, со станции Прогресс-1 и т.д.) инсинератор эксплуатировался чаще, чем в зимовку, 1–2 раза в неделю по 12–20 часов. Всего переработано 1800 кг отходов, причем 80% составили древесные отходы.

Особое внимание было уделено сортировке отходов. Изготовлена и вывешена у мест сбора отходов наглядная агитация в виде плакатов. Там же были установлены пластиковые мешки для различных видов мусора. Стекланные отходы дробились кувалдой в специально установленных бочках. Алюминиевые и консервные банки прессовались в специальном прессе и упаковывались в пластиковые мешки.

Канализационные воды от жилого комплекса «Лена» по самотечному обогреваемому коллектору поступает на станцию очистки (рис. 4.2.2), расположенному в контейнере рядом со зданием. Агрегат «Каскад» обеспечивает многократный цикл электрохимической очистки и обеззараживания сточных вод до их сброса по напорному канализационному трубопроводу в песок у среза воды бухты Тюленья.



Рис. 4.2.2. Внутри помещения установки очистки сточных вод. Станция Прогресс, 2005 г.

В месте сброса иловые отложения и следы на песке практически отсутствуют, слабый запах появляется только во время сброса.

В сезон 50-й РАЭ в комплексе «Лена» проживало до 50 человек. Полный цикл заполнения станции составлял от 2 до 4 дней, т.е. один раз в 2—4 дня происходил автоматический сброс отработанных сточных вод в залив.

Отказы и поломки оборудования станции очистки за период декабрь 2004 г. — февраль 2005 г. не случались, ЗИП в наличии и не использовался.

Сбросы в бухту Тюленья на поведение животных не влияют. Тюлени (от 2 до 6 особей) и пингвины Адели постоянно появляются в бухте и на станции, ведут себя спокойно, на сбросы не реагируют.

В период заезда на станцию проводился экологический инструктаж персонала станции, всех транзитных полярников, летного состава по правильному обращению, разделению, утилизации и удалению отходов, правилам поведения на станции.

Организованы места временного хранения различных видов отходов, определена и промаркирована тара, разработана система сортировки. Изготовлены и развешены информационные плакаты.

Для исключения разливов ГСМ проведены плановые ремонты и профилактические работы.

Территория станции очищена от мусора и отходов и находится в хорошем состоянии.

Регулярно (1 раз в неделю) проводились общестанционные экологические работы по очистке территории станции.

Очищены помещения ферментаторской от продуктов ферментации, части строительных конструкций и мусора. Все утилизировано в инсинераторе.

45 т прессованных бочек и часть металлолома со свалки III заложены в фундамент строящегося здания ДЭС и гаража.

Вывезена с территории станции на площадку хранения крыша сгоревшего ранее дома «Север-2». С территории вывезено 200 пустых бочек из под авиатоплива для вывоза с материка. Из бочек слиты остатки топлива.

Очищена и подготовлена к зиме территория аэродрома: вывезены отходы, зачищены места протаивания, аэродромные балки и сани удалены на подбазу.

Приведена в порядок территория ст.Прогресс-1. Упорядочено складирование досок и бочек. Вывезены и утилизированы отходы.

В рамках подготовки к зиме отремонтированы мягкие кровли кают-компаний, склада, медпункта, ДЭС и жилого блока «Черепаша» №11.

### **Станция Новолазаревская**

В период летнего сезона экологической группой вместе с сотрудниками станции произведена очистка территории аэродрома, территории вокруг станции, особое внимание уделено технической площадке станции «Ухта». Утилизировано под прессом более 400 бочек, бочки и металлолом загружены в 20-футовые контейнеры.

Программа природоохранных работ на аэродроме станции Новолазаревская сезона 50-й РАЭ выполнена в запланированном объеме. Полностью извлечены из льда три склада временного хранения бочек и отходов хозяйственной деятельности. Подготовлены к отправке на НЭС «Академик Федоров» в Санкт-Петербург 51-й РАЭ два 20-ти футовых контейнера (один с металлоломом — прессованные бочки, второй с мусором).

Для завершения очистки всей территории района необходимо:

- вырезать из льда транспортные сани;
- извлечь из льда конструкции двух ангаров;
- произвести сортировку и последующую утилизацию 96 бочек с отходами хозяйственной деятельности, оставленные на транспортных санях на территории лагеря.





Рис. 4.2.3. Вид одной из старых свалок в районе аэродрома. Станция Новолазаревская, 2000 г.



Рис. 4.2.4. Вид района после удаления свалок. Станция Новолазаревская, 2005 г.

#### **Прочая деятельность, связанная с удалением отходов**

В ходе выполнения похода на станцию Восток, была собрана важная информация о состоянии района трассы, мест временных стоянок транспорта и о количестве отходов, накопившихся там в результате многолетней деятельности.

Произведена инвентаризация открытого металлолома на станции Восток, общее количество которого оценивается в 440 т.

На всех станциях РАЭ регулярно проводились текущие мероприятия по профилактике загрязнения природной среды, предусматривающие комплекс мероприятий по сбору, удалению отходов и их подготовке к погрузке на судно. В результате этих работ были подготовлены для вывоза из Антарктики:

- в обсерватории Мирный — тринадцать железнодорожных контейнеров с отходами;
- на станции Прогресс — более 200 т отходов;
- на станции Беллинсгаузен — старая изношенная техника и агрегаты.

**Всего со станций вывезено в Санкт-Петербург около 90 тонн отходов.**

---

#### **4.3. ОРГАНИЗАЦИЯ БЕЗ АВАРИЙНОГО ХРАНЕНИЯ НЕФТЕПРОДУКТОВ И МЕРОПРИЯТИЙ НА СЛУЧАЙ ИХ РАЗЛИВОВ**

---

##### **4.3.1. СТРОИТЕЛЬСТВО СООРУЖЕНИЙ И ОБОРУДОВАНИЕ СТАНЦИЙ И СУДОВ НЕОБХОДИМЫМ СНАРЯЖЕНИЕМ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ И ЛИКВИДАЦИИ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Строительство новых капитальных сооружений и приобретение спецоборудования для борьбы с нефтяными разливами за отчетный период не проводилось.

##### **4.3.2. МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДОТВРАЩЕНИЮ СЛУЧАЙНЫХ РАЗЛИВОВ НЕФТЕПРОДУКТОВ**

Мероприятия по предотвращению разливов на всех станциях РАЭ в основном сводились к обследованию, монтажу и ремонту топливопередающего и топливосодержащего оборудования.

#### 4.4. ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ (ОВОС) И ПРИРОДООХРАННЫЙ МОНИТОРИНГ

В отчетный период была выполнена большая работа по сбору данных о состоянии животного и растительного мира полуострова Файлдс (станция Беллинсгаузен).

##### 4.4.1. ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ПАРАМЕТРОВ АНТАРКТИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ

В отчетный период приобретение оборудования для мониторинга параметров антарктических экосистем не производилось.

##### 4.4.2. ОРГАНИЗАЦИЯ МЕРОПРИЯТИЙ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВОЗДЕЙСТВИЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАЭ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

###### Исследование радиоактивного фона местности и оборудования

В сезоне 50-й РАЭ были продолжены исследования радиоактивного фона местности в районах расположения станций РАЭ, которые представляли собой измерение мощности экспозиционной дозы (в дальнейшем – МЭД, мкР/ч) и запись спектров  $\gamma$ -излучателей с его последующим анализом с целью выяснения их радионуклидного состава.

Для измерения МЭД использовался прибор ДРГ-01Т1 (в дальнейшем – ДРГ), прошедший поверку в ГУП «НПО Радиевый институт им. В.Г.Хлопина». Для  $\gamma$ -спектрометрии использовался переносной 480-канальный анализатор излучения радионуклидов (в дальнейшем – АИР) «Скиф-3» с кристаллическим сцинтилляционным детектором, арендованный на том же предприятии (рис. 4.4.1). АИР использовался также в движении, в поисковом режиме. При этом велось наблюдение за изменением мгновенных показаний, усредненных по всему диапазону измерения.

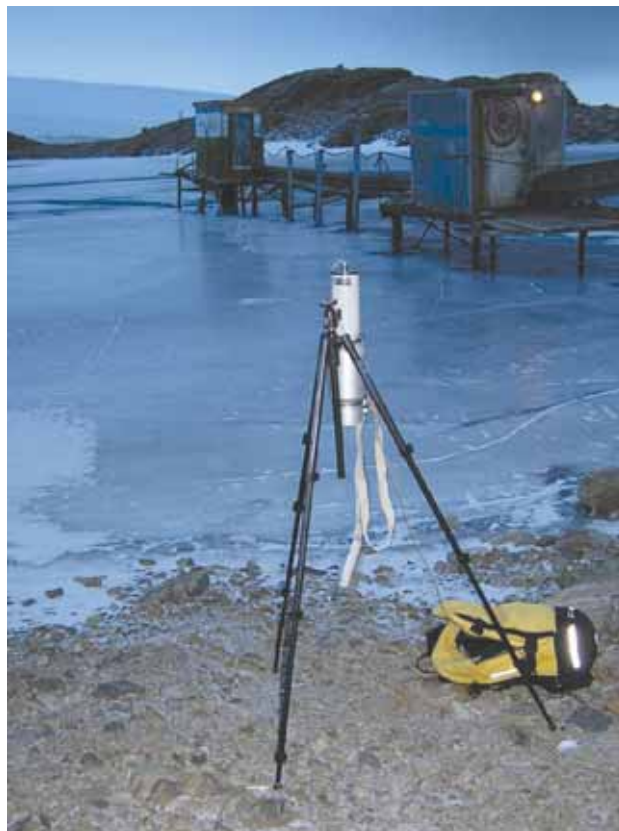


Рис. 4.4.1. Проведение измерений с помощью анализатора излучения радионуклидов.  
Станция Новолазаревская, 2005 г.

Исследуемые объекты фотографировались, по возможности с привязкой к характерным постоянным элементам рельефа. Были произведены измерения в районах базы Дружная-4 и станции Новолазаревская. Результаты показали, что качественное радиационно-спектрометрическое исследование местности требует времени значительно большего, чем сроки стоянки НЭС для погрузо-разгрузочных работ на рейдах антарктических станций. Необходимо иметь в распоряжении целый сезон для каждой исследуемой территории.

В районе станции Мирный был обследован доставленный со станции Восток грузовой контейнер с радиоизотопными источниками, ранее использовавшимися для геофизических исследований. Произведена оценка радиационной обстановки в непосредственной близости от контейнера, проверен радиационный фон проб снега и льда, извлеченных из контейнера. Обследование показало, что радиоактивное загрязнение отсутствует. Представлено подробное описание РИ-источников, их состояния и фотографии. Подготовлены рекомендации по дальнейшим ликвидационным мероприятиям. Данные материалы будут использованы при подготовке РИ-источников к вывозу за пределы Антарктики.

#### Мониторинг воздействия деятельности на животный мир полуострова Файлдс

На станции Беллинсгаузен были продолжены наблюдения за фауной полуострова Файлдс. Проведение российских природоохранных и зоологических работ в районах наибольшего антропогенного воздействия позволило дать оценку влияния антарктических станций на биологическое разнообразие высших позвоночных и на состояние природных комплексов в целом, выявить основные факторы динамики населения.

Численность гигантского буревестника в 1983–1985 гг. была 330–340 гнездящихся пар. В 1996–1998 гг. наблюдается значительное падение численности на 27–35 % за счет хищничества поморников, вызванное антропогенными факторами на колониях вблизи антарктических станций. В этот период успех размножения в таких колониях доходил до 11 %.

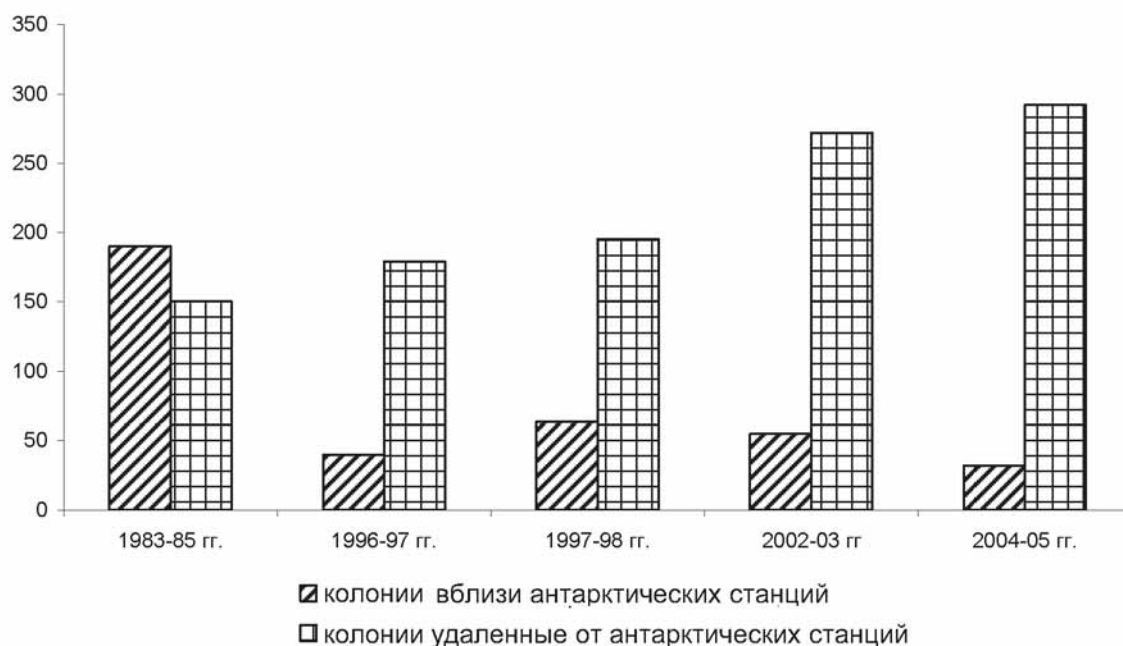


Рис. 4.4.2. Динамика численности южного гигантского буревестника в различных по удалению от антарктических станций колониях



В гнездовой период 2002–2003 гг. наблюдалась восстановление общей численности популяции до 350 гнездящихся пар. Численность увеличилась в два раза в колониях на о. Дарт и о. Две вершины до 104 и 102 гнездящихся пар. В тоже время колонии полностью исчезли на о. Альбатрос, в пр. Дрейка и почти полное исчезновение колоний в районе антарктической станции «Великая стена» и на мысе Нобелс.

