



Всемирная
Метеорологическая
Организация
Погода • Климат • Вода

Том 54 (2)
Апрель 2005

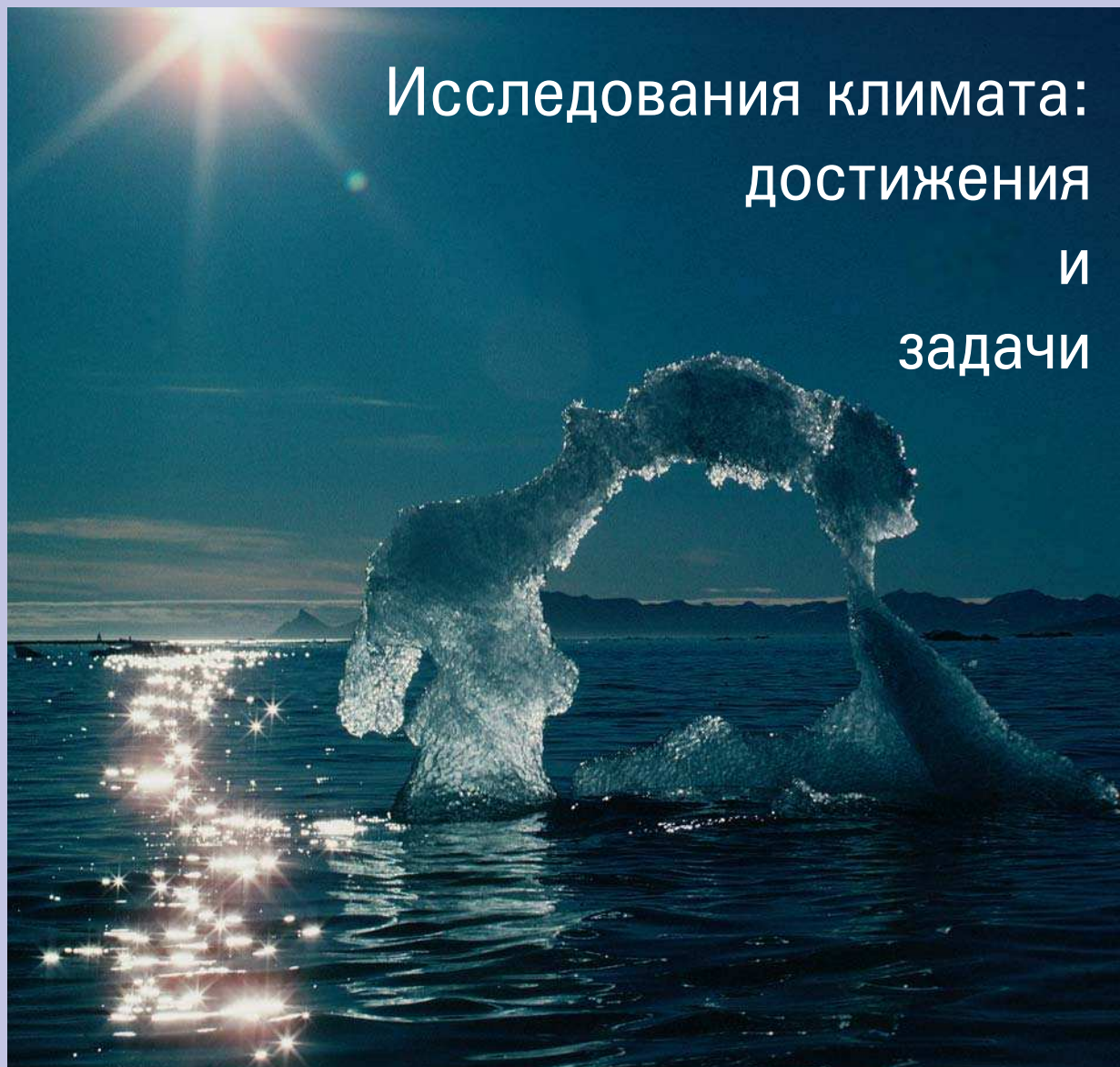
Бюллетень

тематические статьи - интервью - новости - книжное обозрение - календарь



Погода и
сельскохозяйственная
продукция в 2004 г.

Глобальная
климатическая система
в 2004 г.



25-я годовщина Всемирной программы исследования климата



Водный и энергетический
циклы

Стратосферные процессы
и климат



Воздействие урагана *Иван* на
острова Кайман

Изменение и изменчивость
климата



Индексы изменения
климата

Криосфера и
климатическая система

www.wmo.int

Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО)

Погода • Вода • Климат



Здание штаб-квартиры ВМО

ВМО является специализированным учреждением ООН.

Цели ВМО:

- облегчать всемирное сотрудничество в создании сети станций, производящих метеорологические наблюдения, а также гидрологические и другие геофизические наблюдения, относящиеся к метеорологии, и способствовать созданию и поддержанию центров, в обязанности которых входит обеспечение метеорологических и других видов обслуживания;
- содействовать созданию и поддержанию систем быстрого обмена метеорологической и другой соответствующей информацией;
- содействовать стандартизации метеорологических и других соответствующих наблюдений и обеспечивать единообразное издание данных наблюдений и статистических данных;
- содействовать дальнейшему применению метеорологии в авиации, судоходстве, при решении водных проблем, в сельском хозяйстве и в других областях деятельности человека;
- содействовать деятельности в области оперативной гидрологии и дальнейшему тесному сотрудничеству между метеорологическими и гидрологическими службами;
- поощрять научно-исследовательскую работу и работу по подготовке

кадров в области метеорологии и, в соответствии с необходимостью, в других смежных областях, а также содействовать координации международных аспектов такой деятельности по проведению научных исследований и подготовке кадров.

Всемирный Метеорологический Конгресс

является высшим конституционным органом Организации. Он созывается раз в четыре года для определения общей политики в достижении целей Организации.

Исполнительный Совет

состоит из 37 директоров национальных метеорологических или гидрометеорологических служб, выступающих в индивидуальном качестве; он созывается не реже одного раза в год для руководства выполнением программ, утвержденных Конгрессом.

Шесть региональных ассоциаций,

каждая из которых состоит из стран-членов, имеющих своей задачей координацию деятельности в области метеорологии и других связанных с ней областях в пределах соответствующих географических районов.

Восемь технических комиссий,

состоящих из экспертов, назначенных странами-членами, ответственны за изучение метеорологических и гидрологических оперативных систем, применения и исследования.

Исполнительный Совет

Президент

А.И. Бедрицкий (Российская Федерация)

Первый вице-президент

А.М. Нуриан (Исламская Республика Иран)

Второй вице-президент

Т.В. Сазерлэнд (Британские Карибские территории)

Третий вице-президент

М.А. Рабиоло (Аргентина)

Члены Исполнительного Совета по должности (президенты региональных ассоциаций)

Африка (Регион I)

М.С. Мита (Объединенная Республика Танзания)

Азия (Регион II)

А.М.Х. Иса (Бахрейн)

Южная Америка (Регион III)

Р. Мишелини (Уругвай) (и.о.)

Северная и Центральная Америка (Регион IV)

С.Фуллер (Белиз)

Юго-Запад Тихого океана (Регион V)

Вун Ших Лай (Сингапур)

Европа (Регион VI)

В.К.Керлебер-Бурк (Швейцария) (и.о.)

Избранные члены Исполнительного Совета

Дж.К.Рабуди (Иордания) (и.о.)

М.Л. Бах (Гвинея)

Ж.-П. Бейссон (Франция)

К.З. Чаудри (Пакистан)

Чоу Кок Ки (Малайзия)

А.Дивино Маура (Бразилия) (и.о.)

М.Д. Эверелл (Канада)

Д.Роджерс (Соединенное

Королевство) (и.о.)

У. Гертнер (Германия)

Б. Кассахун (Эфиопия)

Дж.Дж. Келли (Соединенные Штаты

Америки)

К.Нагасака (Япония) (и.о.)

Р.Д.Дж. Ленгоаса (Южно-Африканская

Республика)

Дж. Ламсден (Новая Зеландия)

Ф.П. Моте (Гана)

Дж.Р. Мукабана (Кения)

И.Обрусник (Чехия) (и.о.)

Х.Х.Олива (Чили)

Цинь Дахэ (Китай)

Б.Т. Секоли (Лесото)

Р. Сорани (Италия)

С.К. Шривастав (Индия)

Г.Б.Лав (Австралия) (и.о.)

(четыре места свободны)

Президенты технических комиссий

Авиационная метеорология

Н. Гордон

Сельскохозяйственная метеорология

Р.П. Мота

Атмосферные науки

А. Элиассен

Основные системы

А.И. Гусев (и.о.)

Климатология

Я. Буду

Гидрология

Б.Стюарт

Приборы и методы наблюдений

Р.П. Кантенфорд (и.о.)

Океанография и морская метеорология

Й. Гуддал и С. Нараянан

**Официальный
журнал
Всемирной
Метеорологической
Организации**

**Том 54 No. 2
Апрель 2005 г.**

Генеральный секретарь М.Жарро
Заместитель
Генерального секретаря Хун Янь
Помощник
Генерального секретаря вакансия

Стоимость подписки	Обычная почта	Авиапочта
1 год	60 шв.фр.	85 шв.фр.
2 года	110 шв.фр.	150 шв.фр.
3 года	145 шв.фр.	195 шв.фр.

Издается ежеквартально (январь, апрель, июль, октябрь) на английском, французском, русском и испанском языках.

Подписанные статьи или рекламные объявления, печатающиеся в Бюллетене ВМО, выражают личное мнение их авторов или рекламодателей и не обязательно отражают точку зрения ВМО. Упоминание отдельных компаний или какой-либо продукции в статьях или рекламных объявлениях не означает, что они одобрены или рекомендованы ВМО и им отдано предпочтение перед другими компаниями или продукцией того же рода, не упомянутыми в статьях или рекламных объявлениях. Перепечатка материалов из неподписанных (или подписанных инициалами) статей разрешается при условии ссылки на Бюллетень ВМО. По вопросам перепечатки подписанных статей (целиком или выдержек из них) обращаться к редактору Бюллетеня ВМО.

Редактор: Хун Янь
Помощник редактора: Юдит К.К.Торрес

E-mail: jtorres@wmo.int
Тел.: (+41) 22 730.84.78
Факс: (+41) 22 730.80.24

Содержание

В этом номере	50
Изменение и изменчивость климата: возможности прогнозирования	51
Водный и энергетический циклы: исследование связей	58
От озонной дыры до прогноза изменений климата, связанных с химическими процессами в атмосфере	65
Замороженные запасы воды: роль криосферы в климатической системе	75
Индексы изменения климата	83
Глобальная климатическая система в 2004 г.	87
Погода и глобальное производство сельскохозяйственной продукции в 2004 году	92
Воздействие урагана <i>Иван</i> на острова Кайман	97
Визиты Генерального секретаря	101
Книжное обозрение	105
Новые поступления	107
Последние публикации	108
Новости Секретариата	109
Некрологи	111
Календарь мероприятий	113



**World Meteorological Organization (WMO)
7bis, avenue de la Paix
Case postale No. 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland**

**Тел: + 41 22 730 81 11
Факс: + 41 22 730 81 81
E-mail: wmo@wmo.int
Web: <http://www.wmo.int>**

В этом номере



ВМО празднует 25-летие исследований климата на благо общества и предвкусывает решение задач, поставленных на будущее. Основное внимание сосредоточено на изучении криосферы.

Этот номер Бюллетеня посвящен 25-летней годовщине климатических исследований, проводимых в рамках ВМО и Всемирной программы исследования климата (ВПИК), осуществляемой при поддержке ВМО, Международного научного совета и Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО. Основные цели, стоявшие перед ВПИК при ее создании в 1980 г., – определить предсказуемость климата и степень влияния на него человека – остаются актуальными сегодня и в обозримом будущем.

ВПИК позволила добиться огромных успехов в понимании компонентов климатической системы (океан, суша, атмосфера, криосфера) и создать новые возможности для исследований и использования полученных результатов на благо общества. ВПИК выполнялась главным образом за счет небольшого ко-

личества “основных проектов” и связанной с ними деятельности. Некоторые из них успешно завершены, оставив значительное наследие в научно-технической и практической областях. К этим проектам относятся: Программа исследований глобальной атмосферы и тропической зоны океанов (ТОГА, 1985–1994 гг.); Эксперимент по циркуляции Мирового океана (ВОСЕ, 1982–2002 гг.) и Изучение климатической системы Арктики (АКСИС, 1994–2003 гг.). В настоящее время ВПИК состоит из четырех основных проектов, включая различные виды совместно финансируемой деятельности. В данном номере содержатся статьи по каждому из четырех проектов.

Статья “Изменение и изменчивость климата – возможности прогнозирования” представляет широкий круг проблем, охватываемых проектом “Изменчивость и предсказуемость климата” (КЛИВАР), и основывается на результатах его предшественников – проектов ТОГА и ВОСЕ. Цель исследований в рамках КЛИВАР состоит в том, чтобы разработать более точные прогнозы изменчивости и изменения климата за счет использования усовершенствованных моделей климата и наблюдений.

В рамках Глобального эксперимента по изучению энергетического и водного циклов (ГЭКЭВ) проводятся исследования атмосферы, глобального водного цикла и энергетического баланса, а также их возможного влияния на изменение климата. В статье “Водный и энергетический циклы: исследование связей” дается высокая оценка результатов ГЭКЭВ, достигнутых к настоящему времени, и рассматриваются животрепещущие проблемы в этой области.

Статья “От озоновой дыры до прогноза изменений климата, связанных с химическими процессами в атмосфере” свидетельствует о значимости международной координации, сотрудничества и обязательств в области исследований в рамках проек-

та “Стратосферные процессы и их роль в климате” (СПАРК). Результатом такого сотрудничества явилось присуждение международной группе ученых, работающих по проекту СПАРК, Международной премии Норбер Жеррье-МУММ в 2003 г.

В статье “Замороженные запасы воды: роль криосферы в климатической системе” описываются инициативы ВПИК в поддержку исследований криосферы: от регионального проекта АКСИС до разработки и внедрения новейшего проекта ВПИК – Климат и криосфера (КЛИК), который свидетельствует о глобальном влиянии криосферы. Основной вклад ВПИК в Международный полярный год 2007–2008 будет осуществляться через КЛИК.

При выполнении этих проектов использовали основные программы ВМО и данные наблюдательной сети национальных гидрометеорологических служб.

Еще одна тематическая статья описывает важную роль региональных семинаров при составлении индексов изменения климата для определенных стран и регионов, по которым до настоящего времени нет данных. Эти семинары могут служить хорошим началом для регионального сотрудничества.

Сезон ураганов в Северной Атлантике был рекордным по количеству, частоте и силе ураганов. Ураган *Иван* вызвал гибель людей и разрушения в странах Карибского бассейна. В статье, описывающей воздействие урагана на острова Кайман, показана важная роль международного сотрудничества и подготовленности к бедствию для уменьшения смертности и ущерба имуществу.

В этом номере помещены еще две статьи – “Глобальная климатическая система в 2004 г.” и “Погода и глобальное производство сельскохозяйственной продукции в 2004 г.”.

Изменение и изменчивость климата: возможности прогнозирования



Антонио Бусалачи¹, Дэвид Леглер²,
Говард Кэттл³, Тим Палмер⁴ и
Джон Гулд⁵

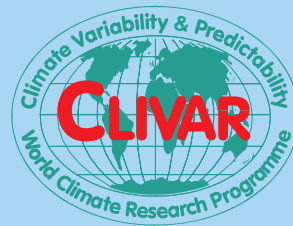
Предисловие

Влияние изменчивости климата и угроза его изменения в будущем в настоящее время являются ключевыми проблемами, ежедневно привлекающими наше внимание. Получение более точного представления об изменчивости климата, его предсказуемости и изменении является основной задачей проекта

КЛИВАР (Изменчивость и предсказуемость климата) Всемирной программы исследований климата (ВПИК). Особое внимание в проекте КЛИВАР уделено проблеме взаимодействия океана и атмосферы, которая исследовалась в рамках двух предшествующих проектов ВПИК – Программы исследований глобальной атмосферы и тропической зоны океанов (ТОГА) и Эксперимента по циркуляции Мирового океана (ВОСЕ). В настоящее время КЛИВАР является лидером среди проектов ВПИК в области исследования глобального океана, его взаимодействия с атмосферой и ключевой роли в изменении и изменчивости климата. В первой части этой статьи кратко описаны общие результаты ТОГА и ВОСЕ, на которые опирается КЛИВАР. Во второй части изложены некоторые основные достижения проекта КЛИВАР с момента его начала, используя результаты Первой международной научной конференции КЛИВАР, состоявшейся в 2004 г.

Результаты ТОГА и ВОСЕ

За 10 лет существования ТОГА (1985–1994 гг.) усилиями многих стран впервые проделана напряженная работа по наблюдению и прогнозированию основного компонента изменчивости климатической системы – явления Эль-Ниньо/Южное колебание (ЭНСО) – и его влияния на глобальную атмосферу. В период проведения ТОГА приборы наблюдения тропической зоны океана/атмосферы (ТАО) в реальном времени предоставляли данные регулярных



International CLIVAR Project Office,
Southampton, United Kingdom
E-mail: icpo@soc.soton.ac.uk
Web: <http://www.clivar.org>

наблюдений границы раздела атмосфера–океан и тепловой структуры верхнего слоя океана в тропической зоне Тихого океана. С тех пор наблюдения с помощью заякоренных приборов проводятся в Тихом океане (рис. 1) и при финансовой поддержке КЛИВАР стали проводиться в Атлантическом и Индийском океанах.