В сезон 2004–2005 гг. отмечено небольшое снижение численности гнездящихся птиц до 324 пар. В свою очередь происходило восстановление колонии на м. Нобелс, завязанное с наименьшим антропогенным воздействием из-за отсутствия в последние сезоны вертолета на уругвайской станции «Артигас». Впервые в этот сезон буревестники начали гнездиться в бывшей колонии в бух. Морских котиков. Здесь успешное гнездование было у трех пар. Успешность гнездования у этого вида в этот сезон была значительно ниже и составляла 32%, связанная, прежде всего, с гибелью (94%) гнезд в крупной колонии на о. Дарт. Причины такой гибели пока остаются, не известны.

Что касается других видов морских птиц, гнездящихся на полуострове, то необходимо отметить следующее.

В отдельных мелких колониях антарктического пингвина наблюдается значительное снижение численности по сравнению с гнездовым периодом 2002–2003 гг. В таких колониях успех размножения за счет хищничества поморников минимален или равен нулю. Вероятно, в ближайшее время небольшая колония антарктических пингвинов на м. Экзот исчезнет.

В колонии пингвинов Адели наблюдается также тенденция снижения численности (на 31%) от 590 пар в сезон 2002–2003 гг. до 409 гнездящихся пар в этом сезоне. В тоже время происходит увеличение (на 18%) численности гнездящихся на о. Ардли папуанских пингвинов с 3900 до 4728 пар.

Данные по численности и успеху размножения птиц для п-ова Файлдс приведены в табл. 4.4.1.

*Таблица 4.4.1.*

**Численность гнездящихся птиц и их успешность размножения на п-ове Файлдс**

Виды птиц	Число гнездящихся пар	Успешность размножения (число птенцов на 1 гнезд. пару)
Папуанский пингвин	4728	1,34
Антарктический пингвин	115	0,3–1,5
Пингвин Адели	409	1,24
Южный гигантский буревестник	324	0,31
Капский голубок	220–250	0,1
Вильсова качурка	300–500	нет данных
Белая ржанка	2–3	0,3
Доминиканская чайка	100–130	0,1
Поморник Лонберга	81	нет данных
Поморник Макормика	205	нет данных
Гибридные пары C.s.l. & C.m.	30	нет данных
Антарктическая крачка	350–400	менее 0,1

Антропогенное воздействие в летний период значительно выше, чем в другие времена года. В последнее время значительно увеличилось посещение полуострова различными туристическими группами, наибольшее влияние от которых приходится на более доступные места — бухты Ардли и Биологов.

Как показали наши наблюдения, авиация и водный транспорт практически не оказывают никакого воздействия на ластоногих полуострова Файлдс. Во многом это обусловлено тем, что основные лежбища тюленей находятся на побережье проливов Дрейка, а все станции (соответственно, наиболее интенсивное движение транспорта) расположены на побережье залива Максвелл. В тех случаях, когда производился взлет и посадка самолетов, в ближайших от аэродрома бухтах ни один вид тюленя не проявлял беспокойства.

В этот сезон на полуострове с чилийской стороны велось интенсивное строительство по расширению взлетной полосы аэродрома. При этом в разных местах полуострова производилось взятие грунта и гравия. Для этого строились новые дороги и расширялись старые. Работы не прекращались и в ночное время. При этом в некоторых местах и без того скудная растительность уничтожалась. В районе проведения этих строительных работ находились отдельные гнезда поморников, крачек, чернотроу и Вильсовой качурок, которые были уничтожены.

Во время работы чилийской авиации в гнездовой период не соблюдались правила и нормы полетов над особо охраняемым участком «островом Ардли» и колонией южного гигантского буревестника «м. Нобелс».

В настоящее время все пищевые отходы подвергаются специальной утилизации. Поэтому этот фактор сейчас не влияет на увеличение численности поморников и доминиканских чаек. Между тем скопление этих видов возле китайской антарктической станции «Великая стена» все же существует. Также имелись отдельные случаи подкормки двух пар поморников гнездящихся на территории станции Беллинсгаузен.

Из частных случаев антропогенного влияния на биоту полуострова следует отметить нахождение взрослой самки южного морского котика с остатками сети на шее.



Рис. 4.4.3. Самка южного морского котика с остатками сети на шее

Некоторые краткие предварительные выводы представлены ниже:

1. В летний период 2004–2005 гг. на п-ове Файлдс было отмечено 18 видов птиц. Из них гнездящихся 12 (папуанский и антарктический пингвины, пингвин Адели, южный гигантский буревестник, капский голубок, Вильсона и чернобрюхая качурки, белая ржанка, поморники Лонберга и Маккормика, доминиканская чайка, антарктическая крачка), кочующих 2 (королевский и золотоволосый пингвины), зимующих два (полярная крачка и песочник *Calidris rusticolus*) и характер пребывания у двух видов не ясен (светлоспинного дымчатого альбатроса и голубоглазого баклана).

2. Численность размножающихся особей пингвинов Адели и антарктического на п-ове Файлдс и о-ве Ардли продолжает снижаться и составляет 409 пар Адели и 115 пар антарктических пингвинов, что на 29 % и 18 % меньше по сравнению с сезоном 2002–2003 гг., соответственно.

3. Продолжается рост численности гнездящихся папуанских пингвинов на о. Ардли. За период с 1997–1998 гг. (2800 гнездящихся пар) численность выросла на 40 % (4728 гнездящихся пар в сезон 2004–2005 гг.).

4. Численность южного гигантского буревестника остается стабильной, но продолжается тенденция снижения численности в колониях вблизи антарктических станций и увеличения ее в удаленных и труднодоступных колониях. В тоже время наблюдается восстановление колонии вблизи уругвайской станции, вероятно из-за отсутствия в последние годы вертолета, и колонии в бух. Морских котиков.

5. Вероятно из-за хищничества поморников у капского голубка крайне низкие показатели размножения.

6. Численность гнездящихся видов поморников продолжает увеличиваться и на 25% (314 гнездящихся пар) больше по сравнению с сезоном 2002–2003 гг., что составило 20–25 особей на 1 кв. км площади полуострова.

7. Основные лежбища тюленей остаются, как и прежде на побережье пр. Дрейка. Наибольшие места концентрации – район п-ова Флэт-Топ, бухты Ледниковая и Морских котиков.

8. В отличие от сезона 2002–2003 гг. численность морских слонов была максимальной не в декабре, а в январе, с падением ее в последующие месяцы. В марте также прослеживается резкое изменение возрастно-полового состава этого вида с преобладанием взрослых самцов, образующих отдельные группы и отход с полуострова взрослых самок.

Полученные натуральные материалы пополняют базу данных о биологическом разнообразии, послужат основой при разработке плана управления районом и выработке рекомендаций по устойчивому развитию деятельности антарктических станций и экспедиций в районе п-ова Файлдс.

В перспективе при расширении биологических исследований в субантарктической зоне (о. Кинг-Джордж) на п-ове Файлдс целесообразна установка сезонной биологической станции в районе мыса Экзот. Это место является наиболее перспективным для более глубоких исследований по биологии как отдельных видов морских птиц, орнитокомплексов в целом, так и проведение здесь других биологических работ.

Исследования по оценки биологического разнообразия и мониторинга состояния популяций морских птиц и млекопитающих и выполнение других биологических программ на ст. Беллинсгаузен в последнее время проводилось почти ежегодно и не только специалистами России, но и других стран, поэтому назрела необходимость создания на станции лабораторного комплекса.

#### **Мониторинг воздействия деятельности на растительный покров полуострова Файлдс**

Активная деятельность человека в окрестностях антарктических станций оказывает негативное влияние на растительный покров суши, вызывая его полное разруше-



ние или, в лучшем случае, заметную деградацию. Лишайники являются наиболее чувствительными элементами антарктических экосистем и подвергаются наибольшему влиянию антропогенных факторов. Тем не менее, конкретные механизмы воздействия человека на лишайниковую растительность окрестностей антарктических станций все еще остаются слабо изученными.

Для исследования этого процесса — путей, механизмов, динамики и степени антропогенного воздействия на моховую и лишайниковую растительность Антарктики, как в качественном, так и в количественном отношении, необходимо провести тщательно подготовленные мониторинговые исследования.

Суть мониторинговых наблюдений заключается в изучении долговременной динамики процессов воздействия человека на окружающую среду с целью выработки адекватных методов ее защиты и сохранения.

Мониторинг влияния антропогенного воздействия и, в частности, загрязнения вод, воздуха и грунта, а также непосредственного влияния человека на растительность в окрестностях антарктических станций должен проводиться в соответствии со следующими основными принципами:

1. Наблюдения должны быть проведены на территории и в ближайших окрестностях всех российских антарктических станций, желательно одновременно.
2. Наблюдения должны носить долговременный характер в течение нескольких лет или десятилетий.
3. Необходимо охватить наблюдениями максимальное число местообитаний лишайников и мхов в окрестностях станций, включая ключевые, критические с точки зрения экологии, точки в пределах станций.
4. Необходимо предусмотреть организацию наблюдений в окрестностях станций в специально выбранных эталонных контрольных точках, незатронутых человеческой деятельностью и являющихся «чистыми».
5. Мониторинговые исследования должны носить предварительный характер, то есть быть организованными до начала активного изменения природной среды человеком — лучше всего до начала строительства станции, либо, если станция уже существует, как можно раньше.

Методика мониторинговых наблюдений предусматривает закладку многочисленных площадок для многолетних наблюдений. Площадок должно быть как можно больше. Площадки закладываются в основных местообитаниях в ближайших окрестностях станций и на их территориях, в точках наибольшего предполагаемого воздействия (загрязнения), кроме того — в заведомо «чистых» местах (эталонные площадки). Заложенные площадки должны быть четко размечены, так чтобы разметка сохранялась в течение многих лет.

Растительный покров площадок должен быть тщательно изучен, видовой состав мхов и лишайников выявлен, также как и проективное покрытие видов. Необходимо предусмотреть изучение в пределах площадок химического и бактериологического состава грунта и растительной дернины, а также микроклиматических показателей. Желательно выявить состав микрофлоры и микрофауны растительных сообществ изучаемых площадок. Существенно важно предусмотреть фотодокументирование характера растительного покрова, что даст важную наглядную информацию для сравнения и выявления динамики.

Все данные должны быть внесены в Паспорт изучаемой площадки, ведущийся в электронной форме.

Наблюдения должны повторяться регулярно, по крайней мере, не реже одного раза в год (оптимально — в период летнего сезона), а данные вносятся в электронный паспорт.

По мере накопления данных должен проводиться многоплановый анализ динамики растительного покрова площадок и характер реагирования отдельных видов на меня-



ющиеся условия среды. Полученные данные должны сравниваться с данными химических и метеорологических наблюдений для выявления соответствующих корреляций.

Аккуратно проводимые многолетние наблюдения, несомненно дадут объективный материал для оценки характера и степени влияния человека на экосистемы антарктической суши.

#### **Получение разрешений на деятельность РАЭ в Антарктике**

За 2005 г. РАЭ ААНИИ получила три дополнительных разрешения. Они представлены в табл. 4.4.2.

*Таблица 4.4.2.*

#### **Перечень разрешений на деятельность в Антарктике, полученных РАЭ за 2005 г.**

№ разрешения	Кому выдано	Вид деятельности	Район (маршрут)	Срок действия разрешения
022	ГУ ААНИИ Росгидромета	Воздушная природоохранная экспедиция по эвакуации самолета АН-3Т с антарктической станции США Амундсен-Скотт в составе 50-й РАЭ	Район Антарктиды между станциями Мак-Мердо и Амундсен-Скотт (район Южного полюса)	На период работы 50-й РАЭ
024	ГУ ААНИИ Росгидромета	Авиационное обеспечение станции Восток	г. Пунта-Аренас (Чили) – аэродром Марч (чилийская антарктическая станция, о. Кинг Джордж) – аэродром на станции Халли (Великобритания) – аэродром станции Новолазаревская (РФ) – аэродром на базе Молодежная (РФ) – аэродром на станции Прогресс (РФ) – аэродром на станции Восток (РФ)	20.01.2005 – 20.03.2008
025	ГУ ААНИИ Росгидромета	Бурение дополнительных 50 м глубокой скважины 5Г-1 на станции Восток	Район Центральной Антарктиды, российская антарктическая станция Восток	20.01.2005 – 20.03.2007

## НАПРАВЛЕНИЕ 5. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИЙСКОЙ АНТАРКТИЧЕСКОЙ ЭКСПЕДИЦИИ

В соответствии с планом мероприятий по направлению «Материально-техническое обеспечение» подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» федеральной целевой программы «Мировой океан» и во исполнение Плана мероприятий по обеспечению деятельности РАЭ в 2001–2005 гг. (постановление Правительства Российской Федерации от 24.09.2001 г. № 685) в 2005 г. планировалось выполнение работ, представленных в таблице 5.1.

*Таблица 5.1*

### Мероприятия по направлению 5. «Материально-техническое обеспечение», предусмотренные к выполнению в 2005 г.

№	Наименование мероприятий	Наименование работ по реализации мероприятий
1.	Организация ежегодных антарктических экспедиций в оптимальные сроки	Обеспечение экспедиционных операций и работ сезонной 50-й РАЭ, подготовка и начало проведения 51-й РАЭ
2.	Завершение работ по переносу транспортного узла со станции Мирный на станцию Прогресс и строительства на этой станции	Строительство снежно-ледового аэродрома и зимовочного комплекса на станции Прогресс
3.	Обеспечение безопасности персонала и транспортных операций РАЭ:	<ul style="list-style-type: none"> <li>– установка автоматизированных средств пожаротушения;</li> <li>– внедрение технологии безопасного проведения грузовых судовых операций на рейде станции Прогресс;</li> <li>– внедрение спутниковых и КВ средств связи и систем сбора, обработки и передачи оперативной информации;</li> <li>– развитие средств телемедицины;</li> </ul>
4.	Обновление оборудования и капитальный ремонт транспортной техники, служебных и жилых зданий	<ul style="list-style-type: none"> <li>– модернизация базовых гусеничных тягачей и транспортеров для внутриконтинентальных транспортных походов и поэтапное переоснащение ими транспортной базы РАЭ;</li> <li>– капитальный ремонт служебно-жилых зданий</li> <li>– минимизация инфраструктуры законсервированной станции Молодежная и демонтаж ее оборудования.</li> </ul>

### 5.1 ОРГАНИЗАЦИЯ ЕЖЕГОДНЫХ АНТАРКТИЧЕСКИХ ЭКСПЕДИЦИЙ В ОПТИМАЛЬНЫЕ СРОКИ

Деятельность Российской антарктической экспедиции (РАЭ) в 2005 г. осуществлялась в режиме минимально допустимых параметров и была направлена на выполнение мероприятий, предусмотренных постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2001 № 685 «О мерах по обеспечению интересов Российской Фе-

дерации в Антарктике и деятельности Российской антарктической экспедиции в 2002–2005 годах».

Научно-практическая деятельность 49 и 50-й зимовочных и 50 и 51-й сезонных РАЭ выполнялась в соответствии с утвержденным руководством Росгидромета и согласованными с Научным советом РАН по изучению Арктики и Антарктики Программами научных наблюдений и работ и Планами экспедиционных работ РАЭ на 2004 и 2005 гг. Цели и задачи исследований и работ соответствовали основным направлениям подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» ФЦП «Мировой океан».

В период работы 49-й зимовочной и 50-й сезонной РАЭ в 2005 г. была в основном завершена реализация плана мероприятий по обеспечению деятельности РАЭ в 2002–2005 гг., утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2001 № 685 «О мерах по обеспечению интересов Российской Федерации в Антарктике и деятельности Российской антарктической экспедиции в 2002–2005 годах».

#### **5.1.1 ЗАВЕРШЕНИЕ 49-Й ЗИМОВОЧНОЙ РАЭ**

Зимовочная 49-я РАЭ (начальник Вендерович В.М.) выполняла свои работы на российских антарктических станциях Мирный, Восток, Новолазаревская, Прогресс и Беллинсгаузен:

*Таблица 5.2*

**Смена составов антарктических станций 49 и 50 РАЭ**

Станция	Начало работ 49-й РАЭ	Начало работ 50-й РАЭ	Начальник станции 49-й РАЭ	Начальник станции 50-й РАЭ
Мирный	23.03.2004	11.03.2005	Матвеечев Л.Н.	Алексеев Л.С.
Восток	09.02.2004	11.01.2005	Кондратьев А.В.	Фомичев Н.И.
Новолазаревская	03.12.2003	11.03.2005	Вендерович В.М.	Бугаёв М.В.
Прогресс	11.01.2004	30.12.2004	Николаев А.А.	Назаров В.Д.
Беллинсгаузен	31.12.2003	29.03.2005	Сахаров О.С.	Левандо К.К.

Плановые задания 49-й РАЭ выполнены в полном объеме. Составом зимовочной 49-й РАЭ выполнены круглогодичные наблюдения по комплексной программе мониторинга природной среды Антарктики в области метеорологии, актинометрии, аэрологического зондирования атмосферы, гелиогеофизического мониторинга ионосферы, магнитологии, сейсмологии, циркуляции атмосферы, гидрологии, океанологии, гляциологии, определения параметров загрязнения окружающей среды и воздействия деятельности человека на окружающую среду Антарктики.

В ходе реализации плана мероприятий по охране окружающей среды для поэтапного сокращения объема отходов, накопившихся за предшествующий период, был подготовлен к пуску комплекс утилизации отходов, очистки сточных вод и водоподготовке на станции Прогресс. На борту НЭС «Академик Федоров» вывезены два 20-ти футовых контейнера со станции Новолазаревская (главным образом металлоломом) и два 3-тонных контейнера с отходами со станции Мирный.

На станции Новолазаревская были продолжены работы по поддержанию в рабочем состоянии снежно-ледового аэродрома, используемого в рамках международной программы DROMLAN.

Начаты регулярные наблюдения за общим содержанием озона (ОСО) и малыми газовыми примесями в атмосфере на станции Новолазаревская.

Проведен цикл гидрографических работ с припайного льда на станции Прогресс силами специалистов Гидрографического предприятия. Получен материал для создания навигационной карты подходов к станции.

### **5.1.2 ПРОВЕДЕНИЕ 50-Й СЕЗОННОЙ РАЭ**

Работы сезонной 50-й РАЭ осуществлены по 4-м основным направлениям.

**Рейс по программе 50-й РАЭ НЭС «Академик Федоров»** в период с 29.10.04 по 04.05.05. В период рейса НЭС были организованы следующие мероприятия:

- материально-техническое снабжение и смена персонала зимовочных станций Мирный, Прогресс, Восток, Новолазаревская и Беллинсгаузен;
- развертывание и функционирование сезонных баз Дружная-4 и Молодежная, полевых лагерей;
- выполнение комплекса сезонных исследований на станциях и базах;
- обеспечение выполнения сезонных работ на станции Восток, проведение научного внутриконтинентального похода и возвращение основного санно-гусеничного похода на станцию Мирный;
- выполнение комплекса океанографических работ в море Содружества;
- подготовка аэродромов на станциях Прогресс, Восток и базе Молодежная для приема самолета на лыжных шасси;
- обеспечение внутриконтинентальных авиационных работ с помощью самолета БТ-67 с целью поддержки функционирования станции Восток.

Ответственные: начальник 50-й РАЭ — Мартянов В.Л., капитан судна — Викторов В.А.

**Рейс по программе 50-й РАЭ НИС «Академик Александр Карпинский»** в период с 17.10.04 по 10.05.05. Судном в период со 2 февраля по 12 марта 2005 года на полигоне в центральной части моря Моусона были проведены комплексные геофизические исследования, включая сейсмопрофилирование МОГТ в комплексе с гравимагнитными наблюдениями, а также сейсмозондирование МПВ с радиобуями.

Ответственные: начальник рейса — Гандюхин В.В., капитан судна — Тимерев С.Н.

**Функционирование аэродрома на станции Новолазаревская**, который обеспечивал прием самолета ИЛ-76 ТД из Кейптауна. Были выполнены следующие мероприятия:

- подготовка снежно-ледовой полосы для приема самолетов на колесных и лыжных шасси;
- сертификация аэродрома;
- организация полетов шести рейсов самолетов типа ИЛ-76 ТД;
- организация полетов самолета на лыжных шасси БТ-67;
- доставка и вывоз сезонного персонала 50-й РАЭ, а также частичная смена зимовочного персонала 49—50-й РАЭ станции Новолазаревская;
- участие РАЭ в международной авиационной антарктической программе «Дромлан».

Ответственные: нач. воздушной экспедиции — Клоков В.Д., нач. ст. Новолазаревская — Вендерович В.М.

**Комплекс геолого-геофизических, гидрологических и биологических работ в горных районах Восточной Антарктиды на Земле Мак-Робертсона и на Земле Принцессы Елизаветы**

Работы были развернуты с помощью НЭС «Академик Федоров» с опорой на сезонную полевую базу Дружная-4 в период с 23.12.04 по 05.03.05. Были выполнены следующие мероприятия:



- функционирование сезонной базы Дружная-4, включая выполнение природоохранных работ;
- геологические работы с опорой на полевые лагеря «Радок», «Союз» и «Массив Шо»;
- гидрологические и биологические исследования в районе озера Радок;
- аэрогеофизическая съемка и магнитно-вариационные наблюдения с помощью самолета АН-2.

Ответственный: Ильин В.Ф. (ФГУНПП ПМГРЭ) — зам начальника 50-й РАЭ по геолого-геофизическим исследованиям.

**Строительство нового зимовочного комплекса и аэродрома на станции Прогресс**

Работы проводились строительным отрядом подрядчика ЗАО НТК «Аэротехнический центр» в составе 8 человек. За сезонный период были выполнены следующие основные работы:

- завершено изготовление фундамента здания электростанции с мастерской (ЗЭМ);
- завершен монтаж металлокаркаса здания ЗЭМ;
- продолжены работы по сооружению вертолетной площадки;
- подготовлены площадка и подъездная дорога для строительства нефтебазы.

Плановый объем строительно-монтажных работ на сезонный период выполнен в полном объеме.

Ответственный: прораб Г.Н.Иванов (ЗАО НТК «Аэротехнический центр»).

Программа 50-й сезонной РАЭ в целом выполнена в полном объеме.

Программа гляциогеофизических работ по изучению подледникового озера Восток (рис. 5.1) выполнялась в сокращенном объеме в силу ограниченности сроков пребывания группы специалистов сезонного состава РАЭ на станции Восток и жесткого ограничения энергопотребления на станции. Дополнительно была выполнена программа гляциологических исследований во внутриконтинентальных районах в рамках геофизического похода по трассе Восток — Мирный.

Некоторые программы были выполнены в тех районах Антарктики, которые ранее оказывались недоступными для исследований, в частности океанографические исследования с борта НЭС «Академик Федоров» были выполнены в западной части моря Содружества, который, как правило, был не доступен для судов по ледовым условиям. Впервые было выполнено геологическое изучение массива Шо, расположенного в долине ледника Ламберта.

В сезонный период 50-й РАЭ впервые в практике РАЭ было организовано авиационное обеспечение работ внутриконтинентальной станции Восток с помощью арендованного самолета на лыжных шасси БТ-67 (постройки США). Летно-технические возможности данного самолета открывают перспективу его применения на всех постоянных и сезонных станциях РАЭ, а также для обеспечения сезонных работ практически в любых районах Антарктиды.

Сложная ситуация сложилась в сезоне 50-й РАЭ с обеспечением внутриконтинентальной станции Восток вследствие задержки прихода на станцию санно-гусеничного похода и крайне ограниченного количества топлива, доставленного этим походом, для годичной работы этой станции. Увеличение длительности похода связано с разрастанием трещин вокруг станции Мирный, затрудняющих движение машин, сложными климатическими условиями, сложившимися в этот период. Сезонная экспедиция предприняла все меры для сохранения зимовочных работ на станции Восток в период 50-й РАЭ. Кроме того, было обеспечено выполнение научных внутриконтинентальных исследований, и, несмотря на все задержки в период возвращения санно-гусеничного похода на станцию Мирный, экспедиция завершила работы в установленные планами сроки.

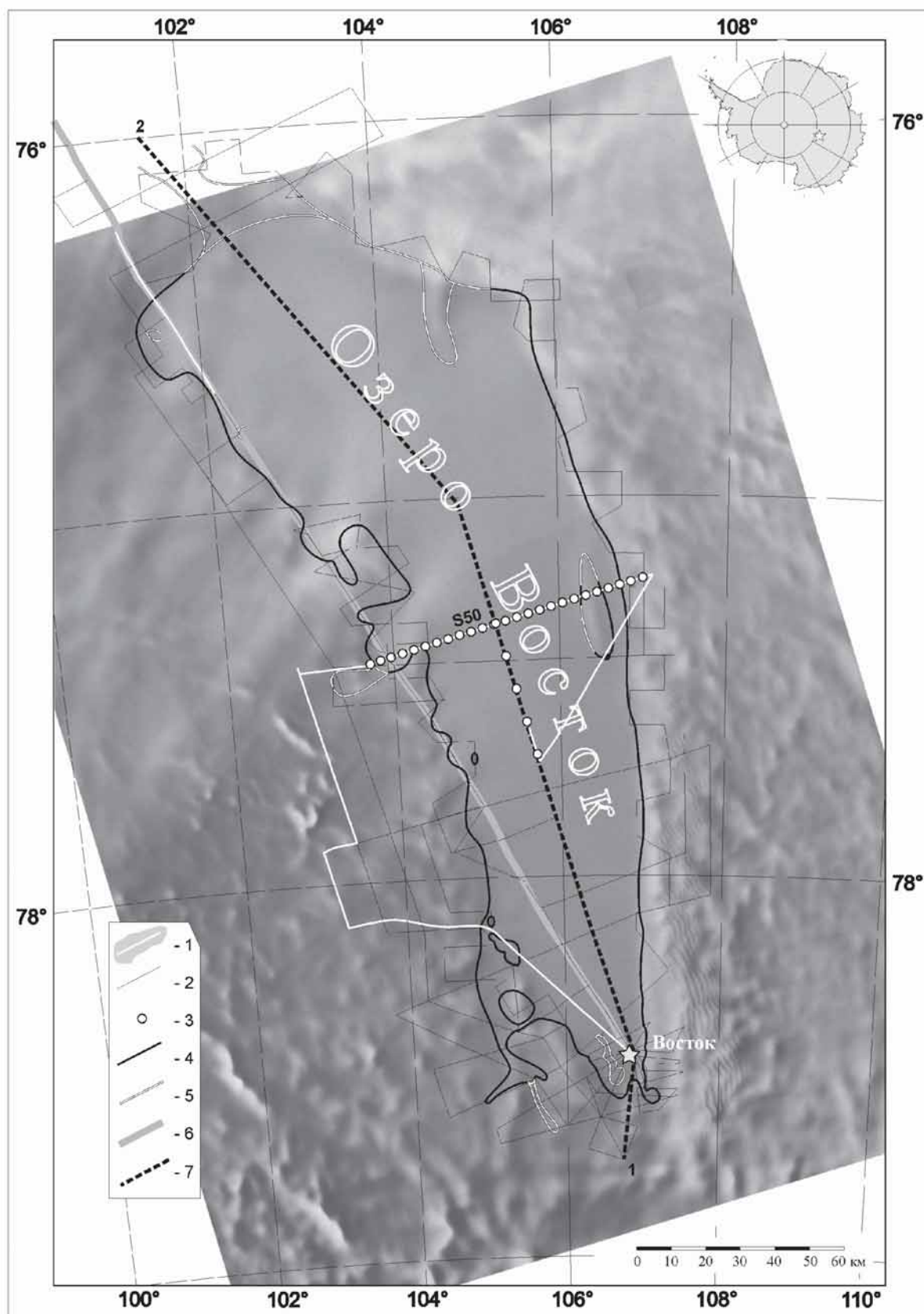


Рис. 5.1. Схема расположения геофизических работ в районе подледникового озера Восток. 1 – маршруты РЛП сезонов 50-й РАЭ; 2 – маршруты РЛП сезонов 44–49-х РАЭ; 3 – пункты сейсмозондирования МОВ сезона 50-й РАЭ. Береговая линия озера Восток: 4 – достоверная, 5 – предполагаемая. 6 – трасса следования санно гусеничного похода; 7 – сейсмический профиль. На заднем плане нанесен спутниковый снимок (по материалам RADARSAT).