Кроме того, проведены и другие усовершенствования систем наблюдения атмосферы и океана, которые представляются важными для прогноза ЭНСО, и в то же время во многих крупных прогностических центрах мира разработаны и внедрены прогностические модели взаимодействия атмосферы и океана. Усвоение океанических данных оказалось ключевым элементом в создании систем прогноза климата с заблаговременностью от сезона до года. Кроме того, в процессе выполнения ТОГА появился общий подход к климатической науке. В период, предшествующий ТОГА, с начала до середины 80-х годов прошлого века, океанологи и метеорологи часто состояли в отдельных и не связанных между собой сообществах. Будучи частью ТОГА, эти сообщества объединились и создали новый тип учебного-климатолога, посвятившего себя изучению характера изменчивости системы океан–атмосфера, отличающегося от изменчивости океана и атмосферы, взятых в отдельности. ВОСЕ (1982–2002 гг.) также внес

¹ Директор, Междисциплинарный научный центр по исследованию земной системы, Мэрилендский университет, США

² Директор, Управление по проекту КЛИВАР, Вашингтон, США

³ Директор, Международное управление по проекту КЛИВАР, Саутгемптон, Великобритания

⁴ Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды, Реддинг, Великобритания

⁵ Государственная организация по научным и промышленным исследованиям, Хобарт, Австралия

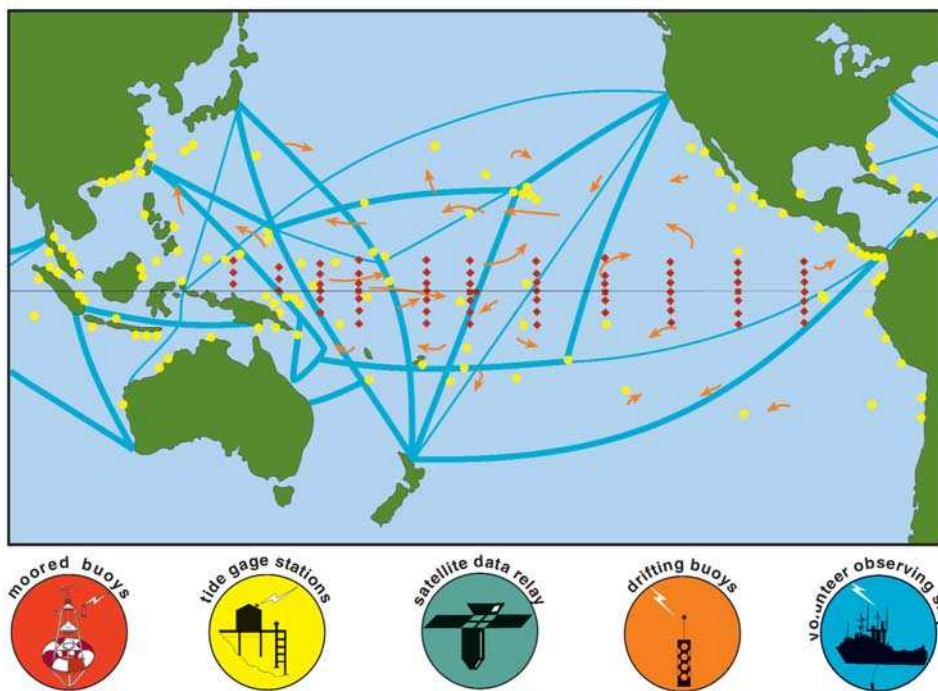


Рисунок 1 – Компоненты in situ системы наблюдений явления Эль-Ниньо/Южное колебание

значительную лепту в наше представление о Мировом океане и умение его моделировать. Он представил новую технологию и внес изменения в используемый нами научный метод. ВОСЕ дал глобальную перспективу временной изменчивости и состояния Мирового океана по всей его глубине. Он установил базисную линию, относительно которой оцениваются прошлые и будущие изменения, а также антропогенное влияние на циркуляцию Мирового океана – эта ключевая деятельность проводится в рамках КЛИВАР. Совместно с проектом ДЖЕИГОФС (Совместное исследование глобальных океанических потоков) Международной программы геосфера–биосфера (МПГБ) выполнены исследования содержания двуокиси углерода (CO_2) и химического состава трассеров, с помощью которых впервые были получены полные данные о содержании CO_2 в океане. Исследования региональных процессов и целевые наблюдения позволили усовершенствовать наши знания о Южном океане

и формировании глубинных вод в субполярных морях, а также лучше понять процессы перемешивания в океане, глобальной термогалинной циркуляции и меридионального переноса тепла от экватора к полюсу.

Достижения в области технологии изучения океана сыграли основную роль в реализации этой поистине глобальной перспективы. Например, непрерывные наблюдения за глобальным уровнем моря осуществлялись радиолокационными альтиметрами, установленными на спутниках ТОПЭКС/Посейдон и ERS; эти данные по-прежнему используются. Разработки в области буйковых технологий в рамках ВОСЕ позволили ввести в эксплуатацию профилирующие буи, которые выполняли мониторинг температуры и солености в верхнем слое океана и обеспечивали поля подповерхностных течений в глобальном масштабе. Эти буи были предшественниками глобальной программы Арго, которая была детально разра-

ботана научной группой Арго в конце 1998 г. и представлена на конференции Ocean Obs'99, проводимой при содействии КЛИВАР (Сан-Рафаэль, Франция, 18–22 октября 1999 г.). При поддержке КЛИВАР и Глобального эксперимента по усвоению данных об океане (ГЭУДО) была запланирована установка 3000 буев Арго, которые должны были оценивать состояние Мирового океана на основе наблюдений и моделей.

Первые буи Арго стали использоваться в 2001 г. К началу 2005 г. 1650 буев, которые предоставили 18 стран, передавали данные о верхнем двухкилометровом слое Мирового океана (см. рис.2 и <http://www.argo.net>). Эти данные регулярно используются центрами оперативного прогноза и анализа климата и играют большую роль при составлении высококачественных наборов данных об океане, необходимых для исследования климата.

Глобальные модели океана, появившиеся в процессе выполнения ВОСЕ, благодаря достижениям в области вычислительных ресурсов способны решать проблемы, связанные с энергетическими пограничными течениями, сопутствующими процессами неустойчивости и потоком между океаническими бассейнами, а также давать динамически последовательное описание многих наблюдаемых аспектов циркуляции в океане. Способность представлять такие океанические процессы является важным шагом на пути повышения качества связанных моделей климата.

ВОСЕ также внес свой вклад в концепцию ГЭУДО и перспективу выполнения повторного анализа океана, которая соответствует концепции выполнения повторного анализа атмосферы, осуществляемого в настоящее время в ряде оперативных центров. ВОСЕ изменил наше

представление об океане и стиль работы океанографического сообщества. В настоящее время появилась возможность "океанического синтеза", при котором можно соединить наблюдения *in situ* и/или наблюдения с помощью дистанционного зондирования с обратными методами и методами усвоения данных. Наконец, благодаря BOCE, мы имеем уникальную коллекцию наблюдений океана, изданную на DVD для заключительной конференции BOCE в Сан-Антонио (Техас, США, 18–22 ноября 2002 г.). На основе этих данных в этом году будут опубликованы атласы четырех основных океанических бассейнов.

КЛИВАР – масштаб и перспективы

Почти пять лет назад, в ноябре 1998 г., представители 63 стран собрались в Париже и приняли обязательства о расширении знаний и повышении способности прогнозировать изменения климата с заблаговременностью от нескольких сезонов и выше на основе проекта КЛИВАР. С тех пор в области КЛИВАР достигнуты большие успехи. Чтобы подчеркнуть эти достижения, а также наметить будущие научные задачи, в 2004 г. была проведена Первая международная научная конферен-

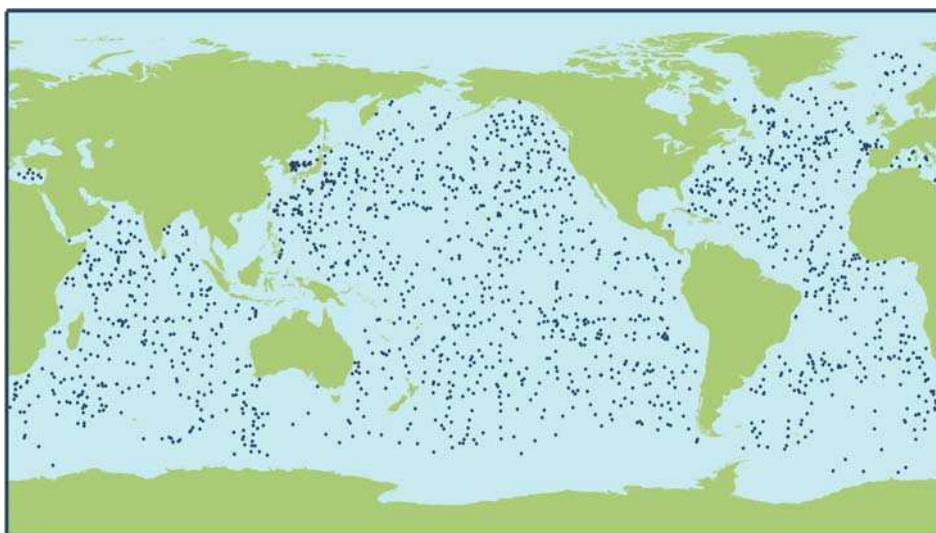
ция КЛИВАР (<http://www.clivar2004.org>). В конференции приняли участие свыше 640 ученых из 56 стран – на сегодняшний день это крупнейшая конференция ВПИК. Особое внимание на конференции было уделено ряду вопросов, являющихся ключевыми для КЛИВАР, а именно: краткосрочный прогноз климата; муссоны; сложности, связанные с прогнозом на 10 лет; понимание долгосрочных изменений климата; роль океана в изменении климата; влияние деятельности человека на климат; применение научных результатов КЛИВАР; будущие проблемы КЛИВАР.

Как и для ТОГА, ключевым вопросом для КЛИВАР остается краткосрочный прогноз климата. Существует несколько механизмов, которые за счет реакции на аномалии температуры поверхности моря (ТПМ), морского льда, почвенной влаги и растительности, а также за счет взаимодействия этих параметров и, возможно, взаимодействия между тропосферой и нижней стратосферой могут привести к изменчивости климата, колеблющейся от сезонной до межгодовой. Хотя нам многое известно об этих механизмах, важно еще больше расширять наши знания для оценки прогнози-

руемости и повышения качества прогнозов. Современные модели сезонных и межгодовых прогнозов, использующие достижения ТОГА и КЛИВАР, продемонстрировали широкие возможности прогнозирования глобальной температуры и осадков. Использование группы моделей (рис.3) значительно повысило общие возможности, однако прогноз изменчивости климата с заблаговременностью свыше нескольких месяцев остается основной задачей, которую предстоит решить. Среди причин – погрешность моделей и увеличение погрешности, а также роль начальных условий и стохастического воздействия. Важную роль играет система непрерывных наблюдений, и перед научным сообществом стоят задачи использования этих наблюдений, руководства при их выполнении и определения новых, более рентабельных технологий.

Муссонные системы в Азии, Африке и Америке имеют много общего, включая ярко выраженную сезонность, контраст температуры суши и моря и связь между муссонами и горами. Контраст между прогнозируемостью на основе статистических/эмпирических систем и относительно низкой прогнозируемостью

Рисунок 2 – Установка буя Арго (снимок слева); схема расположения буйев Арго в январе 2005 г. (снимок справа). Примерно 1600 буйев составляют редкую цепь в океане, свободном от ледяного покрова, в верхнем слое толщиной 2000 м. Численность буйев в цепи предполагается довести до 3000.



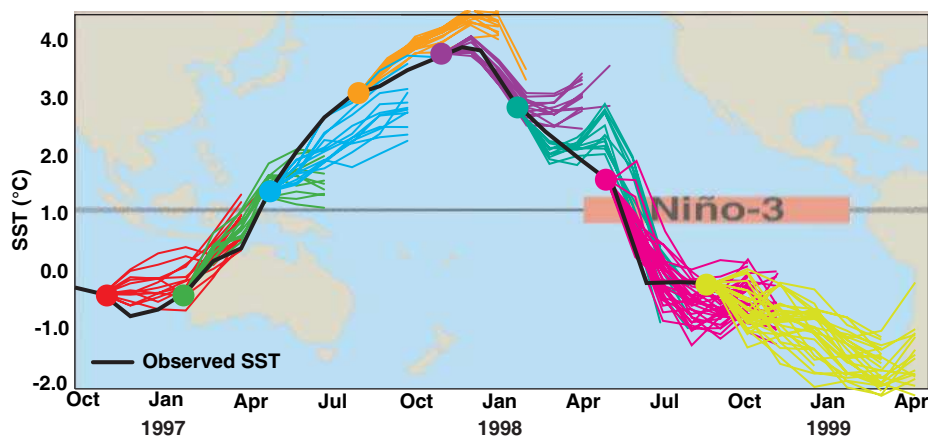


Рисунок 3 – Прогнозы ЭНСО, подобные изображенному на рисунке для события 1997–1998 гг., стали возможными благодаря интенсивным исследованиям в области сезонных прогнозов. Разные цвета обозначают многочисленные проверки модели (прогнозы), предпринятые в разное время года. (Диаграмма любезно предоставлена ЕЦСПП)

на основе динамических систем свидетельствует о необходимости более глубокого понимания связанной системы океан–атмосфера–суша и о необходимости снизить систематические погрешности модели для повышения качества прогнозов муссонов. Вместе с Глобальным экспериментом ВПИК по изучению энергетического и водного цикла (ГЭКЭВ) в рамках проекта КЛИВАР проводятся международные исследования связи суша–океан–атмосфера, которая проявляется в суточном цикле и низкоуровневом потоке американских муссонных систем (рис.4), а также при изучении азиатско-австралийской муссонной системы. Кроме того, новый эксперимент по междисциплинарному анализу африканского муссона внесет значительный вклад, который позволит расширить наши знания о нем и его влиянии на жизнь в западной Африке.

Прогноз десятилетней изменчивости требует более глобальной перспективы. Поскольку исторические данные наблюдений (особенно в океане) ограничены, модели играют более важную роль в понимании десятилетней изменчивости и опре-

делении потенциальной прогнозируемости. Модели могут предлагать механизмы, проверять диагностические схемы, проводить эксперименты и воспроизводить прогнозы. Определение главных механизмов, являющихся основными для "памяти" климатической системы, представляет собой важный первый шаг для характеристики пределов прогнозируемости. Например, в Тихом океане на десятилетнюю изменчивость влияют, по крайней мере, три механизма (естественные атмосферные изменения, колебания ЭНСО, колебания ТПМ и меандрирование Куроиси), однако существуют разные точки зрения относительно роли каждого из этих механизмов. Таким

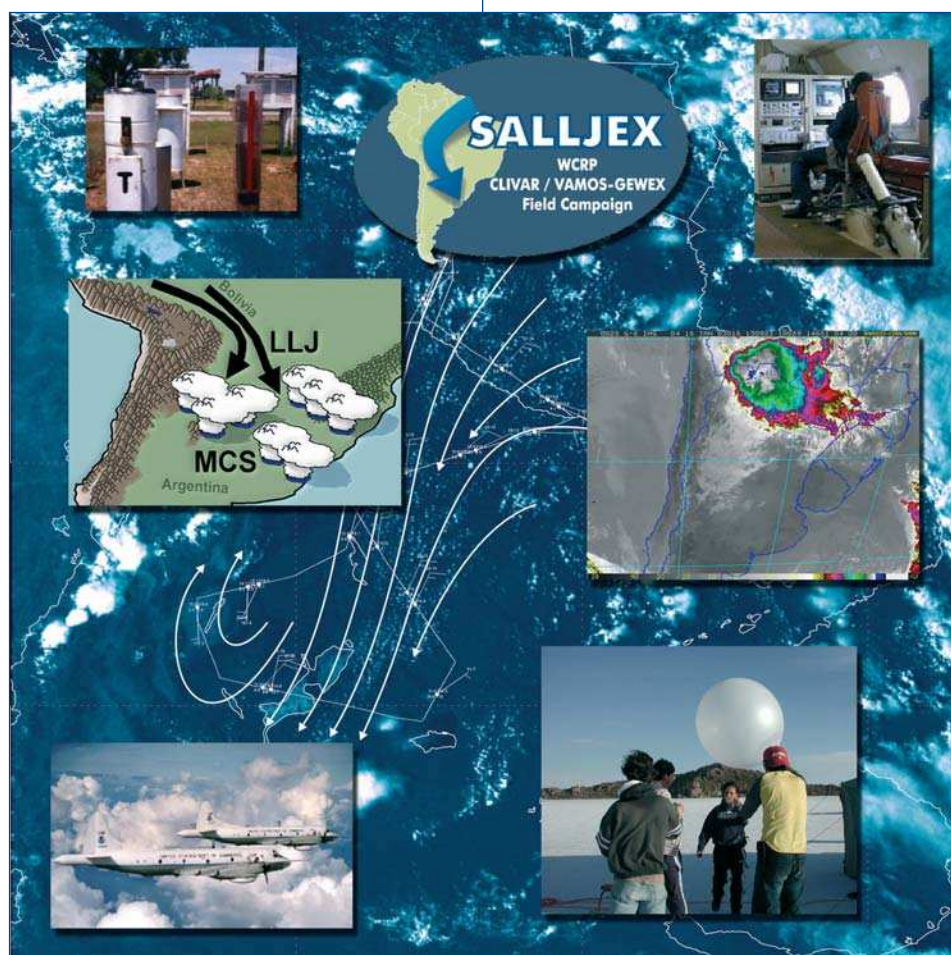


Рисунок 4 – Южно-американский эксперимент по изучению низкоуровневого потока, первая международная кампания КЛИВАР в Южной Америке

образом, уровень прогнозируемости пока не ясен. Наблюдения необходимы для мониторинга важных механизмов. Например, в Атлантике проводится международная операция по мониторингу меридиональной термогалинной циркуляции. Много информации можно получить за счет более полной диагностики, позволяющей сделать прогноз текущего состояния десятилетних изменений и расширить существующие возможности прогнозирования десятилетних колебаний в Северной Атлантике и Тихом океане.

Наиболее непосредственное влияние океана на климат оказывается за счет изменений ТПМ и парциального давления CO_2 (и других газов). Будущие изменения уровня моря являются ключевым вопросом в контексте изменения климата. На них оказывают влияние не только такие факторы, как тепловое расширение и таяние ледников и полярного льда, но также процессы переноса и перемешивания в океане, причем некоторые из них плохо поддаются моделированию и мало наблюдаются. Перед нами стоят сложные задачи: как правильно представить вихри в наших моделях; как рассматривать связь атмосферы и океана в мелком масштабе; как лучше прогнозировать аномалии ТПМ. Тропическая часть океанов является важной для изучения климата, поскольку здесь происходит перераспределение большого количества тепла и пресной воды, которое часто проявляется в виде аномалий ТПМ и солёности некоторое время спустя и часто в другом месте.

Эти изменения могут оказывать глобальное влияние на температуру воды в океане, скорость перемешивания и скорость поглощения CO_2 . Характеристика распределения и временных изменений солёности важна как для экстратропических, так и для тропических океанов.

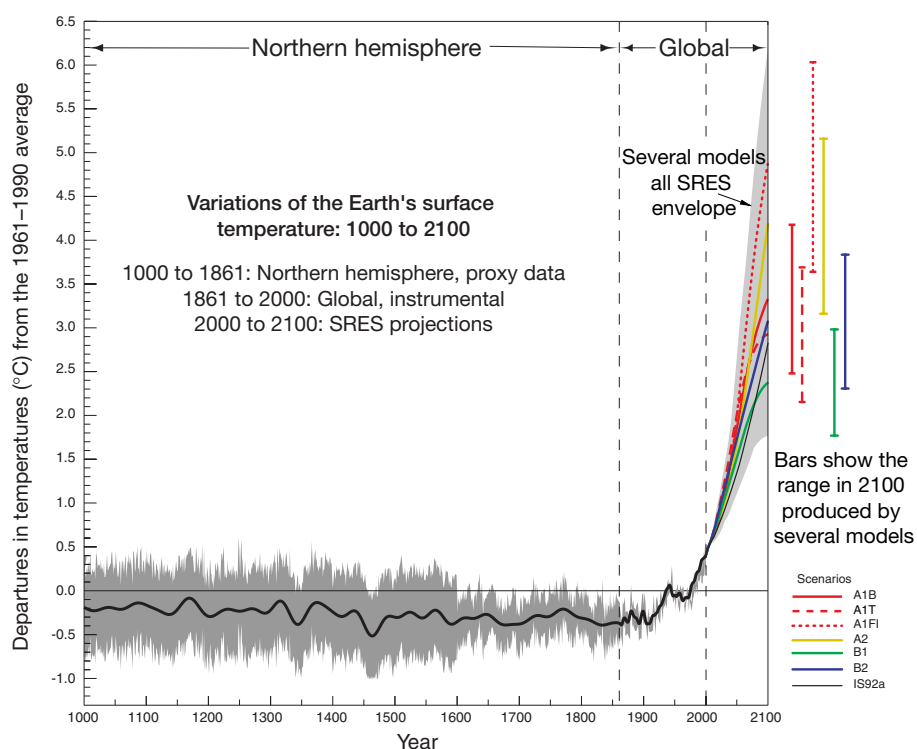


Рисунок 5 – Приземная температура воздуха за последние 1000 лет и ее перспективная оценка (после МГЭИК, 2001 г.)

Необходимо усовершенствовать диагностику глобальной термогалинной циркуляции. Южный океан также имеет важное значение в контексте глобального климата. Он связывает верхнюю и нижнюю части глобальной термогалинной циркуляции, накапливает 60% общего антропогенного углерода, может быть представлен в виде кольца, связан с ЭНСО и, по-видимому, реагирует на глобальные изменения климата.

Палеоклиматические данные имеют важное значение для исследования изменений климата в более крупном временном масштабе, например от нескольких столетий и более. При сравнении множественных реконструкций, основанных на палеокосвенных данных, важно надлежащим образом проводить масштабирование и калибровку. Многочисленные различия между реконструкциями могут быть связаны с калибровкой,

которая часто основывается на данных разных сезонов и регионов. Тем не менее, если сравнивать с косвенными реконструкциями и моделями (за последние 2000 лет), наблюдаемое в конце XX века потепление является аномальным.

За последнее время повышенное таяние ледяного покрова Гренландии не является беспрецедентным (согласно палеоклиматическим данным), однако при реализации предполагаемых изменений температуры под действием повышенных концентраций парниковых газов уровень моря будет подниматься быстрее, чем можно ожидать. Усовершенствованные палеоклиматические модели могут дать дополнительное представление об изменении климата (например, ЭНСО) и его эволюции.

Существует множество научных задач, касающихся влияния человека

на климат, включая связь между естественными и антропогенными изменениями климата. С помощью КЛИВАР Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК) решает эти задачи посредством стимулирования деятельности по прогнозу и обнаружению изменений климата. Таким образом, группы КЛИВАР (США) по изучению климатических процессов, которые привлекают для работы и иностранных специалистов, определяют проблемные области в моделях класса МГЭИК, а с помощью КЛИВАР проведена оценка интеграции моделей для Четвертого доклада МГЭИК об оценках (ЧДО); в марте 2005 г. проведен семинар по этим вопросам.

Для обнаружения антропогенных изменений используется строгая оценка данных наблюдений и моделирования с тем, чтобы определить изменения ключевых климатических параметров (рис.5), включая экстремальные значения. Чтобы полностью оценить любое обнаруженное изменение, необходимо принять во внимание все неопределенные и неясные факторы. Несмотря на растущую схожесть моделей с точки зрения их чувствительности, изменения климата, прогнозируемые разными моделями, часто сильно отличаются. Прогнозируемые будущие изменения также чувствительны к параметризации, что свидетельствует о необходимости продолжать ее усовершенствование путем использования более точной диагностики и анализа различий между моделями и наблюдениями.

Научные данные КЛИВАР используются для множества целей. Что касается Африки, сезонные прогнозы климата используются для разработки системы раннего оповещения о надвигающейся опасности малярии и менингита. Усо-



Научные данные КЛИВАР используются в различных отраслях экономики, например в рыболовстве (фото: И. Де Борхегий, ФАО).

вершенствованные прогнозы ряда переменных, таких как осадки (включая сумму осадков и даты начала и окончания) и окружающие условия (например, пыль, влажность), являются необходимым первым шагом, однако прогностические системы испытывают трудности при составлении прогнозов этих переменных, а валидация и мониторинг данных наблюдений часто являются неудовлетворительными. Ретроспективные прогнозы демонстрируют ценность сезонных прогнозов, которые продолжают использоваться в оперативных целях. КЛИВАР и ГЭКЭВ работают вместе над усовершенствованием моделирования и прогнозирования муссонов, а также внутрисезонных и межгодовых прогнозов, которые имеют большое значение для специалистов в области управления водными ресурсами. Сезонные прогнозы оказались полезными для управления мощностью ГЭС. Наиболее заметное применение научных данных КЛИВАР получили в сельском хозяйстве.

Большую ценность представляют исследования адаптации и использования прогнозов климата, проводимые Целевой группой по прогнозам климата и сельскому хозяйству (КЛИМАГ) в рамках Системы для анализа, научных исследований и обучения (СТАРТ) в области глобальных изменений. Важно разрабатывать рекомендации для конкретного региона, привлекать фермеров для испытания рекомендуемых стратегий и заблаговременно предупреждать об опасности во избежание больших потерь.

Влияние климатической изменчивости может проявляться в поведении разных видов рыб и прослеживаться в различных временных масштабах (от сезона до нескольких десятилетий). К факторам, влияющим на изменение рыбных запасов, относятся температура, изменения циркуляции и трофические взаимодействия. Новейшие модели способны воспроизводить некоторые важные биологические компоненты экосистем в планетарном масштабе. Таким образом, нам следует проверить гипотезы и механизмы, связывающие физическое форсирование



с биологическими процессами, путем внедрения простых биологических механизмов в существующие модели, воспроизводящие важные взаимодействия между океаном и атмосферой.

Задачи, которые предстоит решить

В будущем КЛИВАР предстоит решить много задач. Среди них – необходимость приложить более активные и скоординированные усилия для выявления и устранения недостатков моделей. Продолжается разработка систем наблюдения, используемых для исследования климата, но за некоторые компоненты этих систем (особенно те, которые связаны с океаном) по-прежнему несет ответственность научное сообщество. КЛИВАР должен обеспечить развитие этих систем для удовлетворения своих потребностей, при этом сформировавшиеся компоненты систем должны быть приведены в рабочее состояние. Объединение наблюдений и моделей в ассимилятивную структуру привело к более полному изображению климатической системы. Нам необходимо расширять свои возможности в этой области и активизировать работу по уточнению деталей, таких как характеристика погрешностей моделей и наблюдений, чтобы иметь возможность использовать эти средства для усовер-

шенствования систем наблюдений и прогнозов.

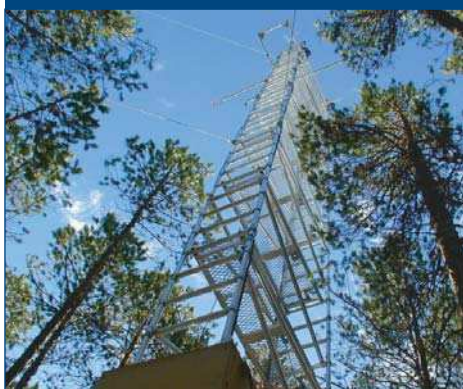
При составлении прогнозов необходимо продолжать уделять основное внимание валидации и использованию новых научных результатов. В частности, диагностический анализ глобальных наборов данных на региональном уровне дает возможность установить связь между научными данными КЛИВАР в глобальном масштабе и на региональном уровне – это стратегия, которой придерживается КЛИВАР.

Будущая деятельность КЛИВАР в области изменения климата включает анализ возможности влияния антропогенного форсирования на естественную картину изменчивости климата. Например, насколько хорошо можно понять влияние антропогенного изменения климата на азиатский муссон с точки зрения частоты основных характеристик внутрисезонной и межгодовой изменчивости активности муссона? Каким образом антропогенное форсирование влияет на 10-летний режим, связанный с засухой в Сахели? Насколько удовлетворительно модели, указанные в ЧДО МГЭИК, описывают динамику ЭНСО и как антропогенное форсирование повлияет на частоту ЭНСО?

Кроме того, для прогноза изменчивости с большей заблаговремен-

ностью (например, 10 лет) необходимы более систематическая численная диагностика и экспериментирование, хотя мы также разрабатываем прогнозы текущей погоды и экспериментальные прогнозы важных показателей. Океан остается в центре внимания КЛИВАР. Мы должны полностью использовать разработанную систему наблюдений и предлагать усовершенствованные модели и связанные системы для более исчерпывающей характеристики изменений океанической циркуляции, процессов, имеющих важное значение для климата, интранзитивности океана, а также изменений поглощения углерода и уровня моря. Разница в модельных обратных связях интеграций изменения климата является значительным ограничивающим фактором при разработке усовершенствованных связанных моделей климата. Необходимо проверить точность воспроизведения ключевых процессов, приводящих к этой разнице. Необходимо отметить широкое использование научных исследований в рамках КЛИВАР. Однако очевидно, что интегрирование климатических прогнозов в системы принятия решений является ключевой проблемой для достижения больших успехов в этой области.

Водный и энергетический циклы: исследование связей



С. Сорушиан¹, Р. Лофорд², П. Трай²,
У. Россоу³, Дж. Роудс⁴, Дж. Полчер⁵,
Г. Соммерия⁶, Р. Шиффер²

Предисловие

Климат Земли меняется как в региональном, так и в глобальном масштабе. Это неизбежно отражается на изменчивости водного баланса Земли, а также на ее комплексном и динамическом энергетическом балансе с Солнцем. Процессы, управляющие переносом, преобразованием и обменом тепла и воды в климатической системе, неразрывно переплетены во времени и пространстве, от турбулент-

ности в пограничном слое до глобального изменения климата. Учитывая насущную потребность в лучшем понимании и прогнозировании этих комплексных процессов и их взаимодействия, в рамках Всемирной программы исследования климата (ВПИК) в 1990 г. был запущен Глобальный эксперимент по изучению энергетического и водного циклов (ГЭКЭВ). В рамках ГЭКЭВ проводятся исследования ВПИК динамики и термодинамики атмосферы, взаимодействия атмосферы с поверхностью Земли (особенно над сушей), а также исследования глобального водного цикла. В контексте этих задач ГЭКЭВ связан с другими проектами ВПИК, включая проект КЛИВАР, проект по исследованию стратосферных процессов и их роли в изменении климата и программу "Климат и криосфера" (КЛИК). Спонсоры ВПИК – ВМО, Международный совет по науке и Межправительственная океанографическая комиссия ЮНЕСКО – обеспечивают ГЭКЭВ доступ к исследователям из научных кругов и правительственных структур.

ГЭКЭВ: фазы I и II

Во время первой фазы ГЭКЭВ (1990–2002 гг.) внимание было сосредоточено на разработке средств анализа и моделей с использованием операционных и исследовательских спутников, региональных анализов бассейнов континентального масштаба, а также на разработке параметризации процессов с обратной связью (относящихся к облакам и суше) для моделей глобального климата. В процессе этой фазы в деятельности ГЭКЭВ приняли участие свыше 1500 ученых из 35 стран и было опубликовано свыше 20 статей с результатами работы.



International GEWEX Project Office,
Silver Spring, Maryland, USA
E-mail: gewex@gewex.org
Web: <http://www.gewex.org/igpo.html>

Приоритетная задача ВПИК и ГЭКЭВ состоит в том, чтобы понять роль воды в климатической системе. Вода в виде пара является наиболее сильным и распространенным парниковым газом на Земле. Облака также выполняют важную роль обратной связи в климатической системе и в зависимости от их состава, пространственного распределения и высоты могут усиливать или уменьшать эффекты изменения климата. Влияние обратной связи также обусловлено состоянием поверхности суши, зависящим от почвенной влаги и растительности, которое контролирует разделение поступающей солнечной радиации на потоки радиационного, явного, скрытого (испарение) и приземного тепла, а осадков – на сток и инфильтрацию. Этот цикл замыкает суммарное испарение суши и испарение океана. Основная цель исследований ГЭКЭВ состоит в том, чтобы понять, охарактеризовать и объединить глобальные водный и энергетический балансы.

Эти задачи позволили ГЭКЭВ занять лидирующие позиции в науке и объединить научные сообщества, занимающиеся исследованиями в обла-

Первая и вторая фазы ГЭКЭВ

В процессе второй фазы ГЭКЭВ (2003–2013 гг.) используются теоретические и практические результаты первой фазы (1990–2002 гг.), а также подчеркивается надежность усовершенствованных моделей, систем усвоения данных и новых спутниковых систем, вносящих весомый вклад в изучение климата.

- ¹ Калифорнийский университет, Ирвин, США
- ² Международное бюро по проекту ГЭКЭВ, Силвер Спринг, США
- ³ Годдардский институт космических исследований (НАСА), Нью-Йорк, США
- ⁴ Калифорнийский университет, Сан-Диего, США
- ⁵ Лаборатория динамической метеорологии Национального центра научных исследований (CNRS), Париж, Франция
- ⁶ ВМО/ВПИК

ти гидрологии, поверхности суши и атмосферы. Цель такого объединения состоит в том, чтобы показать важность понимания взаимодействий почвенная влага–атмосфера и облака–радиация и их параметризации в прогностических моделях. Кроме того, производя или содействуя производству глобальных массивов данных для валидации прогностических моделей, ГЭКЭВ готов оценить, насколько сильно изменился глобальный водный цикл за последние 20 лет. ГЭКЭВ также принес большую пользу сообществу по водным ресурсам. Как показано на рис.1, ГЭКЭВ играет важную роль, связывая деятельность ВПИК в области прогнозов с гидрологическими программами, такими, как программы Международной ассоциации гидрологических наук (МАГН).

В период первой фазы деятельность ГЭКЭВ включала следующее:

- а) разработка глобального массива данных;
- б) исследования процессов;

в) поддержка разработки моделей и исследования в области моделирования.

Чтобы конкретизировать деятельность и обеспечить более четкую координацию, в 1995 г. была принята программная структура, которая определила цели деятельности ГЭКЭВ в трех направлениях, а именно:

- 1) радиация,
- 2) гидрометеорология и
- 3) моделирование и прогнозирование.

В рамках гидрометеорологической деятельности, координируемой Группой экспертов ГЭКЭВ по гидрометеорологии, изучается связь между атмосферными и гидрологическими процессами и процессами на суше в континентальном и мезомасштабах. В рамках моделирования и сопутствующих исследований процессов, координируемых Группой экспертов ГЭКЭВ по моделированию и прогнозированию, изучаются облака, взаимодействие между сушей и атмосферой, а с недавнего времени и процессы в пограничном слое. В рамках ра-

диационных проектов, координируемых Группой экспертов ГЭКЭВ по радиации, разрабатываются глобальная информационная продукция и научные данные, связанные с глобальным распределением и изменчивостью облаков, водяного пара, аэрозолей, приземной радиацией и осадками.