**5.2 ПЕРЕНОС ТРАНСПОРТНОГО УЗЛА СО СТАНЦИИ МИРНЫЙ  
НА СТАНЦИЮ ПРОГРЕСС И СТРОИТЕЛЬСТВО НА ЭТОЙ СТАНЦИИ**

На станции Прогресс в 2005 г. продолжены строительно-монтажные работы по сооружению объектов первой очереди зимовочного комплекса, включая:

- здание электростанции с мастерской (ЗЭМ);
- вертолетной площадки;
- нефтебазы.

Обоснование инвестиций (ТЭО) на данное строительство было выполнено в 2001-2002 гг. по договору между ААНИИ и ЛЕНАЭРОПРОЕКТОМ. В декабре 2002 г. ААНИИ представил Обоснование инвестиций в Государственную экспертизу Госстроя РФ. В марте 2003 г. было получено положительное заключение Главгосэкспертизы №133-03/ГГЭ-074/04. Согласно этому заключению было рекомендовано утвердить общую стоимость строительства в объеме 346 640, 00 тыс. руб. в ценах IV квартала 2001 г. С учетом рекомендаций и замечаний Главгосэкспертизы №133-03/ГГЭ-074/04 ЛЕНАЭРОПРОЕКТ по договору с ААНИИ был разработал «Рабочий проект первой очереди строительства зимовочного комплекса станции Прогресс».

Согласно письму Госстроя России от 03.02.2003 г. № 568/10 «О переходе на новую сметно-нормативную базу ценообразования в строительстве» расчет смет Рабочего проекта выполнен в ценах IV квартала 2003 г. Общая стоимость строительства в ценах IV квартала 2003 г. составляет 575 266, 8 тыс. руб.

По результатам проведенного открытого конкурса в июне 2003 г. ГУ ААНИИ заключил с ЗАО НТК «Аэротехнический центр» Контракт подряда № 33 на строительство зимовочного комплекса и снежно-ледовой ВПП на российской антарктической станции Прогресс на период 2003-2007 гг. в объеме инвестиций на сумму 20 737 720 руб. на период 2003—2007 гг. для первой очереди строительства. Такой порядок финансирования стройки определялся лимитом ассигнований в соответствии с утвержденным инвестиционным планом на 2003—2007 гг. по подпрограмме «Изучение и исследование Антарктики».

В течение 2003 г. в рамках подготовки строительства подрядчик закупил строительные конструкции и подготовил прочие материально-технические средства для начала строительно-монтажных работ. В ноябре 2003 г. в составе 49-й РАЭ на станцию Прогресс отправлен строительный отряд, который в январе 2004 г. приступил к строительно-монтажным работам.

Федеральной адресной инвестиционной программой на 2005 год на продолжение строительства объектов на антарктической станции Прогресс в рамках подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» ФЦП «Мировой океан» предусмотрено 14,17 млн рублей. Такой объем ассигнований не позволит обеспечить продолжение строительства в требуемых объемах и завершить строительство снежно-ледовой взлетно-посадочной полосы и зимовочного комплекса в запланированные сроки. Поэтому Росгидрометом на заседании Морской Коллегии при Правительстве Российской Федерации от 17.12.2004 г. был поставлен вопрос о необходимости выделения в 2005 г. дополнительного финансирования для продолжения строительства в объеме 62,8 млн рублей. Однако, не смотря на положительное решение данного вопроса со стороны Морской коллегии при Правительстве Российской Федерации, указанные дополнительные средства так и не были выделены.

Средства, выделенные в 2005 г. на продолжение строительства на станции Прогресс, позволили завершить сооружение фундамента и металлокаркаса ЗЭМ с использованием ранее завезенных в Антарктиду металлоконструкций. К концу 2005 г. строительный отряд подрядчика, работающий на стройке в Антарктике, исчерпал все материальные ресурсы для продолжения строительных работ.

Федеральным бюджетом 2006 г. для продолжения строительства объектов на антарктической станции Прогресс предусмотрено 98,2 млн рублей, что дает основание планировать завершение строительства к 2009 г., и выполнить план мероприятий, утвержденный распоряжением от 02.06.2005 г. № 713-р Правительства Российской Федерации.

График фактического и планируемого финансирования стройки на станции Прогресс приведен в табл. 5.3.

*Таблица 5.3*

**График финансирования и проведения строительных работ по комплексу на станции Прогресс в Антарктиде**

Год	Объем инвестиционных ассигнований (млн рублей)	Работы, которые будут завершены (выполняться):
2000 г.	1,55	Проектирование зим. комплекса снежно-ледовой ВПП ст. Прогресс – выполнено
2001 г.	1,95	Проектирование – выполнено
2002 г.	2,51	Проектирование – выполнено
2003 г.	33,26	Изготовление металлоконструкций фундаментов и каркасов здания электростанции-мастерских (ЗЭМ) и вертолетной площадки – выполнено
2004 г.	11,08	Строительные и монтажные работы по изготовлению опор для металлофундаментов здания ЗЭМ и вертолетной площадки – выполнено
2005 г.	14,17	Монтаж фундамента и металлокаркаса здания ЗЭМ – в стадии выполнения
2006 г.	98,2 – план по бюджету	Заказ, изготовление и завоз стройконструкций (ограждающие и внутренние панели, установочное оборудование) для продолжения работ по зданию ЗЭМ, продолжение работ по базе ГСМ, закупка встраиваемого оборудования и материалов
2007 г.	170,17 – потребность	– строительные работы по зданию ЗЭМ, складу ГСМ, вертолетной площадке и аэродрому; – ввод в действие вертолетной площадки; – завершение работ по зданию ЗЭМ; – начало строительных работ по служебно-жилому зданию и складу ГСМ; – завершение строительства и сертификация снежно-ледовый аэродром для приема тяжелых самолетов.
2008 г.	210,0 – потребность	– строительные работы по служебно-жилому зданию; – завершение строительства базы ГСМ; – перевод транспортных походов на станцию Прогресс.
2009 г.	168,0 – потребность	– завершение строительства, закупка установочного оборудования и ввод в эксплуатацию служебно-жилого здания зимовочного комплекса; – общее завершение строительства.

Данный план согласован с проектировщиком (ВНИИ «Ленаэропроект»), генеральным подрядчиком и субподрядными организациями.

Стройка, проводимая в Антарктике, в связи с жесткими природно-климатическими условиями, требует исключительно четкого соблюдения графиков производства работ во избежание потери материалов и оборудования под воздействием накопления снега и льда или повреждения уже возведенных, но не полностью закрытых ограждающими конструкциями сооружений исключительно сильным метелевым переносом снега.



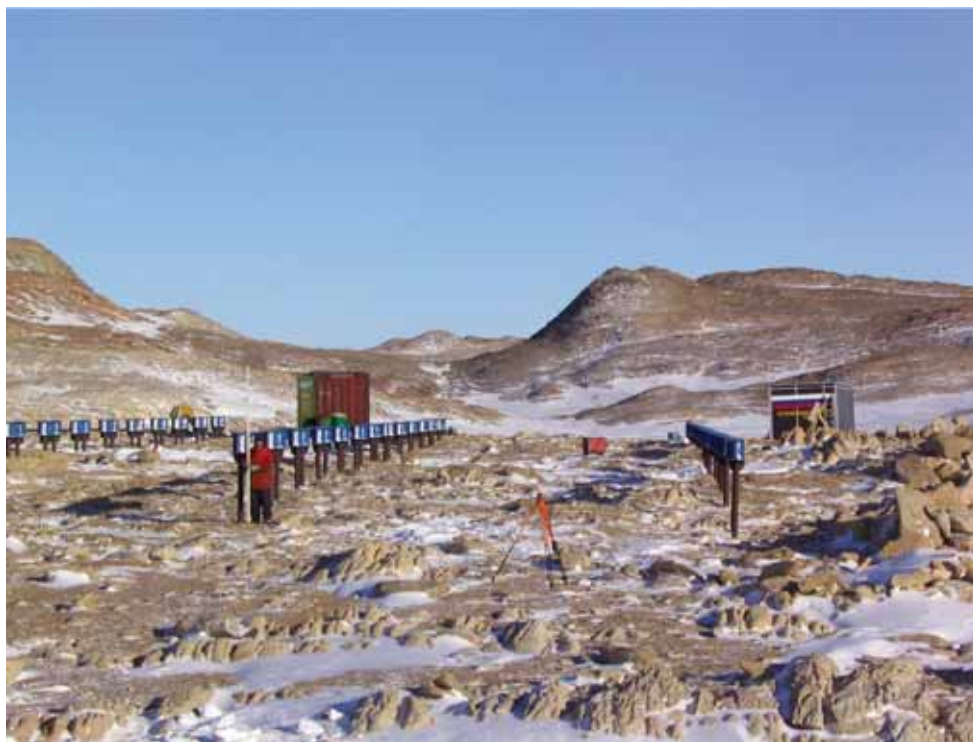


Рис. 5.2. Строительство здания ЗЭМ на станции Прогресс в январе 2005 г.



Рис. 5.3. Строительство здания ЗЭС на станции Прогресс в декабре 2005 г.

Завершение стройки к 2009 г. позволит, наконец, осуществить перенос транспортного узла экспедиционных работ России в Антарктике со станции Мирный на станцию Прогресс, что крайне необходимо в связи с процессом разрастания зоны ледниковых трещин вокруг станции Мирный, выход с которой на ледниковый купол стал крайне опасным.

---

**5.3. ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПЕРСОНАЛА И ТРАНСПОРТНЫХ ОПЕРАЦИЙ РАЭ**

---

**5.3.1. УСТАНОВКА АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СРЕДСТВ ПОЖАРУТУШЕНИЯ**

В период 2004–2005 гг. на все антарктические станции были закуплены и завезены комплекты противопожарной сигнализации, состоящие из периферийных датчиков для размещения в потенциально опасных помещениях, управляющих блоков и соответствующей проводки. Учитывая, что на антарктических станциях имеется круглосуточная вахта в помещениях щитовой дизельных электростанций, управляющие блоки размещаются именно там.

Работы по оснащению служебных и жилых зданий датчиками противопожарной сигнализации проводятся поэтапно. На первом этапе противопожарной сигнализацией оснащаются здания ДЭС, где датчики размещаются в машинном зале, аккумуляторной, гараже, мастерских, сауне и прачечной, а также в здании кают-компаний (камбуз, пекарня, обеденный зал и т.д.). На втором этапе осуществляется прокладка кабеля сигнализации к зданиям, в которых размещены аэрологический комплекс и радиостанция. На третьем этапе — ко всем остальным служебно-жилым помещениям.

Работы по оснащению зданий датчиками противопожарной сигнализации осуществляются одновременно с проведением капитального ремонта зданий. Так, в частности, в 2005 г. на станции Новолазаревская противопожарной сигнализацией оснащено только здание ДЭС, кабель заведен в здание кают-компаний, однако, в связи с началом капитального ремонта этого здания, датчики в нем к системе будут подключены только после завершения внутреннего ремонта помещений.

**5.3.2. ВНЕДРЕНИЕ ТЕХНОЛОГИИ БЕЗОПАСНОГО ПРОВЕДЕНИЯ ГРУЗОВЫХ СУДОВЫХ ОПЕРАЦИЙ НА РЕЙДЕ СТАНЦИИ ПРОГРЕСС**

Развитие станции Прогресс как будущего центра российских антарктических экспедиционных работ предполагает в перспективе большой объем грузопассажирских операций на рейде этой станции. Для выполнения этих судовых операций необходимо решить два важнейших вопроса:

- обеспечить навигационные пособия для судоводителей для безопасного подхода к станции;
- обеспечить возможность грузовых операций в условиях отсутствия причальных сооружений.

В 2005 г. выпущена специальная навигационная карта рейда станции Прогресс. Ее выходу предшествовала большая работа по гидрографическому промеру на рейде станции, выполненная сотрудниками Гидрографического предприятия Минтранса России. Большой объем гидрографической информации предоставила Китайская антарктическая экспедиция. Все данные были сведены ГУНИО Минобороны РФ на Картографической фабрике, которая в сентябре 2005 г. выпустила данную карту.

Для проведения грузовых операций на рейде станции Прогресс в 2004–2005 гг. были выделены инвестиционные ассигнования на строительство специальной грузовой самоходной баржи ледового класса. Баржа предназначена для перевозки грузов до 30 тонн, в том числе тяжелых гусеничных транспортеров и имеет аппарат для самостоятельного схода техники на берег. Баржа была построена ООО «СТ-Марин» на базе Средне-Невского судостроительного завода. Планируется, что баржа будет доставлена на станцию Прогресс в сезонный период 52-й РАЭ.