Группа экспертов ГЭКЭВ по гидрометеорологии (ГЭГГ)

Усилия ГЭГГ направлены на то, чтобы продемонстрировать умение прогнозировать изменения водных ресурсов с заблаговременностью от сезона до года. Эти изменения рассматриваются как неотъемлемая часть климатической системы. Группа также занимается внедрением исследований распределенных процессов в эксперименты континентального масштаба ГЭКЭВ (ЭКМ), а также в деятельность в рамках Скоординированного периода интенсивных наблюдений (СПИН), организованную ГЭГГ с целью координации в глобальном масштабе наблюдений ЭКМ и моделирования (Lawford et al., 2004). В центре внимания ЭКМ ГЭКЭВ находятся исследования связи между сушей и атмосферой, которые уже более 10 лет выполняются пятью крупными полевыми ЭКМ. Цель этих экспериментов – расширить знания о процессах и представить усовершенствованные модели для бассейнов Амазонки, Балтийского моря, Миссисипи и Маккензи, а также для четырех регионов восточной Азии (Таиланд, Тибет, Сибирь и Восточный Китай). Разработаны новые инициативы ЭКМ для бассейнов Австралии, бассейна Ла-Плата в Южной Америке и совсем недавно – для бассейнов Западной Африки. На рис.2 показаны места проведения ЭКМ.

С помощью гидрометеорологических данных, моделей и анализов ГЭГГ продемонстрировала чрезвычайно важную роль взаимодействий в приземном слое, измерений почвенной влаги и применения региональных и глобальных данных об осадках высокого разрешения. Кроме того, значительное усовершенствование новой схемы приземного слоя позволило

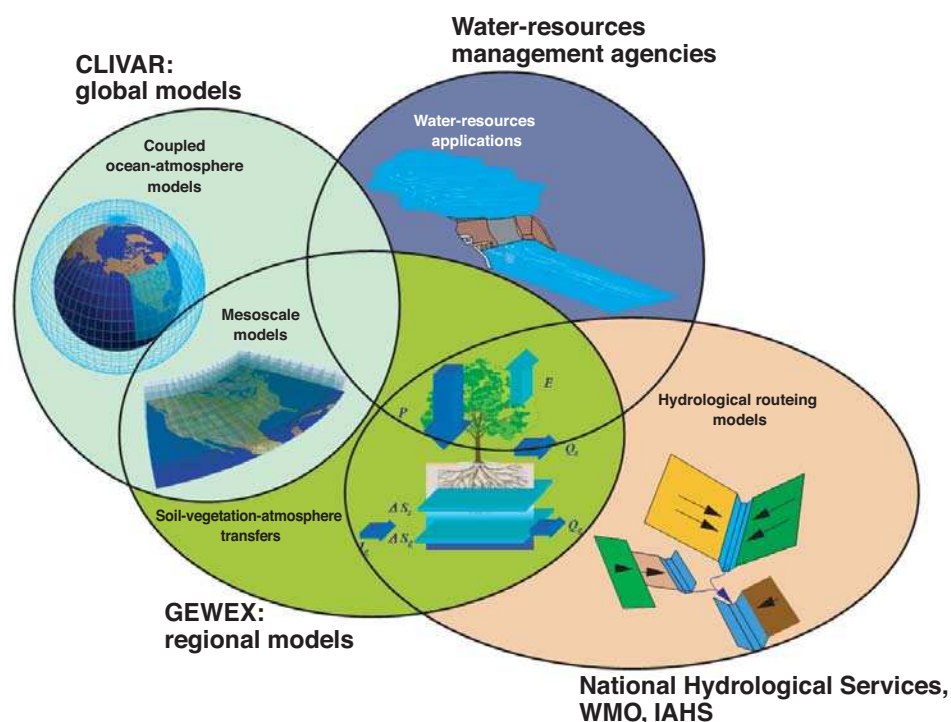
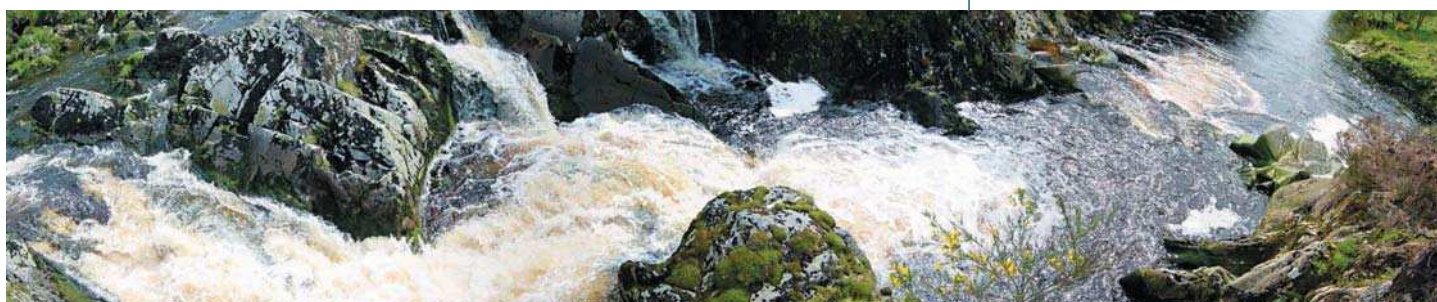


Рисунок 1 – Роль различных международных и национальных программ и агентств в решении проблем, связанных с прогнозом климата и управлением водными ресурсами (Рисунок выполнен С. Сороошианом)



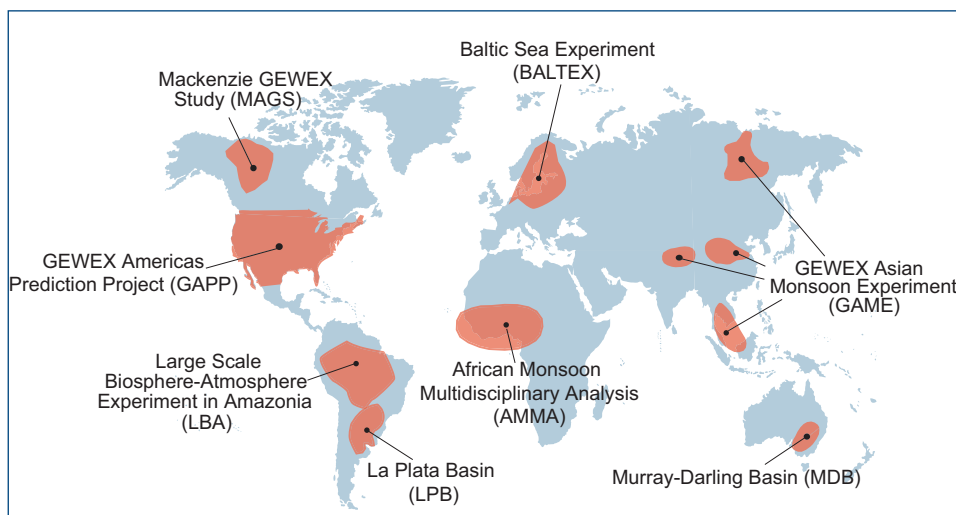


Рисунок 2 – Районы континентального масштаба, включенные в Гидрометеорологическую программу ГЭКЭВ

расширить возможности регионального и глобального прогнозирования. Благодаря развитию этой новой междисциплинарной связи между гидрологической и атмосферной науками (с акцентом на взаимодействии между приземным слоем и атмосферой) появилось множество новых научных статей и стал выпускаться Журнал по гидрометеорологии (Journal of Hydro-meteorology) Американского метеорологического общества. Региональные данные и моделирование оказались весьма эффективными для расширения знаний о локальных процессах; на их основе был предложен ряд подходов к усовершенствованию существующих региональных и глобальных моделей, которым не удавалось адекватно воспроизводить суточные и поверхностные-подповерхностные гидрологические процессы.

Международный проект ГЭКЭВ континентального масштаба (МПКГ)

МПКГ в бассейне Миссисипи был первым международным проектом такого масштаба, объединившим гидрологическое и метеорологическое научные сообщества для выполнения общей научной цели. МПКГ был запущен в 1995 г. для использования данных обширных гидрометеорологических сетей, которые начали модернизироваться. Причиной возникновения МПКГ послужило признание необходимости объеди-

нить региональные водный и энергетический балансы и усовершенствовать параметризацию взаимодействия суши и атмосферы и гидрологии поверхности суши в климатических моделях. Вскоре после появления МПКГ были созданы другие бассейны для проведения ЭКМ с целью гидрометеорологических исследований в разнообразных климатических и политических регионах. Успех МПКГ позднее привел к расширению деятельности, ставшей частью Американского проекта ГЭКЭВ по прогнозам (АПГП). Исследования системы североамериканских муссонов в рамках АПГП способствовали установлению более тесных связей между ГЭКЭВ и КЛИВАР в области исследования муссонов.

Азиатский муссонный эксперимент ГЭКЭВ (АМЭКС)

Исследования в рамках АМЭКС направлены на то, чтобы понять роль азиатского муссона в системе климата Земли и усовершенствовать воспроизведение и сезонный прогноз характеристик азиатского муссона и региональных водных ресурсов. Научная стратегия АМЭКС включает мониторинг с помощью спутников и приземных наблюдений *in situ*, исследования процессов на основе четырех региональных экспериментов, осуществляемых в разных климатических регионах (тропики, субтропики,

Тибетское плато и Сибирь), и моделирование гидрометеорологических процессов в климатической системе.

Эксперимент по изучению Балтийского моря (БАЛТЭКС)

В рамках БАЛТЭКС, охватывающего Балтийское море и его водосбор, исследуются и моделируются механизмы, определяющие пространственно-временную изменчивость энергетического и водного балансов в регионе выполнения эксперимента, который занимает примерно 20% европейского континента. В рамках эксперимента проанализированы крупные сезонные, межгодовые и региональные изменения климата, а также эпизодические гидрометеорологические явления в бассейне, которые вызвали наводнения в густонаселенных районах и обусловили важные экологические изменения в Балтийском море.

Исследование бассейна реки Маккензи в рамках ГЭКЭВ (МАГС)

МАГС является междисциплинарным проектом, в рамках которого проводятся исследования, направленные на то, чтобы понять и воспроизвести реакцию энергетического и водного циклов в северной части Канады на изменчивость и изменение климата; определить влияние атмосферных и гидрологических процессов и обратной связи на региональную и глобальную климатические системы; применить эти прогностические возможности к климату, водным ресурсам и проблемам окружающей среды в холодных регионах. Благодаря МАГС установлено, что сублимация при низовой метели является одной из основных причин "исчезновения поверхностных водохранилищ". Кроме того, участники МАГС дали количественную оценку потерь на испарение в крупных северных озерах, а также расширили знания и усовершенствовали модельное представление процессов стока в северных районах. Вместе с АМЭКС-Сибирь МАГС укрепил связи между ГЭКЭВ и КЛИК.

Крупномасштабный биосферно-атмосферный эксперимент в Амазонии (ЛБА)

Гидрометеорологические аспекты ЛБА направлены на понимание роли тропических лесов и последствий вырубки леса для региональных энергетического и водного балансов. Во время первой фазы полевые эксперименты, моделирование и анализы показали дисбаланс водного цикла в бассейне Амазонки в 44% случаев. В рамках исследований ЛБА получены важные данные, среди которых – определение переноса влаги из Амазонии на юг Бразилии с низкоразовым потоком к востоку от Анд и количественная оценка межгодовой изменчивости бассейна Амазонки как источник/сток двуокиси углерода и влаги на основе оценки сокращения содержания углерода в тропических лесах во время явлений ЭНСО.

Международный проект по спутниковой климатологии поверхности суши (ИСЛСКП)

Первоначальной целью ИСЛСКП было проведение полевых экспериментов, однако позднее проект был посвящен развитию междисциплинарных массивов данных. Полевые эксперименты включали Первый полевой эксперимент ИСЛСКП (ППЭИ) и Исследование взаимодействия атмосферы с арктическими экосистемами (БОРЕАС). Затем в рамках проекта стали создаваться два набора данных для развития междисциплинарных массивов данных о Земле, содержащих переменные, необходимые для моделирования взаимодействия суши и атмосферы. Первые массивы данных наблюдений 1х10, охватившие двухлетний период, широко используются в области исследований и образования. Во время проведения второй инициативы по сбору данных (ИСЛСКП II) созданы массивы данных с пространственным разрешением 1 – 0,5° и 0,25° за 1986 – 1995 гг.

ГЭГГ создала несколько глобальных проектов, объединивших ис-

следования и деятельность всех ЭКМ. Эта деятельность включает Изучение водного и энергетического балансов (ВЭБС) и Проект по применениям в целях освоения водных ресурсов (ВРАП). ГЭГГ также координирует исследования, связанные с ГЭКЭВ, и глобальные проекты, включая Скоординированный период интенсивных наблюдений (СПИН) и проект Международной ассоциации гидрологических наук для бассейнов с отсутствием данных наблюдений, и координирует деятельность глобальных центров данных (включая Глобальный центр климатологии осадков и Глобальный центр данных по стоку) и международных агентств (включая Международное агентство по атомной энергии). Деятельность группы способствует координации и распространению гидрологических данных в международном гидрологическом сообществе.

Группа экспертов ГЭКЭВ по моделированию и прогнозированию (ГЭМП)

ГЭМП вносит свой вклад в глобальное моделирование процессов, регулирующих глобальные энергетический и водный балансы, и показывает значимость прогнозирования изменчивости этого цикла и его реакции на степень климатических изменений, при этом особое внимание уделяется представлению процессов, происходящих в облаках и приземном слое. Цель исследований ГЭМП состоит в том, чтобы показать возможность прогнозирования водных ресурсов и стока в континентальных регионах как элемент сезонной и межгодовой изменчивости климата и продемонстрировать возможность прогнозирования радиационного баланса и радиационных потоков как элемент изменчивости климата в период от десяти до ста лет и реакция на изменения внешних факторов усиления (Chahine, 1997).

Компоненты первой фазы

Основными компонентами первой фазы ГЭМП являются Изучение об-

лачной системы в рамках ГЭКЭВ и Глобальное исследование системы земля–атмосфера, при этом основными субпроектами ГЭМП являются Проект взаимных сравнений схем параметризации процессов поверхности суши и Глобальный проект по изучению влажности почвы. Проводимые ГЭМП исследования устранили неясности в области понимания и воспроизведения ключевых переменных водного цикла путем применения наблюдений первой фазы и результатов параметризации процессов в приземном слое и облаках, полученных в процессе региональных исследований и взаимного сравнения моделей.

В 1999 г. в рамках ГЭКЭВ предпринято исследование атмосферного пограничного слоя, цель которого состоит в том, чтобы понять, каким образом взаимодействие между приземным и пограничным облачным слоями связано с атмосферным пограничным слоем.

Изучение облачной системы в рамках ГЭКЭВ (ГКСС)

В рамках ГКСС проводятся исследования в поддержку разработки новой параметризации облаков на основе физических принципов с использованием моделей облаков различных типов облачной системы для численного прогноза погоды и климатических моделей. К этим типам облачной системы относятся следующие: облака морского пограничного слоя, перистые облака, тропические мощные конвективные облака и полярные облака. В рамках ГКСС исследуются эти типы облаков с помощью комбинированного анализа самых разных моделей – от разрешающих моделей турбулентного вихря до разрешающих моделей облаков и от моделей регионального масштаба до моделей общей циркуляции, которые используются для прогноза погоды и климата наряду с разнообразными наблюдениями *in situ*, приземными наблюдениями и наблюдениями с использованием спутникового дистанционного зондирования.



Средства для проведения этих исследований собраны на связанном комплекте Web-сайтов, причем главным из этих средств является интеграция данных ГКСС для оценки моделей. Эта деятельность направлена не только на усовершенствование параметризации облаков, но и на выполнение новых, более целенаправленных полевых экспериментов, а также на успешное использование комбинированных комплектов наземных и спутниковых датчиков.

Результаты исследований в рамках ГКСС способствуют более полному пониманию влияния трехмерной структуры облаков на радиационные потоки, взаимодействия облаков с морским приземным и атмосферным пограничным слоем, организации и распределения осадков тропических конвективных комплексах, а также характера и эволюции перистых и полярных облаков.

Глобальное исследование системы земля-атмосфера (ГЛАСС)

Цель ГЛАСС состоит в том, чтобы расширить понимание и способность воспроизведения процессов в приземном слое от масштаба небольшого участка Земли до глобального масштаба за счет проведения экспериментов с привлечением нескольких организаций, в которых используются как автономные модели приземного слоя (МПС), так и связанные модели земля-атмосфера в локальном (пункт, участок и водосбор) и крупном (от континентального до глобального) масштабах. С помощью экспериментов, использующих несколько моделей, ГЛАСС подвергает проверке гипотезу, в соответствии с которой были разработаны МПС, и таким образом расширяет знания сообщества в отношении способности этих моделей. Цель ГЛАСС также заключается в том, чтобы использовать более полные знания о физических процессах на поверхности Земли в глобальных моделях, а также определить и понять важные компоненты взаимодействия земли с атмосферой.

Проект взаимных сравнений схем параметризации процессов поверхности суши и Глобальный проект по изучению влажности почвы

Первоначально с помощью Проекта взаимных сравнений схем параметризации процессов поверхности суши (ПИЛПС), а теперь и ГЛАСС, разработка усовершенствованных моделей приземного слоя координируется на уровне процесса. Затем в рамках Глобального проекта по изучению влажности почвы (ГПВП) были проведены взаимные сравнения моделей приземного слоя в глобальном масштабе. ГЛАСС инициировало в сообществе переход к параметризации процессов поверхности суши, связанной с атмосферной моделью и моделями приземного слоя. ПИЛПС и ГЛАСС ускорили разработку МПС благодаря взаимному сравнению моделей и данных для различных климатических условий.

Оценка смоделированных прогнозов влажности почвы и осадков в группах моделей в рамках ГПВП и Глобального эксперимента по изучению связи между сушей и атмосферой расширила знания сообщества относительно значительных предельных возможностей МПС в отношении исследуемых параметров. Например, связанные МПС и модели глобального климата оценивались с точки зрения их чувствительности на влажность почвы и

температуру поверхности океана, которая может оказывать существенное влияние на их способность воспроизводить прогнозируемость климата. В рамках ГЛАСС также был разработан ряд важных стандартов обмена данными об усилении для содействия исследованиям в области моделирования, использующим модели приземного слоя.

ГЭМП способствует распространению знаний о моделях и методах моделирования для практического применения. С этой целью ежегодно организуется объединенное совещание Комиссии ВМО по атмосферным наукам и Рабочей группы по численным экспериментам Объединенного научного комитета.

Группа экспертов ГЭКЭВ по изучению радиации (ГРП)

Усилия ГРП направлены на определение диабатического нагревания атмосферы и поверхности за счет обмена радиационным, явным и скрытым теплом с точностью, достаточной для выявления процессов, влияющих на изменения приземного слоя и атмосферы. В проектах ГРП анализируются долгосрочные глобальные спутниковые наблюдения, подкрепляемые высококачественными долгосрочными измерениями *in situ*, используемыми для выявления причин вынужденных и естественных изменений климата (Rossow et al., 2005). Исследования ГРП способствуют усовершенствованию моделей радиационного переноса, используемых в моделях погоды и климата и в анализе наблюдений с использованием спутникового и наземного дистанционного зондирования.

В рамках проектов ГРП разработана информационная продукция, содержащая глобальные данные за 15–25 лет, которые позволяют дать количественную оценку изменчивости радиационных потоков, облачности, водяного пара, аэрозолей, осадков и турбулентных потоков на поверхности океана. В настоящее время Группа работает над

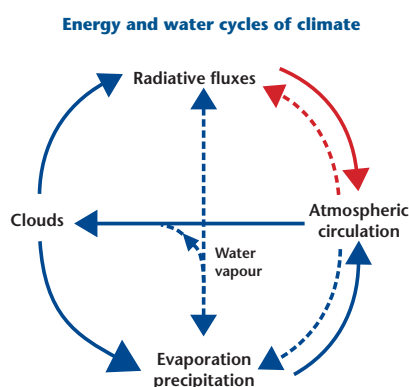


Рисунок 3 – Преобладающие атмосферные связи в глобальном энергетическом и водном балансах

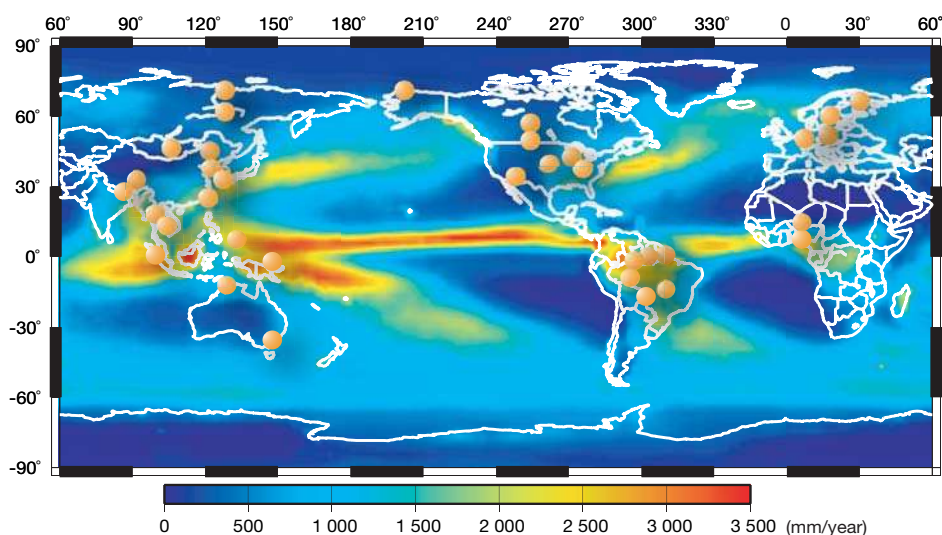


Рисунок 4 – Среднегодовые осадки за 1988–1997 гг.: цель Скоординированного периода интенсивных наблюдений (СПИН) – разработать глобальную сеть опытных гидрометеорологических станций и использовать огромное количество спутниковых данных наблюдения за Землей, имеющихся на сегодняшний день (Источник: Международный проект континентального масштаба ГЭКЭВ)

разработкой более совершенной продукции. Вся эта продукция доступна и используется для изучения последних изменений климата, связанных с извержениями вулканов и циклами ЭНСО, путем определения роли всех взаимодействий, показанных на рис.3. Благодаря реконструкции глобального радиационного баланса за счет проекта "Баланс приземной радиации" с использованием ресурсов ГРП и другой глобальной информационной продукции достигнуто более точное определение роли облаков в разделении планетарного радиационного баланса между атмосферой, океаном, сушей и криосферой.

В рамках [Международного проекта по спутниковой климатологии облаков](#) выполнены взаимная калибровка, анализ и объединение измерений, произведенных международной группой метеорологических спутников. В результате этой работы появилось первое глобальное количественное описание физических свойств облаков с масштабом изменений от суток до 10 лет.

В рамках [Глобального проекта по климатологии осадков](#) впервые вы-

полнена полная глобальная оценка осадков с масштабом изменений от 5 дней до 10 лет с использованием анализа и объединения измерений, произведенных международной группой метеорологических спутников, а также измерений in situ.

В рамках [Глобального проекта по водяному пару](#) проведено экспериментальное исследование, в процессе которого осуществлено объединение измерений водяного пара, произведенных международной группой метеорологических спутников, и зондирования атмосферы in situ с целью получения подробного описания глобального распределения атмосферных профилей водяного пара с масштабом изменений от суток до 10 лет.

В рамках [Глобального проекта по климатологии аэрозолей](#) недавно закончен систематический анализ межгодовых изменений аэрозолей, который в настоящее время объединяется с анализом сопутствующих изменений микрофизических свойств облаков. Кроме того, в рамках проекта по исследованию морских потоков впервые получена обширная компиляция данных изме-

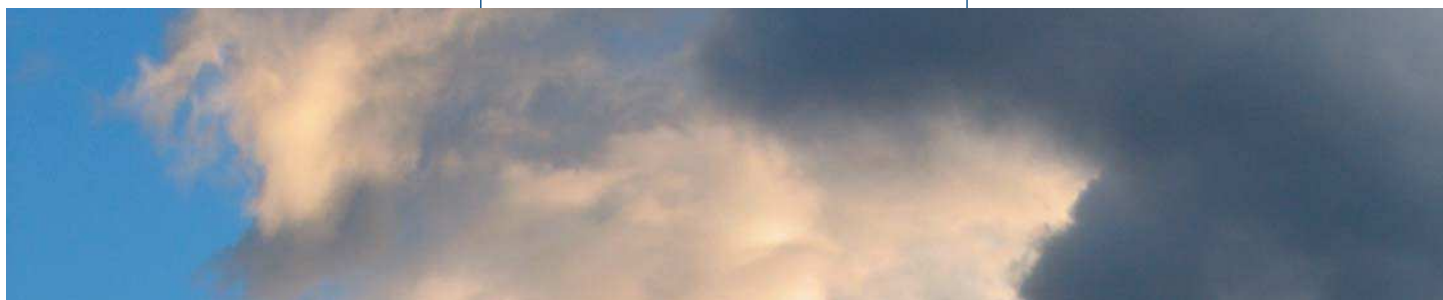
рений in situ потоков на поверхности океана.

Эти усилия позволили расширить глобальную спутниковую продукцию за счет данных о турбулентных потоках тепла, воды и количества движения с масштабом изменений от суток до 10 лет. Глобальные проекты анализа спутниковых наблюдений пользуются поддержкой опорных сетей, созданных ГРП, и центров данных. Например, создание опорной сети для измерения приземной радиации позволило сократить не точность измерений более чем в два раза. Глобальный центр климатологии осадков, связанный с исследованиями осадков, проводимыми ГРП, собрал обширный массив данных и анализа измерений приземных осадков. Обе инициативы являются ключевым элементом Глобальной системы наблюдений за климатом.

В целях подготовки ко второй фазе ГЭКЭВ Группой ГРП создан проект ["Взаимное сравнение радиационных кодов в климатических моделях"](#), призванный содействовать разработке кодов радиационного переноса во всех моделях общей циркуляции атмосферы. Кроме того, создана рабочая группа по разработке координированного подхода к сокращению количества и анализу комбинаций приборов для исследования атмосферы (радары, лидары и содары), используемых всемирной сетью пунктов долгосрочного мониторинга. ГРП также задействована и в других видах деятельности ГЭКЭВ с целью разработки современного и полного анализа энергетических и водных потоков между сушей и атмосферой.

Будущие задачи

Для достижения целей ГЭКЭВ в процессе выполнения второй фазы (см. выделенный текст) будет разрабатываться и применяться широкий диапазон средств моделирования – от глобальных климатических моделей до региональных и мезомасштабных моделей. Будут также оцениваться методы уменьшения



Задачи второй фазы ГЭКЭВ

- Производить массивы совместимых научных данных высокого качества (включая описание погрешностей) об энергетическом балансе и водном цикле Земли, их изменчивости и трендах в масштабе от года до 10 лет с целью их использования в анализе климатической системы и разработке и валидации моделей
- Расширять знания о функционировании процессов, связанных с энергетическим и водным циклами, и дать количественную оценку их роли в климатических обратных связях
- Определить географические и сезонные характеристики прогнозируемости ключевых переменных водного и энергетического циклов на поверхности суши и совместно с широким сообществом ВПИК определить прогнозируемость энергетического и водного циклов на глобальной основе
- Разработать более точные сезонные прогнозы изменчивости водного и энергетического циклов за счет усовершенствованной параметризации гидрометеорологических процессов и обратных связей моделей атмосферной циркуляции
- Сотрудничать с действующими гидрометеорологическими службами и научными гидрологическими программами с целью демонстрации значимости новых возможностей ГЭКЭВ в области прогнозирования, а также важной роли массивов данных и инструментальных средств в оценке последствий глобальных изменений

масштаба, пригодные для более мелких пространственно-временных масштабов, обычно связанных с гидрологическими моделями, которые используются в управлении локальными водными ресурсами.

Еще одним главным элементом второй фазы является Скоординированный период интенсивных наблюдений (СПИН). Первая фаза этого эксперимента (СПИН I) описана Koike (2004 г.). В процессе выполнения СПИН II главное внимание будет сосредоточено на разработке двухлетнего массива данных, содержащих данные *in situ*, спутниковые данные и данные моделирования за 2003–2004 гг. для достижения целей исследования в области прогноза климата и изучения муссонных систем. От имени ВПИК ГЭКЭВ также играет ведущую роль в Комплексных наблюдениях за глобальным круговоротом воды в рамках Партнерства по стратегии комплексных глобальных наблюдений. В связи с этим СПИН был рекомендован в качестве первого элемента нового цикла Комплексных наблюдений за глобальным круговоротом воды. ГЭКЭВ также будет участвовать в Глобальном проекте по водным системам в рамках Партнерства по наукам о системе Земля. Кроме того, научные проекты в процессе второй фазы ГЭКЭВ будут поддерживать новую стратегию ВПИК – Координированное наблюдение и прогнозирование системы Земля. Читатели, желающие следить за развитием ГЭКЭВ и ознакомиться с широким диапазоном имеющихся данных и информационной продукции, могут посетить домашнюю страницу ГЭКЭВ (www.gewex.org).

Благодарности

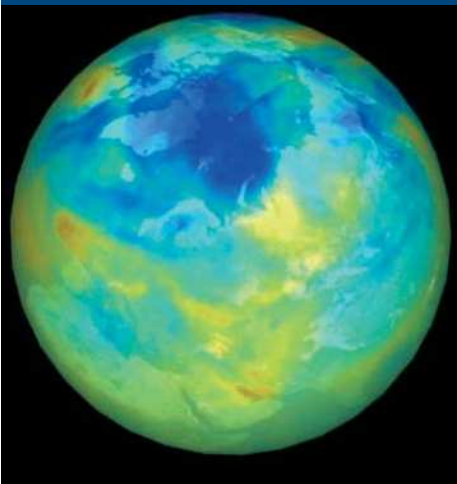
Достигнутые успехи были бы невозможны без предоставления данных и активного участия Национального управления по авиации и исследованию космического пространства (США), Национального управления по исследованию океанов и атмосферы (США), Японского агентства

по космическим исследованиям, Немецкой ассоциации по природным ресурсам, Европейского космического агентства, Европейской организации по использованию метеорологических спутников, Европейской комиссии, Метеорологической службы Канады и Канадского совета по исследованиям в области естественных наук и техники. Ряд других национальных и международных агентств и программ также предоставили проекту данные и инфраструктуру. Кроме того, авторы выражают благодарность Бишеру Иمامу, Доне Эрлих и Каролине Серей за помощь в подготовке рисунков и окончательного варианта текста этой статьи.

Список литературы:

- CHAHINE, M.J., 1997: Gewex strategies and goals are affirmed by the Joint Science Committee, *GEWEX Newsletter*, 7 (3), p.2.
- KOIKE, T., 2004: The Coordinated Enhanced Observing Period – an initial step for integrated global water cycle observation. *WMO Bulletin* 53 (2).
- LAWFORD, R.G., R. STEWART, J. ROADS, H.-J. ISEMER, M. MANTON, J. MARENCO, T. YASUNARI, S. BENEDICT, T. KOIKE and S. WILLIAMS, 2004: Advancing global and continental scale hydrometeorology: Contributions of the GEWEX Hydrometeorology Panel, *Bulletin of the American Meteorological Society*, 85 (12).
- ROSSOW, W.B., B.E. CARLSON, P.W. STACKHOUSE, B.A. WIELICKI and Y.-C. ZHANG, 2005: Implications and opportunities suggested by long-term changes of radiative fluxes at the surface and top of the atmosphere. (Submitted to the *Bulletin of the American Meteorological Society* in October 2004).

От озонной дыры до прогноза изменений климата, связанных с химическими процессами в атмосфере



Н. Мак Фарлейн (Бюро
Международного проекта СПАРК),
А. Равишанкара (Лаборатория НУОА
по аэронауке, Боулдер, США),
А. О'Нейл (Рэдингский университет,
Великобритания)

**Проект "Стратосферные процессы
и их роль в климате" (СПАРК) –
краткий экскурс в историю**

Проект СПАРК существовал в течение нескольких лет при поддержке сообщества ученых. Основные цели, ради которых возник этот проект, были признаны главными международными научными организациями.

Ряд ученых приняли участие в длительном процессе, в результате чего СПАРК признали в качестве проекта Всемирной программы исследований климата (ВПИК). Основной вклад в успех этих усилий внесли М. Геллер и М.-Л. Чанин, первые сопредседатели Проекта СПАРК.

Хотя проблема истощения озона в стратосфере вызывала научный интерес в течение более чем 10 лет, открытие Антарктической озонной дыры в 1985 г. явилось огромным стимулом для исследований в этой области. Понимание химии и динамики озонной дыры и стратосферного озона в целом признано важной научной проблемой, которая также вызывает тревогу с точки зрения здоровья человека. В своей речи на банкете по случаю вручения Нобелевской премии по химии (см. Бюллетень СПАРК № 6 на Web-сайте СПАРК <http://www.atmosp.physics.utoronto.ca/SPARC>) профессор Ф. Шервуд Роулэнд подчеркнул, что подписание Монреальского протокола в 1989 г. свидетельствует о признании важности осуществления мониторинга и контроля газообразных эмиссий, поступающих в атмосферу. В результате появилось много важных национальных программ.

Хотя вначале считалось, что проблема истощения стратосферного озона стоит несколько особняком от проблем изменения климата, постепенно становилось все более очевидно, что будущая эволюция озонового слоя и его возможное восстановление являются частью общей истории изменения климата, связанной с повышением концентраций радиационно и химически активных веществ в атмосфере в результате человеческой деятельности. Важная роль таких веществ в химии озона в составе Антарктического стратосферного полярного



SPARC Office, Toronto, Ontario, Canada
E-mail: sparc@atmosp.physics.utoronto.ca
Web: <http://www.atmosp.physics.utoronto.ca/SPARC/>

вихря, которые обнаружены на большом расстоянии от своего источника, свидетельствует о значении переноса и обмена между тропосферой и стратосферой во временном масштабе от нескольких недель до нескольких лет. Однако становилось очевидным, что эта динамическая связь может оказывать влияние и на тропосферу. Кроме того, тот факт, что сигнал климатических изменений чувствителен к составу и структуре области верхняя тропосфера – нижняя стратосфера, подчеркнул необходимость в создании программы исследований, направленных на понимание роли стратосферы в климатической

***В настоящее время известно, что озон претерпевает трансформацию под действием долгоживущих химикатов естественного и антропогенного происхождения, поступающих с поверхности Земли, и уменьшение его концентрации может оказать сильное вредное влияние на человека и биосферу.
(Ф. Шервуд Роулэнд, лауреат Нобелевской премии по химии, 1995 г.)***

Основные аспекты раннего этапа Программы СПАРК

Стратосферные показатели изменения климата

Цель: обнаружить тренды в составляющих стратосферы, физических свойствах и процессах, уделяя особое внимание следующим вопросам:

- Обнаружение температурных трендов в стратосфере
- Обнаружение трендов в вертикальном распределении озона
- Компиляция климатологии водяного пара и выявление долгосрочных изменений
- Климатология и тренды стратосферного аэрозоля

Стратосферные процессы и их связь с климатом

Эта инициатива касается ключевых физических, химических и динамических процессов, имеющих важное значение для понимания и моделирования роли стратосферы в климатической системе. Эти процессы рассматриваются в рамках следующих тем:

- Обмен между стратосферой и тропосферой; динамические процессы и перенос в нижней стратосфере и верхней тропосфере
- Квазидвухлетнее колебание и его возможная роль во взаимодействии стратосферы и тропосферы
- Процессы, вызванные гравитационными волнами, и их параметризация
- Химия и микрофизика нижней стратосферы и верхней тропосферы

Моделирование стратосферных процессов и трендов и их влияние на климат

В рамках этой инициативы главное внимание уделяется крупномасштабному моделированию и сравнению моделей с наблюдениями. Эта инициатива включает два следующих компонента, которые дают основные результаты: проект ГРИПС (Проект взаимосравнения выходных данных МОЦ и данных наблюдений для СПАРК) и проект по компиляции стратосферных климатологических данных.