Таблица 5.4

**Радионавигационное и компьютерное оборудование, направленное и установленное на станциях РАЭ в 2005 году**

№	Наименование оборудования (основные технические характеристики)	Кол- во	Цель, назначение
Оборудование, закупленное и направленное в Антарктиде в 2005 г.			
1.	Терминал спутниковой связи типа Инмарсат-С типа FLEET-77 (тип TT-3038С, комплектность: приемопередатчик, антенна в комплекте с кабелем 30 м, блок питания, программное обеспечение, ASDN-адаптер)	1	Для станции Новолазаревская, – завершение оснащения РАЭ высокоскоростными терминалами, возможность доступа в Интернет, передача больших объемов информации.
2.	Терминалы спутниковой телексной связи Инмарсат-С	3	Для замены выработавшего ресурс оборудования на станциях Восток, Мирный и Новолазаревская.
3.	Терминал спутниковой связи Exploger-500 стандарта BGAN для обеспечения высокоскоростной передачи данных	1	Для компьютерной связи между станцией и аэродромом станции Новолазаревская в целях доведения до руководителя полетов прогностической и аэрологической информации, а также спутниковых изображений, принимаемых с ИСЗ в целях безопасности воздушного движения.
4.	Приемник карт погоды FAX-208	1	Для синоптического авиаобеспечения полетов авиации в районе станции Прогресс
5.	ПВ-КВ трансивер типа Barret 922	1	Для ст. Прогресс – обеспечения связи внутри Антарктики.
6.	УКВ носимые радиостанции типа ICOM IC-M87 5 Вт	12	Мирный, Новолазаревская, Прогресс, внутриконтинентальные походы – для безопасности персонала
7.	Персональные компьютеры и комплектующие для обработки материалов наблюдений, входящие в локальные сети	2 1 3 2	Мирный Восток Новолазаревская Прогресс
8.	Переносные персональные компьютеры внесетевые (ноутбуки)	2 2 2	Восток Беллинсгаузен Сезонные научные программы
9.	Сетевое оборудование локальных компьютерных систем станций	1	Мирный
10.	Периферийные устройства для компьютерных сетей: – принтеры	1 2 1	Мирный Новолазаревская Сезонные научные программы
Оборудование, введенное в эксплуатацию в 2005 г. (закуплено в 2004 г.)			
1.	Терминал спутниковой связи типа Инмарсат-С типа FLEET-77 (тип TT-3038С)	1	Для станции Прогресс в целях ее оснащения высокоскоростной спутниковой связью
2.	УКВ автомобильные радиостанции для транспортных средств 10 Вт	15	Для установки на походные машины внутриконтинентальных походов Мирный – Восток взамен вышедших из строя радиостанций типа Р-123
3.	Радиолокационная станция типа FU-RUNO M-1623	2	Мирный и Новолазаревская – установка на походные машины для безопасности проведения транспортных операций.
4.	УКВ носимые радиостанции типа ICOM IC-M87 5 Вт	6	Новолазаревская, Прогресс – для безопасности персонала
5.	Трансляционные усилители мощности 100Вт	3	Мирный, Прогресс, Восток для внутристанционных сетей трансляции
6.	Спутниковые навигаторы системы GPS для полевых групп	5	Мирный, Восток, Прогресс, Новолазаревская и Беллинсгаузен.



Таблица 5.5

## Радиотелекоммуникации РАЭ 2005 г.

Станция, судно	Телефон факс	Телекс	Передача данные/ E-mail	Вызывные радиочастоты
<b>ААНИИ</b>	+7 812 3521901 ASPD +7 812 3521561 ВАНЗМ	+492500193 +492509510	<a href="mailto:aspd@aari.nw.ru">aspd@aari.nw.ru</a>	
<b>РАЭ</b>	+7 812 3521541 ВАНЗМ	+492500349 SAPB	<a href="mailto:lukin@aari.nw.ru">lukin@aari.nw.ru</a>	
<b>НЭС «Ак. Федоров»</b>	+871 327326210 – радио +871 327326215 – fax +881631570742	+581 327326214 + 427300178	+871 327326216 <a href="mailto:pismo@aari.nw.ru">pismo@aari.nw.ru</a>	VF: 6210, 8265, 15036, 7665, <b>13385</b> KHz Air 123.45 MHz
<b>Сезонная РАЭ:</b>	+88 163 154 66 05		<a href="mailto:pismo@aari.nw.ru">pismo@aari.nw.ru</a>	
<b>Дружная-4</b>	+88 163 154 66 04			123.45 MHz
<b>Восток аэро</b>	+88 163 154 66 06			123.45 MHz
<b>МИ-8 (Дружная-4)</b>	+88 163 151 66 13			123.45 MHz
<b>Прогресс радио</b>	+871 682503868			123.45 MHz
<b>АПС-аэро</b>	+88 163 151 66 14			
<b>АН-2 (Дружная-4)</b>	+88 163 151 66 15			
<b>Мирный</b>	+873 327320110 – радио +873 327320115 – fax +763259781-5 – ISDN	+873 327320116 +492500188 FELX +492500380 MCCC	KBC Валерий Ратников <a href="mailto:pismo@aari.nw.ru">pismo@aari.nw.ru</a> +873 327320117 +600221861-64 MPDS	123.45 MHz VF: 6210, 8265, 15036, 7665, <b>13385</b> KHz Аэро VHF 123.45 MHz
<b>Восток</b>	+873 327319910 – радио +873 27319915 – факс +763259785-90 – ISDN	+873 327319916 +492500190 FELZ +492500368 MCCA	<a href="mailto:pismo@aari.nw.ru">pismo@aari.nw.ru</a> +873 327319917 +600286627-30 MPDS	VF: 6210, 8265, 15036, 7665, <b>13385</b> KHz Аэро VHF 123.45 MHz
<b>Новолазаревская</b>	+871 327320010 – радио +871 327320011 – АПС +871 327320015 – факс	+871 327320016 +492500189 FELY	<a href="mailto:pismo@aari.nw.ru">pismo@aari.nw.ru</a> + 871 327320017	6210, 8265, 15036, 7665, <b>13385</b> KHz Аэро VHF 123.45 MHz
<b>Ново аэродром</b>	+88 162 146 48 66 – радио		<a href="mailto:Novo.punway@amosconnect.com">Novo.punway@amosconnect.com</a>	HF <b>6210</b> , 8265, 15036 Аэро VHF 123.45 MHz
<b>Беллинсгаузен</b>	+ 871 682503868 – радио +871 763259811-2 – ISDN +871 762284325-8 – ISDN	+871 682503870 +871 762284327 +492500280 FELW	<a href="mailto:pismo@aari.nw.ru">pismo@aari.nw.ru</a> +871 682503871 +871 600286691-2 MPDS	VF: 6210, 8265, 15036, 7665, <b>13385</b> KHz Аэро VHF 123.45 MHz
<b>Прогресс</b>	+873 327333210 – радио +873 327333211 – АПС +873 327333215 – факс +327333216 – стро	+873 327333216 +492500278 FELU	<a href="mailto:pismo@aari.nw.ru">pismo@aari.nw.ru</a> + 873 327333217	VF: 6210, 8265, 15036, 7665, <b>13385</b> KHz Аэро VHF 123.45 MHz
<b>СПГ Мирный – Восток</b>	через Мирный	+492 500369	через Мирный	
<b>ИЛ-76 ТД</b>	+88 162 141 64 26 – КВС		KBC Рубен Есаян	HF: <b>6210</b> , <b>15036</b> , 8265
<b>BASLER -67</b>	+88 163 152 18 24	АЛСИ	KBC Brian Burchartz	HF: 6760.5, 9001, 15036
<b>DC-3 Turbo</b>	+88 162 146 48 67		2 pilot – Brad Short	



**5.3.3. ВНЕДРЕНИЕ СПУТНИКОВЫХ И КВ СРЕДСТВ СВЯЗИ, НАВИГАЦИИ И СИСТЕМ СБОРА, ОБРАБОТКИ И ПЕРЕДАЧИ ОПЕРАТИВНОЙ ИНФОРМАЦИИ**

Для обеспечения безопасности экспедиционных работ РАЭ, развития системы авиационного обеспечения метеорологической и синоптической информацией, поддержки выполнения научных программ необходимо оснащение антарктических станций современными средствами связи, навигации и обработки информации. Эти работы проводились и в 2005 году в рамках государственных капитальных вложений, предусмотренных на реализацию подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» ФЦП «Мировой океан». В табл. 5.4 представлены данные о закупленном и направленном в Антарктику в 2005 г. оборудовании, а также о внедренном оборудовании из числа закупленного в 2004 г.

В табл. 5.5. помещены данные о радиотелекоммуникационной сети РАЭ по состоянию на 2005 год.

**5.3.4. РАЗВИТИЕ СРЕДСТВ ТЕЛЕМЕДИЦИНЫ**

В течение 2005 г. проводился мониторинг состояния здоровья участников экспедиции непосредственно на станциях.

В соответствии с рабочими программами и наставлениями в период проведения 49-й и 50-й зимовочных РАЭ периодически осуществлялся обмен информацией с ЦМКП РАЭ через ТМС РАЭ (около 140 сообщений). При необходимости для врачей антарктических станций проводились отлаженные телемедицинские консультации относительно состояния здоровья десяти сотрудников станции Новолазаревская, Мирный, Восток и НЭС «Ак. Федоров» с применением цифровых фотографий УЗИ кожных покровов, пораженных экземой, электрокардиограмм и рентгенограмм. Консультации, проведенные в ведущих клиниках Санкт-Петербурга, позволили подтвердить диагнозы стационарных врачей по присланным ими цифровым фотографиям рентгеновских снимков в случаях сложных переломов конечностей.

Следующим важным шагом на пути совершенствования методов медицинской диагностики в практике врачей РАЭ в течение 2005 года явилась апробация аппаратуры и методов УЗИ в условиях амбулаторий полярной станции Мирный и судовой амбулатории НЭС «Академик Федоров». Внедряемые аппараты построены на базе персональных компьютеров, что делает их совместимыми со средствами телемедицинской системы (ТМС) «Ambulance-Consultant RAE». Это означает, что передача томограмм УЗИ сканирования в сети удаленных консультаций РАЭ стало реальностью.

В 2005 г. в плановом порядке проводились мероприятия по дальнейшей информатизации медицинской деятельности ПМО ААНИИ РАЭ. Принципиально изменена структура используемой базы данных (БД), которая наилучшим образом соответствует теперь характеру хранимой информации. БД стала сетевой, что позволяет независимо работать с ней нескольким операторам с различных автоматизированных рабочих мест врачей ЦМКП. БД хранит полную историю проведения осмотров полярников за все экспедиции. Сюда вносятся медицинские данные всех экспедиций САЭ/РАЭ, информация о которых сохранилась в архивах ААНИИ. БД перестроена таким образом, чтобы на следующем этапе ее совершенствования можно было автоматически и полуавтоматически получать важнейшие параметры заболеваемости и медицинской статистики в выбранном временном разрезе. БД хранит ссылочную информацию для поиска данных, получаемых на всех этапах функционирования ТМС «Ambulance-Consultant RAE», что позволяет осуществлять анализ результатов долговременного мониторинга здоровья участников и специалистов РАЭ.

Анализ функционирования ТМС «Ambulance-Consultant RAE», последовательное развитие ее как информационной системы, интегрирующей новейшие достижения медицинской информатики, обобщенный опыт эксплуатации стационарных автомати-

зированных мест врачей позволил приступить к завершающему этапу построения ТМС — унификации и максимальной автоматизации процесса проведения мониторинга здоровья полярников, их профессиональному отбору. В результате работы инженеров и врачей ЦМКП были созданы новые версии программ, позволяющих воспроизвести новый протокол подключения медицинских приборов (универсальный интерфейс). Основным преимуществом нового интерфейса является его скоростная адаптация к техническим средствам производителей медицинского оборудования, разрабатывающих свои системы под управлением ПК.

Развитие ТМС РАЭ предъявляет повышенные требования к знаниям врачей в области медицинской информатики. В этом направлении продолжена практика обучения врачей экспедиции основам работы на ПК, прививаются знания работы с электронными медицинскими приборами из арсенала ТМС РАЭ. Обучение проводилось в три этапа: первый — до отправки в экспедицию в помещении ЦМКП, второй — в ходе доставки участников экспедиции на борту НЭС «Академик Федоров» в специально выделенной лаборатории, и третий — самостоятельный, во время пребывания врачей на амбулаторных ПК антарктических станций.

Были также продолжены наблюдения за физической и психофизиологической адаптивностью полярников под наблюдением станционных врачей, следующих в составе очередной экспедиции. Совместно с медицинскими специалистами ПМО проводились сравнительный и временной анализ полученных данных. Сделанные выводы и результаты анализа направлялись в ЦМКП по сети ТМС как консультативная информация для принятия оптимального решения в стратегии лечения и профилактики заболеваний. Выполненная работа позволяет еще до прибытия на антарктическую станцию выявить и предотвратить возможные проблемы здоровья, а затем эффективно решать задачи охраны здоровья участников экспедиции.

#### 5.4. ОБНОВЛЕНИЕ ОБОРУДОВАНИЯ И КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ, СЛУЖЕБНЫХ И ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ

##### 5.4.1. МОДЕРНИЗАЦИЯ БАЗОВЫХ ГУСЕНИЧНЫХ ТЯГАЧЕЙ И ТРАНСПОРТЕРОВ ДЛЯ ВНУТРИКОНТИНЕНТАЛЬНЫХ ТРАНСПОРТНЫХ ПОХОДОВ И ПОЭТАПНОЕ ПЕРЕОСНАЩЕНИЕ ИМИ ТРАНСПОРТНОЙ БАЗЫ РАЭ

Особое значение для деятельности РАЭ имеют магистральные тягачи-транспортёры для санно-гусеничных походов (СГП), как внутриконтинентальных (Мирный – Восток – Мирный), так и локальных (Новолазаревская – барьер). Кроме того, на каждой станции должен находиться технологический транспорт для обеспечения ее функционирования (тягачи, грузовой и пассажирский транспорт, крановые средства, тракторы и бульдозеры. В табл. 5.6 приведены данные по закупкам транспортной техники за последние годы.