системе. Было также очевидно, что для успешного выполнения этой программы необходимо объединить широкий диапазон дисциплин и знаний и полностью признать ключевую роль химии атмосферы в изменении климата. К началу 90-х годов прошлого века этот факт получил полное признание в Международном проекте по изучению химии глобальной атмосферы (ИГАК) Международной программы гео-сфера – биосфера (МПГБ). Однако проблемы, затрагиваемые ИГАК, касаются исключительно тропосфе-

ры и не включают комплекс взаимодействий химии, радиации и динамики, который характеризует область тропопаузы и стратосферу.

Две основные организации проложили путь к признанию роли стратосферы в климате. Специальный комитет по физике солнечно-земных связей (СКОСТЕП) включил в свою программу тему "Реакция средней атмосферы сверху и снизу". Рабочая группа экспертов по этим вопросам под руководством М. Геллера и М.-Л. Чанина оказала большое влия-

ние на научное содержание СПАРК. Она инициировала тему "Влияние солнечной изменчивости на окружающую среду", которой руководил К. Лабицке. Затем этой темой стал заниматься СПАРК, и она оставалась предметом обоюдного интереса СКОСТЕП и СПАРК.

В этот же период обсуждалась роль Международного союза геодезии и геофизики (МСГГ) в МПГБ. Будучи членом первого НРК МПГБ, М.-Л. Чанин поставил задачу включить стратосферу в программу МПГБ. Хотя эти усилия не достигли намеченной цели, в конце концов, благодаря им, проект СПАРК стал частью ВПИК в марте 1992 г.

Первое основное совещание по проекту СПАРК состоялось в сентябре 1992 г. в Каркеране (Франция). В совещании, организованном М.-Л. Чаниным, приняла участие группа докладчиков, сыгравших главную роль в определении приоритетов СПАРК (Initial Review of Objectives and Scientific Issues, 1993/Первичный обзор задач и научных проблем, 1993 г.)

Достижения

Проект СПАРК сыграл важную роль, подчеркнув значение стратосферных процессов в климатической системе. Достигнутые успехи во многом обязаны использованному подходу, который, во-первых, должен был реагировать на потребность в научном вкладе в международные научные оценки, во-вторых, выявить проекты, в которых координация на международном уровне может иметь значение, и в-третьих, иметь четкую документацию по каждому проекту, например научные обзоры с кратким изложением уровня знаний на текущий момент, которые стимулируют новые направления научных исследований.

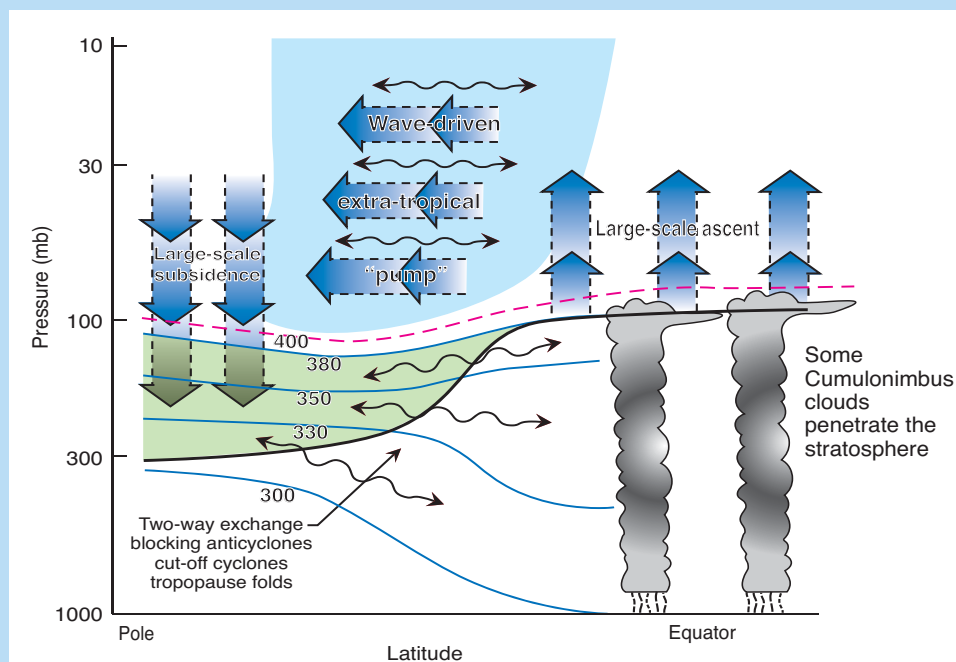


Рисунок 1 – "Диаграмма Холтона" с изображением процессов, вовлеченных в обмен между стратосферой и тропосферой

Рисунок 1, взятый из широко цитируемой статьи Холтона и др. (1995 г.), является уточненным вариантом предыдущего рисунка из отчета П. Хейнеса о семинаре современных исследований НАТО, касающихся обмена между стратосферой и тропосферой (Кембридж, 6–9 сентября 1993 г.), опубликованного в Бюллетене СПАРК № 2. На этом рисунке тропопауза отмечена жирной линией. Тонкими линиями обозначены адиабатические поверхности или поверхности постоянных потенциальных температур (в градусах Кельвина). Сильно затемненная область соответствует самому низкому уровню стратосферы, на котором адиабатические поверхности сближаются с тропопазой и за счет свертывания тропопазы происходит адиабатический обмен. В области 380 K изэнтропы полностью находятся в стратосфере. Слабое затемнение в этой области обозначает волновое воздействие (вне тропической "накачка"). Двухконечные волнистые стрелки обозначают меридиональный перенос за счет турбулентных движений, включающих тропические ложбины в верхней тропосфере и их отсеченные циклоны, а также их копии на средних широтах, включая впадины. Показаны не все случаи турбулентного переноса, а волнистые стрелки не подразумевают двустороннюю симметрию. Широкие стрелки обозначают перенос за счет циркуляции глобального масштаба, который вызван вне тропической накачкой. Эта циркуляция глобального масштаба играет важную роль в обмене между вышележащими адиабатическими поверхностями (такими как поверхность ~380 K).

Ранний этап программы СПАРК

На раннем этапе программы СПАРК рассматривались три основных аспекта: стратосферные показатели изменения климата; стратосферные процессы и их связь с климатом; моделирование стратосферных процессов и трендов и их влияние на климат (см. текст в рамке).

Ограниченные рамки данной статьи не позволяют подробно обсудить все аспекты, но по каждому из них достигнуты заметные результаты и стоит обратить внимание на те аспекты, которые оказали большое

влияние на идеи и исследования в области стратосферных процессов.

На известной диаграмме Холтона (рис.1) воплощены многие идеи, инспирировавшие деятельность по проекту СПАРК и сопутствующие исследования за последнее десятилетие. На ней схематично изображено, как распространение широкого спектра волн вверх и их диссипация влияют на динамическое взаимодействие стратосферы и тропосферы. Квазидвухлетнее колебание и основные характеристики процессов средней меридиональной циркуляции, переноса и обмена в стра-

тосфере и верхней тропосфере тесно связаны с распространением вверх и последующей диссипацией волн. Внутренние гравитационные волны, которые обычно не поддаются описанию крупномасштабными численными моделями, являются важным компонентом волнового поля. В настоящее время параметризация эффектов диссипации гравитационных волн признана важной составляющей успешного моделирования крупномасштабной циркуляции стратосферы.

Эта сложная задача послужила толчком для инициативы СПАРК

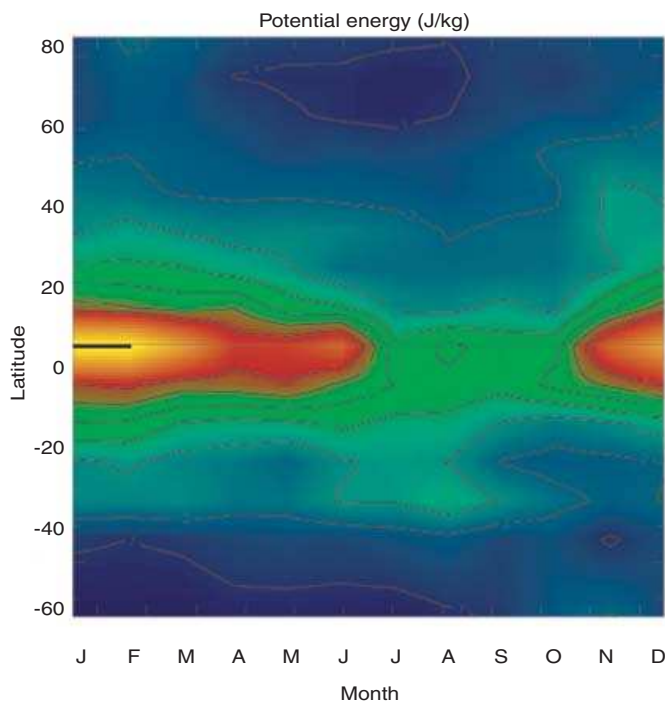


Рисунок 2 – Характеристики климатологии гравитационных волн в нижней стратосфере

"Процессы гравитационных волн и их параметризация" (ГВПП). В рамках этой инициативы проводится важная работа. Эта работа включает полевые кампании (такие как кампания DAWEX, Hamilton, 2003), семинары (например, Конференция по процессам гравитационных волн и их параметризации в Чапмене, Hamilton, 2004), а также сбор и анализ радиозондовых данных высокого разрешения метеорологических служб ряда стран. Вся эта деятельность осуществляется под эгидой ВМО. Анализ этих данных позволил дать характеристику основных черт климатологии гравитационных волн в нижней стратосфере. На рисунке 2 показана меридиональная и сезонная зависимость потенциальной энергии, связанной с гравитационными волнами в нижней стратосфере. Эта зависимость определена по данным высокого разрешения, собранным и проанализированным учеными в рамках инициативы ГВПП СПАРК. Контур-

ные обозначения даны в Дж/кг.

Основные данные относительно температурных трендов показаны на рис.3. На первом графике (рис.3(a)) показаны зональные средние изменения температуры за 10 лет на трех уровнях нижней стратосферы, а на рис.3 (б) показаны вертикальный профиль и неопределенность (пунктиром обозначены два диапазона средне-квадратичного отклонения) на средних широтах в северном полушарии. Этот рисунок взят

из статьи "Stratospheric temperature trends: observations and model simulations" (Ramaswamy et al., 2001). Как результат сотрудничества в рамках СПАРК эта статья получила Международную премию Норбьера Жербье-МУММ в 2003 г.

Увеличение похолодания с высотой, показанное на рисунке, согласуется с модельными расчетами. Это позволяет предположить, что изменение концентраций активных в радиационном отношении газовых микропримесей играет важную роль в наблюдаемом похолодании.

Помимо зафиксированных изменений хорошо перемешанных газов (CO_2 , CH_4 , N_2O и хлорфторуглеродов), истощение стратосферного озона и повышение содержания водяного пара также являются факторами влияния. Глобально осредненные изменения температуры, наблюдаемые в нижней стратосфере за последние 20 лет, присутствуют

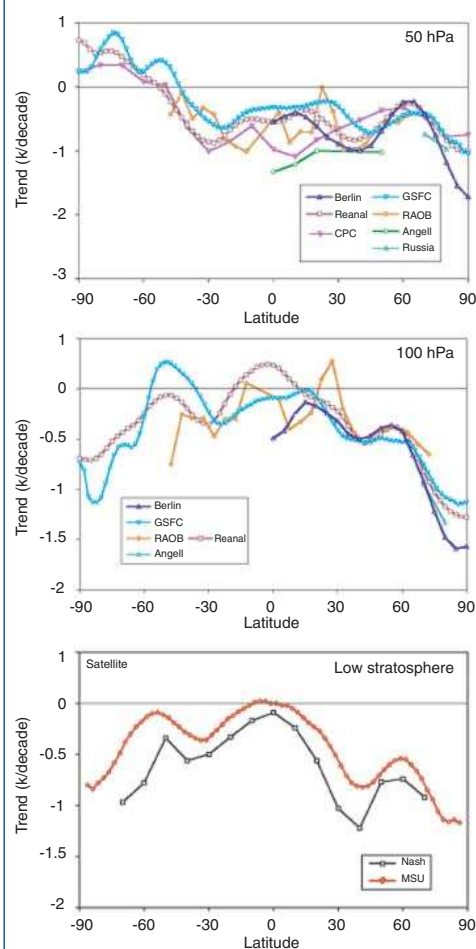


Рисунок 3(a) – Годовые и зональные температурные тренды, осредненные за 10 лет, 1974–1994 гг.

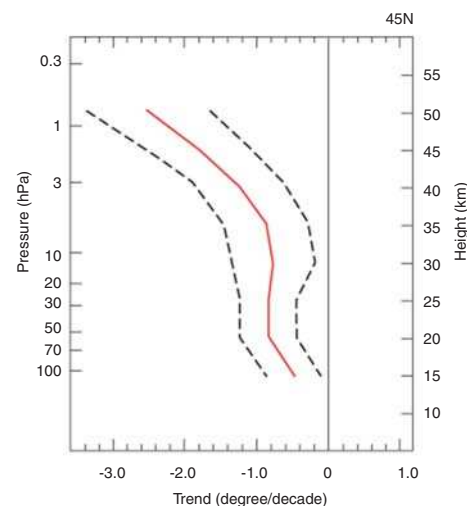


Рисунок 3(б) – Средний вертикальный профиль и неопределенность температурного тренда за 1979–1994 гг.

в разных массивах данных наблюдений наряду с соответствующим изменением содержания озона в вертикальном профиле атмосферы.

Вертикальное распределение озонного тренда показано на рис.4, взятом из отчета "Оценка трендов в вертикальном распределении озона, выполненная СПАРК-МОК" (SPARC Report No.1). Изображенные на рисунке тренды рассчитаны на основе трендов, полученных в ходе эксперимента СЕЙДЖ I-II и с использованием озонных зондов, радиометра SBUV и инверсионных измерений. Комбинированные неопределенности показаны в виде 1σ (тонкие сплошные линии) и 2σ (пунктирные линии). Комбинированные тренды и неопределенности простираются до 10 км (точечный пунктир), однако к результатам, полученным ниже 15 км, следует относиться с осторожностью.

Увеличение тренда водяного пара показано на рис.5 (SPARC Report No. 2) в виде коэффициента линейного изменения отношения смеси водяного пара. На рисунке отмечены используемые приборы, широты и исправленное время (горизонтальными штрихами обозначена величина ошибки коэффициента, $\pm \sigma$). Части (а) и (б) идентичны, за

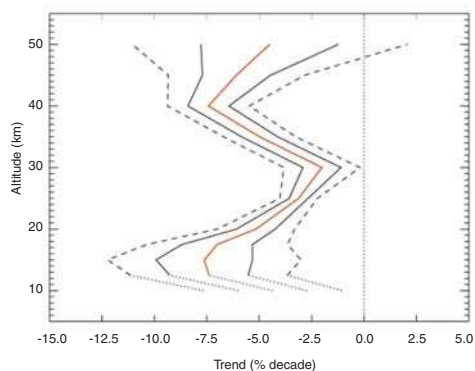


Рисунок 4 – Средние тренды и значения неопределенности в вертикальном распределении озона на северных средних широтах за 1980–1996 гг.

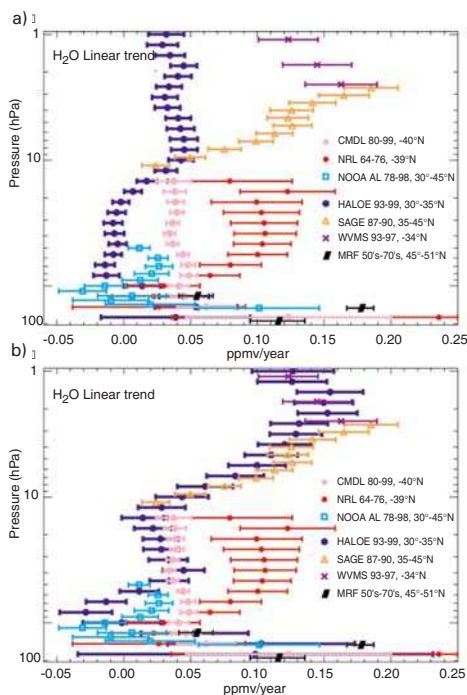


Рисунок 5 – Коэффициент линейного изменения отношения смеси водяного пара

исключением используемого временного периода HALOE. На рис.5 (а) показано линейное изменение HALOE, рассчитанное за 1993–1999 гг., а на рис.5 (б) показано его изменение за 1993–1997 гг. Этот тренд водяного пара имеет важные радиационные последствия и может вызывать потепление в стратосфере и приземном слое.

Механизм дегидратации Бруера-Добсона, конденсации и замерзания, связанный с низкими температурами в тропической верхней тропосфере и нижней стратосфере (ВТ/НС) считается наиболее важным при контроле концентраций водяного пара в нижней стратосфере. Этот механизм четко выражен в сезонном изменении водяного пара в тропической нижней стратосфере, которое получено путем подгонки измерений HALOE к сезонному циклу (рис.6).

На фоне понижения температурного тренда в нижней стратосфере

повышение тренда водяного пара выглядит парадоксальным. Однако измерения водяного пара содержат существенные неопределенности (особенно в районах, где его количество низко), поэтому и тренд является достаточно неопределенным. Происходящее в приземном слое окисление метана, который переносится в стратосферу, является одним из главных источников водяного пара в стратосфере. Наблюдаемое повышение содержания метана в тропосфере за последние несколько десятилетий может повлиять на тренд стратосферного водяного пара. Однако его содержание недостаточно для объяснения этого тренда.

В рамках СПАРК большое внимание уделяется процессам, связанным с взаимодействием стратосферы и тропосферы. Для решения ключевых научных проблем этот проект объединил специалистов в области динамики и атмосферного радиационного переноса, химиков и микрофизиков. Неопределенность, касающаяся тренда водяного пара и определяющего его механизма, является одним из важных вопросов, связанных с пониманием ключевых процессов, происходящих в области ВТ/НС. Это – область, в которой важное значение имеет взаимодействие между химическими, микрофизическими и динамическими процессами. Вследствие долгопериодных радиационных и химических взаимодействий в этом регионе он играет чрезвычайно важную роль в понимании климатической изменчивости.

Моделирование химических и микрофизических процессов чрезвычайно важно для успешного прогнозирования климата. Модели обеспечивают переход от высокого содержания озона к низкому содержанию водяного пара в средней стратосфере и от низкого содержания озо-

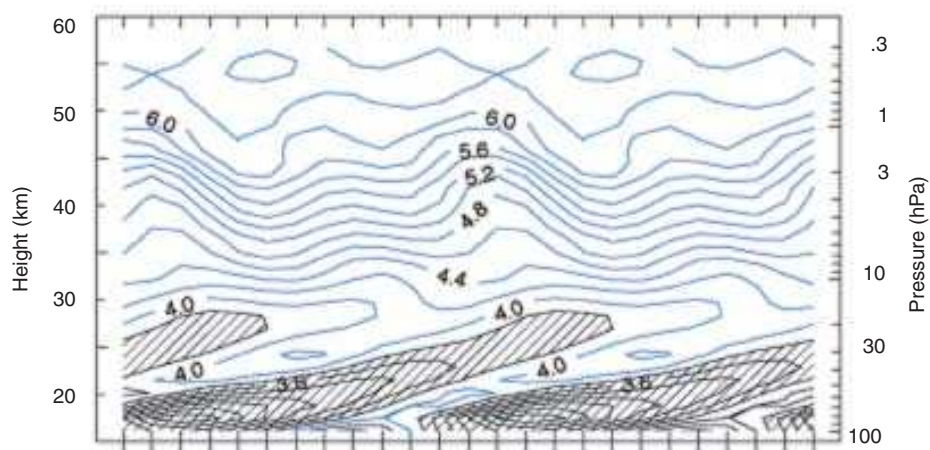


Рисунок 6 – Сезонное изменение отношения смеси водяного пара над экватором

на к высокому содержанию водяного пара в тропосфере. Процессы переноса играют чрезвычайно важную роль в определении структуры этой области и ключевую роль в определении относительного содержания озона в тропосфере. Эти процессы также имеют важное значение для формирования и продолжительности существования облаков и для гетерогенных многофазных химических реакций. Вследствие сложности и разнообразия химических, физических и динамических процессов в области ВТ/НС она представляет интерес как для СПАРК, так и для ИГАК.

Поэтому в конце 90-х годов прошлого века СПАРК и ИГАК в качестве первого шага предприняли совместные действия по получению лабораторных данных о фундаментальных химических процессах, представляющих интерес для двух проектов. Было проведено много успешных семинаров, на которых химики встречались со специалистами в области полевых измерений и моделирования. По результатам этих семинаров появились две обзорные статьи: одна из них связана с квантовым выходом $O(1D)$ в фотолизе озона (Matsumi et al., 2002), а другая – с атмосферной химией малых

пероксирадикалов (Tyndal et al., 2001). Это сотрудничество явилось предвестником совместной работы СПАРК–ИГАК по исследованию взаимодействий химии атмосферы и климата (см. раздел "Направления будущей деятельности").

Комплексные глобальные климатические модели (ГКМ) относятся к наиболее важным средствам для понимания роли стратосферы в климатической системе и прогнозировании климатических изменений. За последние 20 лет благодаря быстрому развитию компьютерных технологий и знаний в области моделирования был разработан ряд

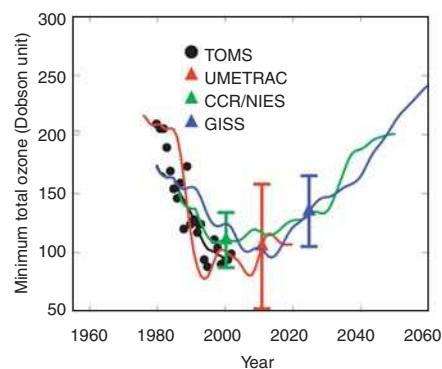


Рисунок 7 – Общее содержание антарктического озона по данным наблюдений, моделирования и прогнозирования

таких моделей; некоторые из них способны дать реалистическое описание средней атмосферы.

Проект ГРИПС стал главным в сотрудничестве в области разработки и оценки моделей. Диапазон задач проекта – от базового сравнения моделей до изучения механизмов. На ежегодных семинарах сообщалось о достигнутых успехах официальных проектов и новых результатах, полученных в процессе разработки моделей. Главные результаты сотрудничества в рамках ГРИПС опубликованы в журналах; к ним относятся результаты сравнения моделирования основных наблюдаемых атмосферных переменных, которые получены во многих крупных центрах по моделированию (Pawson et al., 2000), и материалы о других важных аспектах моделирования, таких как спектр кинетической энергии (Koshyk et al., 1999) и изменчивость осадков и активности тропического волнения (Horinouchi et al., 2003).

На рисунке 7 показаны прогнозы изменения антарктического озона до 2060 г. с помощью модели взаимодействия химии атмосферы и климата (Austin et al., 2003). Хотя модели получены при одних и тех же изменениях наложенного воздействия, они существенно отличаются как по временной эволюции, так и по межгодовой изменчивости, и причины этих различий непонятны. Объяснение причин такой чувствительности моделей (особенно моделей взаимодействия химии атмосферы и климата) является важным шагом на пути к прогнозированию будущих стратосферных изменений. Это служит примером взаимного сравнения результатов моделирования текущего климата и его изменения, что чрезвычайно важно для понимания и повышения способности моделей прогнозировать климат в будущем.

Сравнение результатов моделирования с наблюдениями в значительной мере облегчается за счет наличия опорных климатологических данных, содержащих наблюденные средние значения и изменчивость основных атмосферных переменных, которые прогнозируются с помощью моделей. Группа СПАРК по опорным климатологическим данным была создана для пополнения и оценки существующих климатологических данных о средней атмосфере (стратосфере и мезосфере) для целей ГРИПС и других проектов СПАРК. В результате был опубликован Отчет №3 СПАРК (декабрь 2002 г.), в котором дано исчерпывающее сравнение климатологических данных о средней атмосфере.

Для успешного сотрудничества ученых важно своевременно обмениваться данными. Центр данных СПАРК (<http://www.sparc.sunysb.edu/>) был создан в 1999 г. для поддержки сотрудничества и исследований. С момента его создания количество и разнообразие массивов данных в его архивах, а также доступных в оперативном режиме, стремительно возросло. К ним относятся основные опорные данные, используемые в проектах СПАРК по оценке, таких как Оценка водяного пара (WAVAS), а также данные высокого разрешения о ветре и температуре, полученные радиозондами в отдельные годы.

Один из характерных признаков СПАРК – предвосхищение потребностей международных проектов по оценке, таких как проект ВМО по оценке озона и оценки Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Это достигается за счет своевременного проведения семинаров, разработки ключевых вопросов до выполнения оценок (обзорные статьи и совместные про-

екты) и обеспечения экспертных оценок (участие ученых СПАРК в качестве соавторов, ведущих авторов и рецензентов). Предполагается, что эта услуга будет предоставляться и в будущем.

Направления будущей деятельности

Развитие исследований и знаний в области стратосферных процессов в последнее десятилетие, в значительной степени благодаря сотрудничеству в рамках СПАРК, привлекло внимание к ряду вопросов, которые необходимо решить в процессе совместной деятельности в ближайшем будущем. В связи с этим разработаны новые темы и перспективы проекта СПАРК, которые получили поддержку ВПИК. Для поддержания научной базы этих тем СПАРК необходимо сотрудничество с другими международными проектами. В связи с этим ВПИК признала главенствующую роль СПАРК в решении ряда конкретных задач, а именно: (а) возглавлять сотрудничество в области взаимодействия химии атмосферы и климата с проектом ИГАК; (б) большое внимание уделять вопросам, возникшим в процессе последних исследований Арктического колебания (АК); (в) поддерживать связь со СКОСТЕП в области исследования температурных трендов и воздействия на них солнечной радиации; (г) сотрудничать с проектом Глобальной службы атмосферы ВМО (ГСА) в области изучения проникновения УФ-радиации; (д) вносить свой вклад в международное планирование и планирование конкретных задач. Этот перечень не охватывает все возможные области сотрудничества. Например, для изучения долгосрочной изменчивости климата и его

предсказуемости важно укреплять связи с проектом КЛИВАР ВПИК.

Недавно в рамках СПАРК была организована деятельность по трем взаимосвязанным темам с целью консолидации вклада СПАРК в прогноз климата и укрепления связей с другими проектами ВПИК. В рамках этих тем намечено определить главные задачи деятельности СПАРК, по крайней мере, на ближайшее будущее.

Обнаружение, объяснение и прогноз стратосферных изменений

- Каковы последние изменения и колебания в стратосфере?
- Насколько хорошо можно объяснить последние изменения с точки зрения естественных и антропогенных воздействий?
- Каковы наши прогнозы относительно будущего развития стратосферы и насколько им можно доверять?

Эта тема является продолжением, синтезом и расширением предыдущих тем СПАРК, связанных с долгосрочной изменчивостью и трендами параметров стратосферы. В будущей работе больше внимания будет уделено объяснению и прогнозу. Для этого необходима согласованная программа совместных исследований с использованием связанных моделей взаимодействия химии атмосферы и климата.

Для обнаружения и объяснения долгосрочных изменений необходимо определить величину естественной изменчивости основных переменных в ключевых областях. Во многих случаях имеющийся ряд наблюдений недостаточно велик, чтобы оценить диапазон естественной изменчивости. Например, впервые зарегистрированное



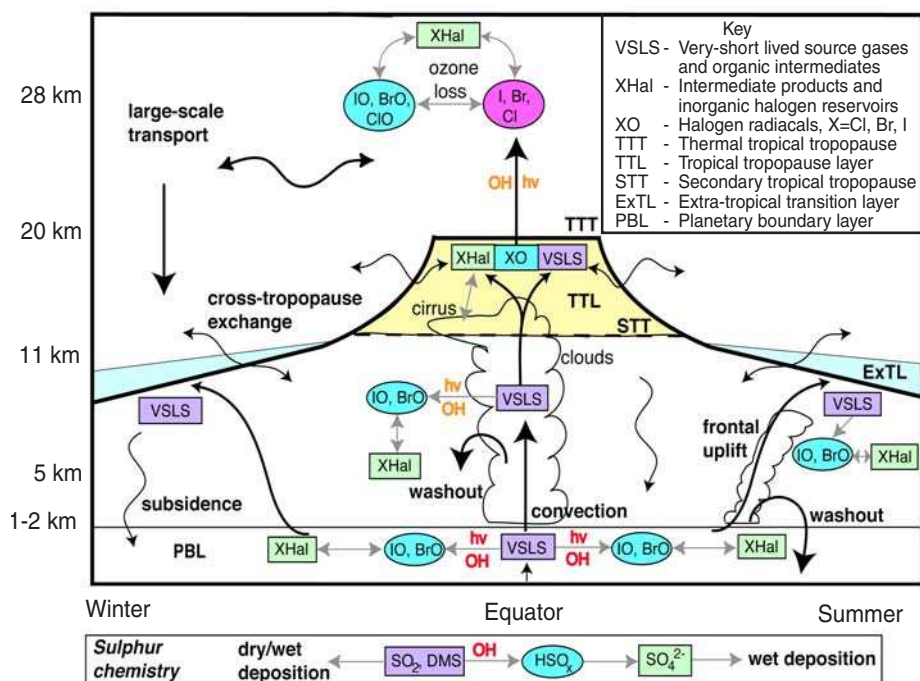


Рисунок 8 – Химические процессы и процессы переноса, влияющие на короткоживущие исходные газы и промежуточные органические соединения

значительное зимнее потепление, произошедшее в стратосфере Антарктики в 2002 г. (ВМО, 2002 г.), резко изменило тренд к более холодному и продолжительному полярному вихрю, который фигурирует в наблюдениях за предыдущие 20 лет (Baldwin et al., 2003). В противоположность этому зимние потепления в стратосфере Арктики наблюдаются довольно часто. То, что это редкое явление впервые наблюдалось в Антарктике, подчеркивает трудность оценки всего диапазона естественной изменчивости только на основе данных наблюдений.

Отмечена возможность оценить вероятность таких редких явлений с помощью ансамблевых прогнозов при использовании глобальных климатических моделей (Taguchi and Yoden, 2002). Чтобы добиться доверия к прогнозам и объяснениям, потребуются статистически значимые результаты, полученные на основе крупных ансамблей интег-

раций с численными моделями (или других подходов, которые могут быть статистически эквивалентными). Опыт, накопленный в ходе выполнения ГРИПС, служит основой для будущей роли СПАРК в координировании экспериментов различными группами с целью упрощения сравнения результатов.

Химия стратосферы и климат

- Как развивается стратосферный озон и другие компоненты?
- Каким образом изменения состава стратосферы повлияют на климат?
- Каковы связи между изменениями стратосферного озона, УФ-радиации и химии тропосферы?

В последнем отчете МГЭИК об оценке отмечается недостаток знаний относительно взаимодействия и обратных связей между химией атмосферы, биосферой и климатом и в связи с этим – неспособность

адекватно представить соответствующие процессы в климатических прогностических моделях. Все это в значительной мере сдерживает научные исследования. Необходимо принять междисциплинарный подход, включающий лабораторные измерения, полевые эксперименты и численное моделирование. Работа по этой теме приведет к тесному сотрудничеству между проектами СПАРК и ИГАК. Как отмечено выше, некоторые важные научные задачи, которые необходимо решить, относятся к области ВТ/НС.

Для точного прогнозирования климата в будущем и оценки влияния его изменения на колебания земной системы необходимо четкое понимание процессов, связывающих эмиссии (источник, предшественники) с распространенностью, и процессов, связывающих распространенность с климатическими воздействиями. Изучение процессов, вовлеченных в химию и динамику слоя тропической тропопаузы, – пример направления деятельности в рамках этой темы. Некоторые аспекты этого направления деятельности схематично изображены на рис.8 (Cox and Haynes, 2003; from Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002, WMO Global Ozone Research and Monitoring Report No. 47).

Взаимодействие стратосферы и тропосферы

- Какова роль динамического и радиационного взаимодействия со стратосферой при прогнозировании погоды в тропосфере с расширенным сроком действия и определении долгосрочных трендов в климате тропосферы?
- Каковы механизмы действия стратосферы и тропосферы как связанной системы?

Сильным аргументом в пользу разработки этой темы является тот

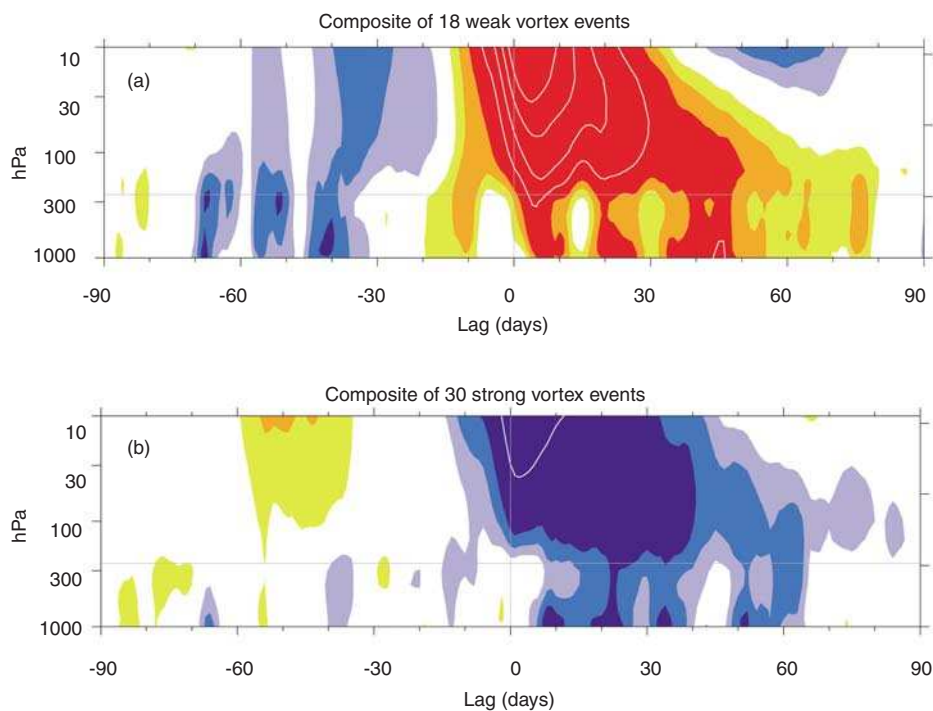


Рисунок 9 – Нисходящее распространение аномалий из стратосферы в тропосферу

факт, что согласно последним наблюдениям, так называемое, Арктическое колебание (или Северное кольцевое колебание (СКК), эквивалентом которого является Южное кольцевое колебание) является доминирующим компонентом крупномасштабной изменчивости атмосферы. Полученные данные о том, что аномалии индекса Арктического колебания иногда могут затрагивать систему стратосфера–тропосфера, снова сделали актуальным издавна существующий вопрос взаимодействия стратосферы и тропосферы. В частности, наблюдаемое иногда нисходящее распространение аномалий из стратосферы в тропосферу (что подкреплено статистическим анализом данных) свидетельствует о том, что знание о состоянии стратосферы поможет расширить наши возможности прогнозировать аспекты крупномасштабной эволюции тропосферы и может иметь практи-

ческое значение для прогноза погоды и климата.