Таблица 5.6

Закупка транспортной техники для антарктических станций за период с 2000 по 2005 гг.

Наименование мероприятий	Период выполнения	Антарктическая станция, назначение
Тягач МТТ-У	2000 г.	Мирный, для СГП
Тягачи АТТ – 2 единицы	2000 г.	Мирный, для СГП
Тягач СТТ – (после кап. ремонта)	2000 г.	Новолазаревская, для СГП
Прицеп КЛП-2	2000 г.	Беллинсгаузен, для перевозки топлива
Тягач МТТ-У	2002–2003 гг.	Мирный, для СГП
Тягач АТТ – 4 единицы	2002–2003 гг.	Мирный, для СГП
Кран-манипулятор 2 единицы	2003–2004 гг.	Мирный, для станции и СГП
Сани грузоподъемностью 35 т, 1 ед.	2002–2003 гг.	Мирный, для доставки авиакеросина на Восток
Дизельный транспортер ДТ-30П	2003 г.	Новолазаревская, для СГП
Транспортер ГТТ	2003 г.	Новолазаревская, для станционных работ
Сани грузоподъемностью 20 т	2003–2004 гг.	Мирный, для вывоза отходов
Транспортер ДТ-30П	2003–2004 гг.	Новолазаревская, для СГП
Тягач МТТ	2004 г.	Новолазаревская, для СГП
Тягач АТТ-платформа для установки балка СТТ	2004 г.	Мирный, для СГП
Тягач АТТ для установки крана-манипулятора	2004 г.	Мирный, для СГП
Транспортер ГТТ	2004 г.	Мирный, для нужд станции
Автомобиль УРАЛ	2004 г.	Беллинсгаузен, для нужд станции
Автомобиль УАЗ	2004 г.	Беллинсгаузен, для нужд станции
Сани топливные специальные, 4 ед.	2004–2005 гг.	Мирный, для СГП
Тягач АТТ-платформа для установки балка СТТ	2005 г.	Новолазаревская, для СГП
Автомобиль грузопассажирский повышенной проходимости «Бронто»	2005 г.	Прогресс, для обеспечения работ на аэродроме
Бульдозер, 2 ед.	2004–2005 гг.	Для станций Мирный и Новолазаревская

В период с 1990 до 2000 г. транспортная техника для антарктических станций не закупалась по причине отсутствия инвестиционных ассигнований, поэтому весь парк транспортной техники нуждался в срочной замене. После 2000 г., когда РАЭ стала получать инвестиционные ассигнования, обновление парка транспортных средств стало важнейшим направлением инвестиционной деятельности. Как видно из данных табл. 5.6 за истекшие 6 лет транспортный парк был в значительной степени пополнен. Так для СГП Мирный — Восток было закуплено 10 тягачей типа АТТ и МТТ. За это же время из вновь закупленных тягачей 7 вышло из строя и нуждалось в средних ремонтах (не считая ежегодных текущих ремонтов перед каждым транспортным походом). Причина такого положения в том, что основу парка тяжелых транспортных средств составляют артиллерийские тяжелые тягачи типа АТТ, выпускавшиеся до 1968 г. для военных целей Харьковским заводом тяжелого машиностроения, а также МТТ — многоцелевой тягач-транспортёр, выпускавшийся тем же предприятием до 1988 г. РАЭ закупает эти изделия в последние годы только со складов военных округов и иных организаций по всей стране, поскольку иных транспортных средств для выполнения внутриконтинентального СГП Мирный — Восток в нашей стране не производится.

В течение более чем 15 лет РАЭ пыталась внедрить для проведения внутриконтинентальных походов дизельный транспортёр типа ДТ-30П. Однако, политика завода-изготовителя (Ишимбайского завода транспортного машиностроения) так и не позволила доработать эту машину для полноценного использования в Антарктиде. За последние 5 лет транспортёр ДТ-30П подорожал с 3,6 млн рублей до 14,8 млн рублей и стал практически недоступным для закупки РАЭ. Для сравнения укажем, что приобретение изделия АТТ (со складов хранения) обходится РАЭ в среднем в 2,5 млн рублей, при этом для годичной эксплуатации СТТ требуется запчастей на сумму около 3,6 млн рублей, а для АТТ — 1,2 млн рублей. При этом срок эксплуатации обоих изделий не более 3—4 лет. С 2004 г. Ишимбайский завод находится в стадии банкротства.

В эти условия РАЭ решила усовершенствовать транспортёр МТТ, для чего совместно с «ВНИИТрансмаш» создала схему модернизации этих тягачей, которые являются более новыми, чем АТТ, но также сняты с производства почти 20 лет назад. Было изготовлено 2 опытных модернизированных тягача МТТ-У, которые были направлены на станцию Мирный для ходовых испытаний в условиях внутриконтинентальных СГП.

МТТ-У принимали участие в двух СГП Мирный — Восток и, с одной стороны показали правильность конструкторских решений (удлиненная база, широкая гусеница), но с другой стороны — более высокий расход топлива на трассе, чем у АТТ, значительно более высокие затраты на текущий ремонт, очень сложная трансмиссия и электрооборудование. Все это определило невозможность их ремонта прямо на трассе, как это часто бывает во время проведения СГП.

Таким образом, к началу 2004 г. стало ясно, что необходимо менять базовую модель для проведения транспортных операций внутри Антарктиды. После тщательной проработки было решено начать изготовление принципиально нового транспортного средства для РАЭ.

После длительного поиска было решено выпустить новый тягач-транспортёр, названный ТТС совместно с ОАО «Кировский завод» в Санкт-Петербурге, опираясь на современное военное транспортное изделие. Новый ТТС специально приспособлен для условий эксплуатации по снежному бездорожью и способен перевозить до 30—35 т грузов. СКБ «Автоматика» и завод «Универсалмаш», входящие в АОА «Кировский завод», разработал для РАЭ проект изготовления ТТС.

В 2005 г. началась реализация данного проекта. СКБ «Автоматика» закупила базовое изделие и провело изготовление его измененной трансмиссии. Следует отметить, что РАЭ не оплачивает конструкторские разработки по данному изделию. ОАО «Ки-



ровский завод» необходимые для этого средства изыскивает самостоятельно. В конце 2005 г. РАЭ приняло изделие и совместно с проектировщиком определила необходимые доработки для климатических условий внутриконтинентальной Антарктиды. Планируется, что в 2006 г. новое изделие с более комфортными условиями нахождения в нем механика-водителя в течение более чем 3-х месячного транспортного похода при температурах воздуха до  $-60^{\circ}$  будет направлено на станцию Мирный и пройдет опытную эксплуатацию в составе СНП.

ОАО «Кировский завод» в рамках совместного проекта по производству тягача-транспортёра ТТС начиная с 2006 г. будет реализовывать на своей производственной базе программу по обучению и стажировке специалистов РАЭ эксплуатации изделий ТТС и участию заводских специалистов в антарктических работах.

#### **5.4.2. КАПИТАЛЬНЫЙ РЕМОНТ СЛУЖЕБНО-ЖИЛЫХ ЗДАНИЙ**

Состояние служебно-жилого фонда антарктических станций по итогам проверки Межведомственной инспекции российских антарктических станций признано требующим срочного капитального ремонта. В 2005 г. было предусмотрено осуществить закупку оборудования для капремонта зданий станции Восток.

Износ служебно-жилого фонда на разных станциях различен. В табл. 5.7 приведена оценка некоторых капитальных объектов на круглогодичных антарктических станциях на 1 января 2005 г.

Капитальный ремонт служебно-жилого фонда начатли с объектов, износ которых наибольший (здание «Дома радио» (Восток), ДЭС (Мирный) и «Дома геофизики» (Новолазаревская).

*Таблица 5.7*

**Оценка состояния капитальных объектов на станциях РАЭ**

Станция, объект	Общий внешний износ	Тепло-изоляция	Сантехнические системы	Внутреннее состояние
<b>Мирный</b>				
Дом радио	40%	50%	10%	30%
Кают-компания	30%	40%	50%	60%
Дом геофизики	60%	50%	10%	30%
ДЭС	60%	60%	60%	70%
Фоновый дом	30%	50%	10%	30%
<b>Восток</b>				
Дом радио	90%	10%	0%	10%
Кают-компания	50%	20%	20%	20%
ДЭС	50%	50%	40%	50%
<b>Новолазаревская</b>				
Дом радио	40%	40%	40%	50%
Дом геофизики	70%	70%	20%	20%
Кают-компания	50%	60%	20%	30%
ДЭС	50%	60%	50%	30%
Аэрология	50%	60%	20%	40%
<b>Беллинсгаузен</b>				
Дом радио	30%	90%	70%	90%
Меддом	30%	70%	70%	80%
Кают-компания	30%	80%	70%	90%

В 2005 г. на станции Мирный ремонтно-строительной группой были выполнены работы по ремонту крыши и фундамента здания ДЭС, а также капитальной перестройке павильона выпуска радиозондов.

В декабре 2005 г. на станцию Новолазаревская доставлены комплектующие для капитального ремонта здания «Дома геофизики» и кают-компания, а также сантехнических систем для зданий «Дома радио» и «Дома геофизики». Работы по ремонту помещений на этой станции начнутся с февраля 2006 г.

Наиболее сложная ситуация по состоянию служебно-жилого фонда сложилась на станции Восток. Фактически на этой станции нет нормальных условий для размещения персонала. Поэтому для проживания зимовочного состава (15 человек) перестраивается здание «Дома радио». В течение 2005 г. продолжалась сборка нового металлофундамента этого здания. Планируется, что комплектующие для здания будут доставлены в Антарктику в конце 2006 г., а на станцию Восток — в конце 2007 г.

#### **5.4.3. МИНИМИЗАЦИЯ ИНФРАСТРУКТУРЫ СЕЗОННОЙ БАЗЫ МОЛОДЕЖНАЯ И ДЕМОНТАЖ ЕЕ ОБОРУДОВАНИЯ**

Целью работ по данному проекту является свертывание инфраструктуры самой большой антарктической станции России (более 70 зданий и сооружений), их демонтаж, очистка территории Оазиса Молодежной и вывоз отходов за пределы Антарктики.

После завершения работ по консервации объектов и выполнения природоохранных мероприятий на месте станции Молодежная должна быть оставлена законсервированная полевая база, что позволит сохранить присутствие России в этом антарктическом оазисе, и, в случае необходимости, в будущем иметь базу для сезонных работ для 8–15 человек.

Работы по консервации, ликвидации и выполнению природоохранных мероприятий были начаты в период 43-й РАЭ и после завершения всех подготовительных работ станция Молодежная 14 июля 1999 г. была законсервирована.

В 2004–2005 гг. в РАЭ начался новый этап развития авиационной сети. Для выполнения внутриконтинентальных полетов используется самолет БТ-67 «Баслер» на лыжных шасси. Основная работа этого самолета связана с полетами между станциями Прогресс и Восток. Кроме того, он используется в рамках международной авиационной сети Дромлан, базовым аэродромом которой является Новолазаревская. Для перебазирования самолета БТ-67 между станциями Прогресс и Новолазаревская (расстояние около 4000 км) необходимо наличие промежуточного аэродрома, в качестве которого наиболее целесообразно использовать сезонную базу Молодежная. Таким образом, на Молодежной выполняются мероприятия в соответствии с требованиями Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике и в летний антарктический сезон функционирует взлетно-посадочная полоса для приема самолетов на лыжных шасси.

Для проведения этих работ в январе 2005 г. на борту НЭС «Академик Федоров» на базу Молодежная прибыла группа сезонного состава для оборудования снежного аэродрома и обеспечения авиаметеорологической поддержки полетов.

##### **ВПП базы Молодежная**

При обследовании состояния снежных аэродромов Молодежной для приема самолета БТ-67 была выбрана следующая ВПП:

Входная точка 67 град 41,7 южной 45 град 55,6 восточной.

Порог ВПП 67 град 41,0 южной 45 град 56,2 восточной.

Центр ВПП 67 град 42,3 южной 45 град 56,5 восточной.

Конец ВПП 67 град 42,5 южной 45 град 57,3 восточной.

Дистанция от входной точки до порога ВПП 600 м.

Длина ВПП 1300 м, направление от входа 140 град. Характер снежного покрова районе ВПП: склон материкового ледника с уклоном поперек ВПП 1–2 град и уклоном



Рис. 5.4. Самолет БТ-67 на ВПП базы Молодежная (февраль 2005 г.)

по направлению ВПП от порога к концу от 1 до 3 град. По структуре покрытия — снег и фирн около 50 см, ниже постепенно переходящий в лед. На естественной поверхности заструги по высоте не более 10 см.

Дистанция от станции до порога ВПП 5,5 км по азимуту 132 град.

Для маркировки ВПП предусмотрены веши и транспоранты установленного образца — все завезено на ВПП. Следов таяния снега в районе ВПП не отмечено — начальные формы таяния есть только на территории станции. Обследование и выбор ВПП производили Аминов, Мартянов и Глазков.

ВПП на базе Молодежная функционировала в течение 2005 г. в периоды с января по февраль и с ноября по декабрь по обеспечению полетов самолетов БТ-67.

#### **Демонтаж и вывоз оборудования с базы Молодежная**

В январе 2005 г., учитывая сложную ледовую обстановку в районе станции, было вывезено только 15 т отходов с использованием вертолетов. Вывоз транспортной техники намечен на январь 2006 г.

Для организации и проведения масштабных операций по вывозу отходов с этой станции с учетом сложной ледовой обстановки на подходах к станции необходимо значительное увеличение времени пребывания в антарктических водах научно-экспедиционного судна Росгидромета «Академик Федоров», работающего в районах российских антарктических станций.

Учитывая, что согласно распоряжению Правительства Российской Федерации от 02.06.2005 г. № 713-р законсервированные ранее станции Молодежная, Русская, Ленинградская, Союз получили статус сезонных полевых баз, с 2006 г. появятся возможности, в т.ч. и финансовые, проводить более активные работы на этих базах.

#### **5.4.4. РЕАЛИЗАЦИЯ ИНВЕСТИЦИОННЫХ ПРОЕКТОВ ПОДПРОГРАММЫ «ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТАРКТИКИ» ФЦП «МИРОВОЙ ОКЕАН»**

В 2005 г. на реализацию инвестиционных проектов подпрограммы «Изучение и исследование Антарктики» ФЦП «Мировой океан» было выделено 48,2 млн рублей. Несмотря на указанные выше решения Морской Коллегии при Правительстве Россий-

Таблица 5.8

**Реализация инвестиционных ассигнований 2005 г. в рамках подпрограммы  
«Изучение и исследования Антарктики» ФЦП «Мировой океан»**

Наименование	Поставщик	Сумма (тыс. руб)	Кол- во	Куда направлено и внедрено (станции, базы РАЭ)
<b>Транспорт</b>				
Тягач АТТ платформа для СТТ	ООО «Автотракторная служба»	1850,00	1	Новолазаревская
Тягач ТТС	ЗАО ПКБ «Автоматика» ОАО Кировский завод»	4000,00	1	Изготовление нового тягача для СГП
Бульдозер Б-10М0112-1Б	Горно-финансовая компания	1880,60	1	Мирный
Вездеход с прицепом «Бронто»	ООО «Синапс»	921,36	1	Прогресс
Баржа ледового класса	ООО «СТ-Марин»	5454,40	1	Достройка баржи для ст. Прогресс
Снегоходы с прицепами	ИЧП «Володин»	210,30	2	Прогресс, Мирный
Двигатель В-55 для АТТ	ООО «Второй моторный завод»	188,00	1	Мирный
Двигатель В-55 для АТТ	ООО «Дизельремонтный завод»	188,00	1	Мирный
<b>Итого по разделу</b>		<b>14692,66</b>		
<b>Природоохранное оборудование и контрольно-измерительная техника</b>				
Специальные сани для перевозки ГСМ	ООО «Метакс»	3100,00	2	Мирный
Комплекс для утилизации бытовых стоков	ООО «Метакс»	1850,00	1	Новолазаревская
Топливные шланги	фирма SCS - Германия	2024,59	2	НЭС и Новолазаревская
Анализатор	ООО «Нефтехим- автоматика»	73,16	1	НЭС
Преобразователь гидростатического давления	ООО «Экошельф»	160,85	1	Восток
Барометр БРС-1М-1	ООО «Промсервис»	40,00	1	Мирный
Магнитометр LEMI-204	ООО «Орион»	150,00	1	Прогресс
Измеритель проводимости	ЗАО НПО «Экрос»	30,04	1	Восток
Комплект к метеостанции РМ-2000	ООО «Экосплав»	179,36	1	Новолазаревская - аэродром
Измеритель температуры ИТ-2	ООО «Тевит»	129,80	2	Восток, Прогресс
АПК «Лиана»	ООО ИТЦ «Сканэкс»	109,50	1	Прогресс
Немагнитный павильон	ООО «СК Вектор»	156,00	1	Прогресс



Продолжение табл. 5.8

Наименование	Поставщик	Сумма (тыс. руб)	Кол- во	Куда направлено и внедрено (станции, базы РАЭ)
Магнитограф ММП 203	ФГУ НПП «Геологоразведка»	105,20	1	Прогресс
Лебедка гидрологическая	Гидрометприбор	29,50	1	Беллинсгаузен
Анемометры	ООО «ЭПМ ГТО»	26,40	1	аэродром Прогресс
<b>Итого по разделу</b>		<b>8164,39</b>		

**Радионавигационное и вычислительное оборудование**

Вычислительная техника	ООО «Канцлер-ком»	87,55		ГИС «Антарктика»
Терминалы спутниковой связи типа Инмарсат-С, FLEET-77, BGAN	ЗАО «Морсвязьспутник-СПб»	1233,29	3	Восток, Мирный, Новолазаревская
ПВ-КВ трансивер типа Barret 922 с приемником карт погоды FAX-208	то же	504,30	1	Прогресс
УКВ носимые радиостанции типа ICOM IC-M87, навигаторы GPS Magellan	то же	450,00	14	Мирный, Новолазаревская, Прогресс, СГП
Персональные компьютеры, сетевое и периферийное оборудование и комплектующие	ООО «Офисные технологии», ООО «Полисекрвис», ООО «ТисМ», ООО «Скив», ООО «Бюро компьютерных технологий»	820,60	15	Все станции, сезонные отряды
Спутниковая телевизионная антенна	ООО «НИИР-СТА»	199,21	1	Новолазаревская
<b>Итого по разделу</b>		<b>3290,95</b>		

**Оборудование для инфраструктуры станций и ремонта служебно-жилого комплекса**

Комплект сборно-разборного здания	ООО «Метакс»	2300,00	1	Для капитального ремонта здания дома радио на ст. Восток
Емкость для воды с подогревом	ООО «Метакс»	600,00	1	Мирный
Комплект поварской линии для камбуза	ЗАО «Ока и компаньоны»	187,95	2	Восток, Прогресс
Хлебопечи	ЗАО «Ока и компаньоны»	96,00	2	Восток, Прогресс

*Продолжение табл. 5.8*

Наименование	Поставщик	Сумма (тыс. руб)	Кол- во	Куда направлено и внедрено (станции, базы РАЭ)
Комплект к разборному щитовому дому	ООО «Инрос»	0,95	1	сезон
Камбузное оборудование	ООО «ПетроКомНет»	34,04	13	все станции
Морозильный шкаф	ООО «Промхолод-Нева»	20,58	1	Молодежная
<b>Итого по разделу</b>		<b>3239,51</b>		

**Медицинское оборудование**

Ультразвуковой сканер «Раскан»	ООО «Альфамед»	405,00	1	ЦМКП РАЭ
Ультразвуковой сканер переносной	то же	210,00	2	Мирный, НЭС «Ак. Федоров»
Конвексный датчик	то же	90,00	2	Мирный, НЭС
Аппарат световакуумной терапии СВИТ-3	то же	130,00	2	ЦМКП РАЭ, Восток
Аппарат ЭКГ портативный	то же	46,00	1	Дружная-4
Балон закиси азота	то же	18,00	3	Новолазаревская, Восток, Прогресс
Набор скелетного вытяжения	то же	26,00	1	Мирный
Набор нейрохирургический	то же	30,00	1	Мирный
Шина Беллера	то же	6,80	2	Мирный
Ящик врача скорой помощи	то же	4,00	1	Мирный
Аппарат рентгеновский АРМАН-6	то же	210,00	1	НЭС «Ак. Федоров»
Аппарат ИВЛ «Реат»	то же	42,00	1	Мирный
Бактерицидная лампа ОБН-150	то же	1,40	1	Мирный
Аппарат дыхательный «Фаза-11»	то же	97,50	1	Мирный
Весы напольные медицинские	то же	8,00	1	Прогресс
Весы аптекарские	то же	6,00	1	Прогресс
Офтальмоскоп	то же	24,40	2	Прогресс, Восток
Негатоскоп Н-86	то же	6,00	1	Прогресс
Слюноотсос АБЦ-045А	то же	16,00	1	Прогресс
Светильник стоматологический	ООО «Альфамед»	28,00	2	Прогресс, Восток
Стол операционный СИ-5	то же	2,80	1	Прогресс

Окончание табл. 5.8

Наименование	Поставщик	Сумма (тыс. руб)	Кол- во	Куда направлено и внедрено (станции, базы РАЭ)
Стул стоматологический	то же	7,50	1	Прогресс
Пульсоксиметр ОП-31	то же	28,00	1	Мирный
Стерилизатор ГП-20-3	то же	26,00	2	Мирный, Дружная-4
Стерилизатор Вк-30	то же	63,80	1	Новолазаревская
Отсасыватель хирургич. ОХ-10	то же	8,00	1	Дружная-4
Осветитель ОЭМ-3001	то же	44,00	1	Восток
<b>Итого по разделу</b>		<b>1585,20</b>		

**Дизель-энергетическое оборудование**

Электростанция	ООО «Стройбаза Рыбинская»	42,78	1	Молодежная
Дизеля ДГ-100, ДГ-200, ДГ-350	ЗАО «СПЭЛ инжинеринг»	2765,00	5	Мирный, Новолазаревская, Прогресс, Восток
Насосы	ЗАО «Промэнерго»	77,25	2	Мирный, Новолазаревская
Противопожарное оборудование	ООО «Интертехнолог»	172,26	4	Мирный, Восток, Прогресс, Новолазаревская
<b>Итого по разделу</b>		<b>3057,29</b>		
<b>ВСЕГО (не входящие в смету строек)</b>		<b>34230,00</b>		

**Строительные работы на станции Прогресс**

Строительно- монтажные работы	ЗАО «Аэротехнический центр»	12170		Прогресс
Технический надзор за стройкой	ЗАО «Ростэк-Северо- Запад»	900		Прогресс
Доработка проектно- сметной документации и авторский надзор	ФГУП ПИ и НИИВТ «Ленаэропроект»	900		Прогресс
Оборудование, входящее в смету строек	ЗАО «Каланча»	200		Прогресс
<b>ВСЕГО (стройка)</b>		<b>14170</b>		
<b>ИТОГО ИНВЕСТИЦИИ 2005 г.</b>		<b>48200,00</b>		

ской Федерации о выделении дополнительных ассигнований на продолжение строительства на станции Прогресс, в 2005 г. они получены не были.

Распределение указанных средств было произведено с учетом требований, предусмотренных Системой программных мероприятий, замечаний и предложений, высказанных в ходе Межведомственной инспекции Российских антарктических станций и Планом мероприятий по выполнению требований постановления Правительства РФ от 24.09.2001 № 685 на следующие направления:

1. Обновление транспортного парка антарктических станций, в том числе для обеспечения внутриконтинентальных походов — 14,69 млн руб. (30%).

2. Закупка природоохранного оборудования и контрольно-измерительной техники для мониторинга природной среды — 8,16 млн руб. (17%).

3. Закупка радионавигационного оборудования для повышения безопасности персонала и транспортных операций — 3,29 млн руб. (7%)

4. Обновление инфраструктуры станций и модернизация служебно-жилого фонда — 3,24 млн руб. (7%).

5. Обновление оснащения медицинских пунктов станций для обеспечения безопасности персонала — 1,58 млн руб. (3%).

6. Обеспечение станций энергетическим оборудованием — 3,42 млн рублей (7%)

7. Продолжение строительства на станции Прогресс — 14,17 млн руб. (29%).

В табл. 5.8 представлен перечень приобретенного оборудования, не входящего в смету стройки, и работ по строительству объектов на антарктической станции Прогресс в рамках выделенных объемов государственных капитальных вложений.



## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

**Основные цели и задачи подпрограммы** в 2005 г. были направлены на реализацию мероприятий в соответствии с уточненной Системой программных мероприятий по подпрограмме на 2-й этап (2003–2007 гг.) и планом НИОКР Росгидромета на 2005 г., в том числе:

- получение новых данных о состоянии природы Антарктики, определение прошлых, текущих и будущих изменений ее природной среды и оценка их влияния на глобальные изменения;

- обеспечение работ по комплексному мониторингу природной среды Антарктики, оснащение станций оборудованием для выполнения природоохранных мероприятий согласно требованиям Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике; модернизация и приборное переоснащение российских антарктических станций, строительство станции Прогресс.

Деятельность по подпрограмме была направлена на завершение мероприятий по выполнению постановления Правительства РФ от 24.09.2001 № 685 «О мерах по обеспечению интересов Российской Федерации в Антарктике и деятельности Российской антарктической экспедиции в 2002–2005 гг.».

**Инвестиционные средства** были выделены на реализацию практических мероприятий подпрограммы — строительство зимовочного комплекса станции Прогресс и модернизацию инфраструктуры антарктических станций (приобретение транспортной техники, средств связи и навигации, дизельных электростанций, комплекта очистных сооружений, медицинского и противопожарного оборудования и средств наблюдений). Это позволило укрепить материально-техническую базу Российской антарктической экспедиции, продолжить выполнение постановления Правительства Российской Федерации от 28.08.97 № 1113 «О деятельности Российской антарктической экспедиции» и постановления Правительства Российской Федерации от 24.09.01 № 685 «О мерах по обеспечению интересов Российской Федерации и деятельности Российской антарктической экспедиции в 2002–2005 гг.».

В рамках продолжающегося строительства снежно-ледового аэродрома и зимовочного комплекса на антарктической станции Прогресс в 2005 г. было выделено 14,17 млн руб. В 2005 г. на станции Прогресс завершены работы по монтажу фундамента и металлоконструкций здания дизельной электростанции и гаража, вертолетной площадки, и свайных оснований нефтебазы.

В 2005 г. продолжено обновление и модернизация оборудования российских антарктических станций, а также транспортных средств экспедиции, всего на сумму 34,03 млн руб., а именно:

- оборудование для выполнения научных программ в Антарктике — 2,4 млн рублей (в том числе измерительные приборы и вычислительная техника);

- природоохранное оборудование — 6,3 млн рублей;

- наземная транспортная техника — 9,0 млн рублей, в том числе продолжение изготовления опытного образца нового тяжелого тягача транспортера совместно с ОАО «Кировский завод»;

- морская транспортная техника — 5,45 млн рублей завершение постройки баржи ледового класса для разгрузки судов на необорудованный берег в Антарктике;

- дизель-энергетическое оборудование — 3,05 млн рублей;

- радионавигационное оборудование для станций и транспортных операций — 2,09 млн рублей;

- медицинское оборудование – 1,7 млн рублей;
- оборудование для модернизации инфраструктуры служебно-жилых комплексов станций – 4,04 млн рублей.

Исследования по 14-ти проектам **НИОКР** проводили 27 организаций следующих министерств и ведомств: Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Министерства природных ресурсов Российской Федерации, Министерства образования и науки Российской Федерации, Российской академии наук, Федерального агентства по рыболовству. В соответствии с Постановлением Правительства Российской Федерации № 685 приоритетными были геолого-геофизические работы, изучение изменений климата и подледникового озера Восток.

Все запланированные **НИОКР** выполнены, полученные результаты соответствуют техническим заданиям. Проведены исследования южной полярной области на основе анализа метеорологических, океанографических, гляциологических, геофизических, биологических и геологических данных, собранных в 49-й и 50-й РАЭ и предыдущих антарктических экспедициях; результатов математического моделирования и анализа спутниковой информации. К наиболее важным результатам выполнения проектов **НИОКР** можно отнести следующие:

- продолжены комплексные исследования уникального подледникового озера Восток, результаты которых рассматриваются научной общественностью как географическое открытие конца XX века; по данным радиолокационных и сейсмических исследований в районе подледникового озера Восток получены данные о рельефе коренного ложа, толщин ледяного покрова и водного слоя озера;

- гляциологическими методами изучены скорости аккумуляции и изотопном составе снега на поверхности ледника в районе ст. Восток, восстановлена первоначальная последовательность залегания ледяных слоев в глубоком ледяном керне, что позволило восстановить ход колебаний мощности ледникового покрова Центральной Антарктиды на протяжении последних 450 тыс. лет;

- построена уточненная схема геологического строения района озера Восток по результатам анализа минеральных включений озерных осадков, обнаруженных в керне льда глубокой скважины; высказана гипотеза о существовании гидротермальных источников на дне озера и, следовательно, о его рифтогенном происхождении;

- получены оценки параметров пространственно-временной изменчивости термического режима атмосферы Антарктики в приземном слое, в толще тропосферы и в нижней стратосфере за период инструментальных наблюдений. Оценки линейных трендов среднегодовой температуры воздуха показали, что в среднем за период 1957–2005 гг. главной тенденцией в ее межгодовом ходе на большинстве станций Антарктиды является тенденция к потеплению;

- по данным измерений содержания озона и парниковых газов в толще атмосферы определены тенденции и механизмы изменений в Антарктике озона и малых газовых составляющих атмосферы, отмечена стабилизация содержания озона за последние годы;

- получены характеристики антарктического морского ледяного покрова, позволившие оценить гляциологические параметры: скорости течения и толщины льда ледникового щита Антарктиды;

- по данным ежегодных океанографических исследований западной части моря Содружества с борта НЭС «Академик Федоров» получена уникальная информация о структуре вод в области Антарктического склонового фронта, который играет важнейшую роль в климатообразующих процессах в океане;

- на основе созданной базы отечественных радиолокационных оценок количества айсбергов по маршруту следования экспедиционных судов за полувековой период, ко-

торая включает свыше 17 тысяч наблюдений, построена детализированная схема среднего многолетнего распределения айсбергов по численности и сплоченности в круговороте моря Уэдделла. Определены главные районы окончательного разрушения гигантских айсбергов - «долгожителей», располагающиеся вблизи 50° ю.ш.;

- определена сравнительная оценка влияния космических лучей (солнечного и галактического происхождения) и параметров солнечного ветра на температурный режим и атмосферное давление в южной околополюсной области;

- оценено влияние вариаций гравитационного поля на ритмику протекания биохимических реакций в человеческом организме в экстремальных условиях Антарктики;

- сформирован обновленный комплект цифровых геолого-геофизических карт, в том числе карта аномального магнитного поля, карта глубины залегания поверхности кристаллического фундамента, тектоническая карта, схема перспектив нефтегазоносности осадочных бассейнов индоокеанской континентальной окраины Восточной Антарктиды;

- проведены исследования биопродукционных процессов в водах Южного океана, исследованы причины многолетних изменений границ распространения и колебаний численности криля в промысловых районах Атлантического сектора Антарктики;

- получены новые данные о видовом составе пресноводных и наземных экосистем Антарктики.

В соответствии с выводами Межведомственной комиссии по приемке - сдаче научно-технической продукции по НИОКР подпрограммы в 2005 г. (Протокол приемки-сдачи №7 от 30.12.05), полученные результаты НИОКР соответствуют ожидаемым результатам по проектам и отвечают фактическим затратам на реализацию подпрограммы. Результаты выполнения мероприятий подпрограммы в 2005 г. находятся в полном соответствии с требованиями и показателями утвержденной подпрограммы и соответствующих нормативных документов госзаказчика (Росгидромета). Качество и объем полученных за рассматриваемый период результатов, содержащихся в 14-ти научно-технических отчетах, находятся в полном соответствии с фактическими затратами на реализацию подпрограммы.

Большинство полученных результатов являются новыми, они являются вкладом России в различные международные программы, соответствуют международному уровню и являются вкладом России в различные международные программы и проекты, прежде всего CLIVAR и CliC. Природно-ресурсное значение Антарктики и ее геополитическое положение являются главными факторами, которые определяют значимость и эффективность исследований России в этом регионе. Вклад государства в настоящую подпрограмму следует рассматривать как перспективные инвестиции в будущее экономического развития нашей страны, оценить которые следует исходя из конъюнктуры мирового рынка сырья и ресурсов.

Результаты работ 2005 г. найдут применение для диагноза современного состояния климата и прогноза эволюции климатической системы, что важно как для оценки перспектив развития разных отраслей хозяйственной деятельности, так и для принятия решений по таким международным соглашениям как Киотский Протокол. Результаты будут использоваться при проектировании и строительстве объектов в высоких широтах и для обеспечения морских транспортных операций, для улучшения предсказания погоды и, прежде всего, экстремальных синоптических ситуаций.

Результаты исследования озонового слоя важны для понимания механизмов возникновения «озоновой дыры», как в южном, так и в северном полушарии и для оценки негативного влияния ультрафиолетового излучения на людей и на экосистемы в полярных областях Земли. Гелио-геофизические исследования являются теоретической основой для разработки рекомендаций по охране здоровья людей на случай прогнозируе-

мых экстремальных отклонений гелиогеофизических параметров. Биологические исследования позволят дать научно-обоснованные оценки возможных объемов добычи криля в антарктических водах и оценить воздействия изменений климата на морские и наземные экосистемы Антарктики. Геолого-геофизические исследования Антарктики необходимы для оценки объема потенциальных минеральных ресурсов Антарктики. Исследования уникального подледного озера Восток находятся на переднем крае мировой науки, а проблема современных изменений климата вышла уже на глобальный политический уровень, причем Антарктика наиболее чувствительна к потеплению климата.

Нормативно-правовые документы в области охраны окружающей среды Антарктики вводятся в практику деятельности РАЭ в соответствии с требованиями ратифицированного Россией Протокола по охране окружающей среды к Договору об Антарктике. Их цель — минимизировать воздействие деятельности РАЭ на окружающую среду Антарктики и избежать дополнительных дорогостоящих природоохранных мероприятий по устранению ущерба окружающей среде.

Результаты работ планируется использовать для:

- обеспечения российских и международных организаций информацией о современном состоянии климата Антарктики;
- обеспечения российской деятельности в Антарктике, в т. ч. проектирования и строительства объектов в высоких широтах и для обеспечения морских транспортных операций;
- при решении задач, связанных с подготовкой и проведением Международного полярного года 2007/08 в Антарктике.

Контроль за реализацией подпрограммы в 2005 г. осуществлялся со стороны руководства Росгидромета, Межведомственного научно-технического совета (МНТС), Дирекции подпрограмм, Коллегии Росгидромета и Научно-технического совета Росгидромета. Работа Дирекции подпрограмм и Межведомственного научно-технического совета эффективны и полностью отвечают возложенным на них задачам по оперативному управлению и научной координации подпрограммами. Координация выполнения мероприятий подпрограммы осуществлялась в ГУ «АНИИ» Росгидромета. За отчетный период проведено 1 заседание Дирекции подпрограмм, 1 заседание Коллегии Росгидромета, 1 заседание Морского совета Росгидромета, 3 заседания секции Межведомственного научно-технического совета по подпрограмме, 2 заседания Научного совета РАН по изучению Арктики и Антарктики, посвященных деятельности по подпрограмме, 1 заседание Комиссии Росгидромета по приемке-сдаче научно-технической продукции НИОКР подпрограммы за 2005 г. Сайт подпрограммы (<http://south.www.aari.nw.ru/>) содержит материалы о ходе реализации подпрограммы с 1999 г., в т. ч. информационные отчеты.

В целом, можно считать мероприятия постановления Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2001 года № 685 «О мерах по обеспечению интересов Российской Федерации в Антарктике и деятельности Российской антарктической экспедиции в 2002—2005 годах» выполненными.

Дальнейшее развитие исследований и работ российских организаций и научных учреждений в Антарктике предусмотрено распоряжением Правительства Российской Федерации от 2 июня 2005 года № 713-р.

Основной задачей подпрограммы в 2006 г. будет развитие приоритетных научных исследований предыдущих лет на основе новой информационной базы и новой материально-технической базы РАЭ. В 2006 г. будет разработан План действий по участию Российской Федерации в подготовке и проведении Международного полярного года 2007—2008 гг., в котором будет существенная антарктическая составляющая, которая будет реализовываться в рамках подпрограммы.



## ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПЕРЕЧЕНЬ ПРОЕКТОВ ПОДПРОГРАММЫ «ИЗУЧЕНИЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ АНТАРКТИКИ» В 2005 Г.

---

### НОРМАТИВНО-ПРАВОВОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РОССИИ В АНТАРКТИКЕ

#### ПРОЕКТ 1. (2.2.1.1)

*Наименование:* Разработать нормативно-правовые документы, регламентирующие присутствие граждан России в Антарктике, социальную защиту участников российских антарктических экспедиций

*Организация-исполнитель:* ААНИИ\*

### СОВРЕМЕННЫЙ КЛИМАТ

#### ПРОЕКТ 2. (2.2.2.1)

*Наименование:* Исследовать процессы формирования современного климата и его будущих изменений с учетом многообразия факторов и связей в антарктической системе «атмосфера—лед—океан—материк» и их влияния на глобальные климатические процессы.

*Организация-исполнитель:* ААНИИ, ГГО, ВНИИГМИ-МЦД, ИГКЭ, ДВНИГМИ, РГГМУ

#### ПРОЕКТ 3. (2.2.2.2)

*Наименование:* Определить климатообразующую роль Южного океана

*Организация-исполнитель:* ААНИИ, ГМЦ, ИО РАН

### ГЛЯЦИОЛОГИЯ И ПАЛЕОКЛИМАТ

#### ПРОЕКТ 4. (2.2.3.1)

*Наименование:* Провести комплексные исследования подледникового озера Восток, оценить прошлые изменения климата по данным ледяных кернов, колонок морских и озерных отложений

*Организация-исполнитель:* ААНИИ, ПИЯФ, ИНМИ РАН, СПб ГГИ, ПМГРЭ, КГУ, ВНИИ Океанология, ИГ РАН, ВСЕГЕИ

#### ПРОЕКТ 5. (2.2.3.2)

*Наименование:* Дать оценку строения, режима и эволюции ледников краевой зоны Антарктиды и Субантарктики

*Организация-исполнитель:* ИГ РАН

### ВЕРХНЯЯ АТМОСФЕРА

#### ПРОЕКТ 6. (2.2.4.1)

*Наименование:* Исследовать влияние энергичных заряженных частиц и динамических вариаций солнечного ветра на стратосферу и тропосферу полярных областей Земли. Изучить механизмы воздействия вариаций гравитационного поля на ритмику биологических процессов в условиях Антарктики

*Организация-исполнитель:* ААНИИ, ЦАО

#### ПРОЕКТ 7. (2.2.4.2)

*Наименование:* Исследовать структуру геофизических процессов различного масштаба и динамику ионосферных неоднородностей в полярных шапках

*Организация-исполнитель:* ААНИИ

---

\* Полу жирным шрифтом выделены головные организации по проектам

**СВОБОДНАЯ И ПРИЗЕМНАЯ АТМОСФЕРА****ПРОЕКТ 8. (2.2.5.1)**

*Наименование:* Исследовать малые газовые составляющие атмосферы Антарктики

*Организация-исполнитель:* НПО «Тайфун», ААНИИ, ГГО, ЦАО, ИФА РАН, СпбГУ, РГГМУ

**ПРОЕКТ 9. (2.2.5.2)**

*Наименование:* Исследовать условия формирования аэрозольно-оптических свойств атмосферы и составляющих радиационного баланса над Антарктикой

*Организация-исполнитель:* ААНИИ, ГГО, НПО «Тайфун»

**СОЗДАНИЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ «АНТАРКТИКА»****ПРОЕКТ 10. (2.2.6.1)**

*Наименование:* Создать компоненты геоинформационной системы «Антарктика», электронно-справочные пособия и совокупности баз и банков данных, обобщающих данные наблюдений в Антарктике

*Организация-исполнитель:* ААНИИ, ВНИИГМИ-МЦД, НИЦ «Планета»

**ЭКОСИСТЕМЫ****ПРОЕКТ 11. (2.2.7.1)**

*Наименование:* Провести комплексное изучение антарктической биоты.

*Организация-исполнитель:* ЗИН РАН, БИН РАН, ИОЗ РАН, СпбГУ, ВНИРО, АтлантНИРО

**ПРОЕКТ 12. (2.2.7.2)**

*Наименование:* Дать оценку экологии зоны морских льдов Антарктики

*Организация-исполнитель:* ИО РАН, МГУ

**ПРОЕКТ 13. (2.2.8.1)**

*Наименование:* Изучить основные черты строения, фундаментальные закономерности эволюции и особенности минерагении антарктической литосферы. Дать оценку минерально-сырьевого потенциала Антарктики.

*Организация-исполнитель:* ВНИИ Океангеология, ПМГРЭ

**ПРОЕКТ 14. (2.2.8.2)**

*Наименование:* Провести геолого-геофизические исследования узловых районов Антарктики в рамках международных геотраверзов (АНТАЛИТ, ГЕОМОД) и программ (АНТОСТРАТ). Создать базы геофизических данных и комплекты специализированных карт геолого-геофизического содержания среднего масштаба для перспективных на минеральные ресурсы районов Антарктики.

*Организация-исполнитель:* ВНИИ Океангеология, ПМГРЭ