Как показано на рис.9, изменения тропосферной циркуляции до приземного слоя могут быть связаны с ослаблением (красный цвет) или усилением (синий цвет) стратосферного вихря. На диаграммах показан состав индекса СКК: (а) 18 случаев слабого вихря и (б) 30 случаев сильного вихря (Baldwin and Dunkerton, 2001). Ключевой вопрос, требующий проведения численных экспериментов, состоит в том, чтобы определить, влияет ли состояние стратосферы на эволюцию тропосферы (и если влияет, то за счет каких механизмов и в каких временных масштабах).

Для решения научных вопросов в рамках новых тем СПАРК необходима дополнительная работа, такая как разработка моделей, исследования процессов, а также анализ и ар-

хивация данных. Во многих случаях для более эффективного выполнения этой работы потребуются создание (возможно, на временной основе) целевых рабочих групп; некоторые из них возникнут на основе текущей деятельности в рамках СПАРК.

Примером такой дополнительной работы служит сравнение моделей химия атмосферы–климат путем их валидации и анализа применительно к конкретному процессу. Важным аспектом нескольких семинаров ГРИПС явилось обсуждение достижений в области связанных моделей химия атмосферы – климат, хотя официальная оценка не проводилась. Расширяется состав химических компонентов в климатических моделях, и в настоящее время широкое признание получил тот факт, что взаимное сравнение и оценка характеристик этих компонентов имеют важное значение для более полного понимания химических компонентов и лежащих в их основе глобальных климатических моделей и в конечном счете для более точного представления этих процессов в глобальных климатических моделях.

Достижение этой цели, а также обеспечение более полезной научной информации для предстоящих оценок, явилось причиной включения этого вида деятельности в тему программы СПАРК. Концепции этой новой деятельности были разработаны на семинаре в Грайнау (Германия) в ноябре 2003 г.

Кроме того, целевые рабочие группы потребуются для решения разнообразных вопросов, связанных с дополнительными атмосферными процессами в рамках основных научных тем. Один из этих вопросов – существующая неопределенность и недостаточное понимание процессов, влияющих на перенос

водяного пара из тропосферы в стратосферу. Решение этого вопроса необходимо для объяснения явной долгосрочной изменчивости концентраций водяного пара. СПАРК внесет свой вклад в устранение этих неопределенностей, проводя научные оценки, по результатам которых будут издаваться научные обзорные статьи, а также поддерживая и участвуя в наблюдениях и связанном с ними численном моделировании. На Третьей генеральной ассамблее СПАРК (Виктория, Канада, август 2004 г.) основное внимание уделялось новым темам и результатам, полученным в ряде ключевых областей, которые и впредь будут привлекать всеобщее внимание со стороны сообщества СПАРК. (Отчет о Третьей генеральной ассамблее включен в Бюллетень СПАРК № 24, а подробные резюме на основе ключевых презентаций, представленных на Ассамблее, будут опубликованы в последующих номерах Бюллетеня). На Генеральной ассамблее было подчеркнуто, что, несмотря на значительное обогащение наших знаний, касающихся роли стратосферы в климатической системе, важные аспекты остаются непонятными, особенно в области взаимодействия химии атмосферы и климата. Решение этих проблем требует совместных исследований, которые проводятся в рамках текущих проектов ВПИК.

Литература

- AUSTIN, J. D., SHINDELL, C., BRUHL, M., DARNERIS, E., MANZINI, T., NAGASHIMA, P., NEWMAN, S., PAWSON, G., PITARI, E., ROZANOV, C., SCHNADT and T.G. SHEPHERD, 2003: Uncertainties and assessments of chemistry-climate models of the stratosphere, *Atmos. Chem. Phys.*, 3, 1–27.
- BALDWIN, M., T. HIROOKA, A. O'NEILL and S. YODEN, 2003: Major stratospheric warming in the southern hemisphere in 2002: dynamical aspects of the ozone hole split, *SPARC Newsletter*, 20, January 2003.
- BALDWIN, M.P. and T.J. DUNKERTON, 2001: Stratospheric harbingers of anomalous weather regimes, *Science*, 294, 581–584.
- HAMILTON, K., 2003: The Darwin Area Wave Experiment (DAWEX), *SPARC Newsletter*, 20, 19–20.
- HAMILTON, K., 2004: Report on the Chapman Conference on Gravity Wave Processes and Parameterization, *SPARC Newsletter*, 23, 15–16.
- HOLTON, J.R., P.H. HAYNES, M.E. MCINTYRE, A.R. DOUGLASS, R.B. ROOD and L. PFISTER, 1995: Stratosphere-troposphere exchange, *Rev. Geophys.*, 33, 403–439.
- HORINOUCHI, T., S. PAWSON, K. SHIBATA, U. LANGEMATZ, E. MANZINI, M.A. GIORGETTA, F. SASSI, R.J. WILSON, K. HAMILTON, J. DE GRANPRÉ and A.A. SCAIFE, 2003: Tropical cumulus convection and upward propagating waves in middle atmospheric GCMs, *J. Atmos. Sci.*, 60, 2765–2782.
- KOSHYK, J.N., B.A. BOVILLE, K. HAMILTON, E. MANZINI and K. SHIBATA, 1999: The kinetic energy spectrum of horizontal motions in middle-atmosphere models, *J. Geophys. Res.*, 104, 27177–27190.
- MATSUMI, Y., F.J. COMES, G. HANCOCK, A. HOFZUMAHUS, A.J. HYNES, M. KAWASAKI and A.R. RAVISHANKARA, 2002: *J. Geophys. Res.*, 107, oid: 10.1029/2001JD000510.
- MOTE, P.W., K.H. ROSENLOF, M.E. MCINTYRE, et al., 1996: An atmospheric tape recorder: The imprint of tropical tropopause temperatures on stratospheric water vapour, *J. Geophys. Res.*, 103, (D8), 8651–8666.
- PAWSON, S., K. KODERA, K. HAMILTON, T.G. SHEPHERD, S.R. BEAGLEY, B.A. BOVILLE, J.D. FARRARA, T.D.A. FAIRLIE, A. KITOH, W.A. LAHOZ, U. LANGEMATZ, E. MANZINI, D.H. RIND, A.A. SCAIFE, K. SHIBATA, P. SIMON, R. SWINBANK, L. TAKACS, R.J. WILSON, J.A. AL-SAAD, M. AMODEI, M. CHIBA, L. COY, J. DE GRANDPRÉ, R.S. ECKMAN, M. FIORINO, W.L. GROSE, H. KIODE, J.N. KOSHYK, D. LI, J. LERNER, J.D. MAHLMAN, N.A. MCFARLANE, C.R. MECHOO, A. MOLOD, A. O'NEILL, R.B. PIERCE, W.J. RANDEL, R.B. ROOD and F. WU, 2000: The GCM-Reality Intercomparison Project for SPARC (GRIPS): Scientific Issues and Initial Results, *Bull. Am. Met. Soc.*, 81, 781–796.
- RAMASWAMY, V., M.-L. CHANIN et al., 2001: Stratospheric temperature trends: observations and model simulations, *Reviews of Geophysics*, 39, 71–122.
- TAGUCHI, M. and S. YODEN, 2002: Internal interannual variations of the troposphere-stratosphere coupled system in a simple global circulation model. Part II: Millennium integrations. *J. Atmos. Sci.*, 59, 3037–3050.
- TYNDALL, G. S., R. A. COX, C. GRANIER, R. LESCLAUX, G.K. MOORTGAT, M.J. PILLING, A.R. RAVISHANKARA and T.J. WALLINGTON, 2001: Atmospheric Chemistry of small organic peroxy radicals, *J. Geophys. Res.*, 106, 12157–12182.
- WMO, 2002: Antarctic ozone hole splits in two. Press Release No. 681.

Замороженные запасы воды: роль криосферы в климатической системе



Лагерь по исследованию криосферы на высоте 6100 м 29 °с.ш. на юго-восточном Тибетском плато (фото: В. Айзен)

Чэд Дик, директор Международного бюро Программы КЛИК

Предисловие

Всем известно, что человек не может жить без воды, по крайней мере – в ее жидкой форме. А если она заморожена? Для людей, живущих в холодных регионах или поблизости от них, снег и лед могут иметь важное значение для поддержания жизни. В противоположность этому для многих, живущих в умеренных широтах, снег и лед воспринимаются как неудобство, а иногда

и опасность; для жителей же тропиков это представляется чем-то далеким, непривлекательным и неважным. Однако замерзшая вода существует на земной поверхности на всех широтах (рис.1) и важна для всех нас. Без нее, а также без процессов замерзания и таяния, влияющих на ее характеристики, климат Земли был бы совсем другим и, возможно, более враждебным для человека.

Криосфера – это те области земной поверхности, в которых вода существует в замерзшей форме. Она включает снежный покров, морской, озерный и речной лед, ледники, полярный лед, ледниковый щит и мерзлый грунт, включая вечную мерзлоту. Везде, где присутствуют эти составляющие криосферы, они оказывают сильное влияние на водный, энергетический и химический циклы. Снег и лед обладают довольно высоким альбедо, отражая поступающую солнечную радиацию от поверхности земли значительно эф-



CliC International Project Office,
c/o Norwegian Polar Institute,
9296 Tromsø, Norway
E-mail: clic@npolar.no
Web: <http://clic.npolar.no>

фективнее, чем подстилающая поверхность или вода. Снегопад в холодных регионах на многие месяцы скрывает пресные воды, которые стремительно высвобождаются в период весеннего таяния. Ледники, полярный лед и ледниковые щиты способны хранить воду в течение сотен и тысяч лет, и если весь этот лед растает, уровень моря может подняться почти на 70 м. Процессы образования и таяния морского льда перераспределяют пресную



Рисунок 1 – Бурение льда на высоте 4115 м 49 °с.ш. в Алтайских горах (на юге Сибири). Криосфера существует на всех широтах, поэтому крайне необходимо собирать ледовые керны с ледников высоких и низких широт, прежде чем потепление уничтожит климатические сигналы, хранящиеся в сухом (политермальном) льде (фото: В. Айзен)

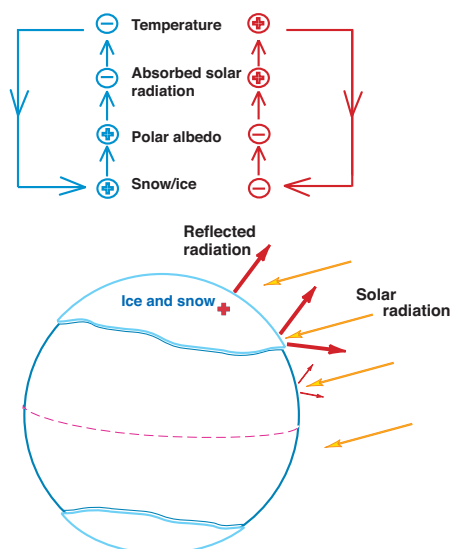


Рисунок 2 – Циклы потепления и похолодания в обратных связях альбедо снега и льда

воду и соль в океане и вызывают важные трансформации водных масс, способствующие поддержанию глобальной термогалинной циркуляции и вентилированию глубоких слоев океана. Вечная мерзлота и мерзлый грунт изменяют потоки воды, энергии и газов между земной поверхностью и атмосферой и оказывают сильное влияние на форму земной поверхности, гидрологию и растительный покров.

В условиях меняющегося климата обратные связи и усиление климатических сигналов будут играть чрезвычайно важную роль в будущем земной системы через их взаимодействие с криосферой. Например, обратная связь снег-лед/альбедо (рис.2) и усиление сигнала вечная мерзлота/парниковые газы будут способствовать увеличению первоначального потепления. И в самом деле, по прогнозу многих глобальных климатических моделей в Арктике произойдет самое сильное потепление за счет антропогенного парникового эффекта, вызванное в основном обратной связью альбедо.

Несмотря на эти связи с остальной частью глобальной климатической системы криосфера все еще довольно плохо изучена. Большая ее часть находится вдали от крупных населенных центров, поэтому ее исследование может быть трудным, опасным и дорогостоящим. Однако без знания криосферы и климатических взаимодействий, имеющих место в холодных регионах, нельзя полностью понять глобальную климатическую систему и, следовательно, нельзя прогнозировать климатические изменения по мере повышения концентраций парниковых газов в атмосфере. С учетом этого в рамках Всемирной программы исследования климата (ВПИК) было создано два крупных проекта: Изучение климатической системы Арктики ((АКСИС), 1994–2003 гг.) и действующая в настоящее время (с 2000 г.) программа "Климат и криосфера". Цель этих проектов – изучить взаимодействие между глобальным климатом и областями криосферы на Земле.

Изучение климатической системы Арктики (АКСИС)

Климатическая система Арктики состоит из четырех основных элементов – океана, атмосферы, морского льда и наземной гидрологической системы. В начале 1994 г. был создан проект АКСИС для изучения этих четырех элементов, их взаимодействий и взаимодействия арктической системы с остальными компонентами глобального климата. Особый интерес вызывали следующие вопросы: действительно ли Арктика так чувствительна к повышению концентраций парниковых газов, как предполагают многие климатические модели, и какие последствия будут иметь изменения

климата в Арктике для остальной части земного шара? Десятилетний проект позволил многое понять и дал ряд неожиданных и вызывающих тревогу результатов. Многие из этих результатов были представлены на заключительной конференции АКСИС в Санкт-Петербурге (Россия, ноябрь 2003 г.).

Исчезновение морского льда

Рекордно малая протяженность арктического морского льда, согласно 25-летним спутниковым наблюдениям, зарегистрирована в сентябре 2002 г. и оставалась практически на том же уровне в 2003 и 2004 гг. С момента начала спутниковых наблюдений в 1979 г. протяженность морского льда сократилась примерно на 2,3% за 10 лет. За этот же период площадь многолетнего льда, т.е. той его части, которая не исчезает в летний период и снова увеличивается зимой, сократилась на целых 8,9% за 10 лет. Этот многолетний лед обычно толще однолетнего льда, что обусловлено лишь одним зимним замерзанием. Поэтому можно предполагать некоторое уменьшение толщины льда по мере исчезновения многолетнего льда. Однако Rothrock et al. (1999 г.) и Wadhams and Davis (2000 г.) обнаружили утончение льда на более чем 40% в период между измерениями с подводной лодки (АКСИС/КЛИК, 2002 г.), выполненными между 50-ми и 70-ми годами прошлого века, и современными измерениями в 90-х годах XX века. Знаменательно не только то, что величина утончения превысила ожидаемую, но также и то, что не нашлось региона, в котором толщина льда возросла.

В совокупности сокращение протяженности морского льда и его утончение указывают на значительное уменьшение объема морского льда и могут служить явным



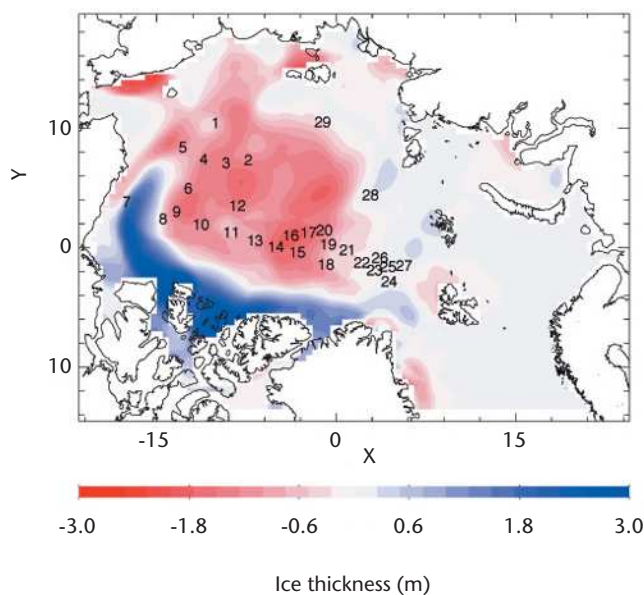


Рисунок 3 – Изменение толщины арктического морского льда. Цифры указывают на обнаруженное среднее изменение на 40% толщины льда в период с 50–70-х годов до 90-х годов прошлого века, однако, как показывают модели, это может быть связано с движением льда, а не с его таянием

признаком важного климатического изменения. Однако не все ученые убеждены в этом. В исследованиях пресных вод и энергетического баланса в Северном Ледовитом океане с использованием моделирования взаимодействия атмосферы, океана и льда Holloway и Sou (2001 г., 2002 г.) показали такую же картину утончения в центральной части Арктики, где выполнены измерения с подводной лодки, и, напротив, утолщение льда у побережья Канады и на севере Гренландии (рис.3).

С учетом значительно меньшего суммарного изменения, которое показала модель, в этом исследовании предполагается, что лед подвинулся за счет меняющейся картины атмосферного давления и ветра, а не растаял. Группа экспертов по результатам наблюдений АКСИС рассмотрела все результаты и пришла к выводу, что утончение имеет место, особенно летом, но эти показатели, вероятно, ниже 40%, полученных по измерениям с подводной лодки. При этом подчеркивалась недостаточность данных, что часто затрудняет исследования криосферы. Для того чтобы определить, является ли утончение частью тренда или цикла, не-

обходимо в ближайшие несколько лет продолжать измерения с использованием методов *in situ* и дистанционного зондирования.

Учитывая сложность сбора климатических данных в Северном Ледовитом океане, замечательных успехов добилась Международная программа по арктическим буям (МПАрБ). Объединенными усилиями 10 стран и 22 групп в рамках этой программы в течение более чем 25 лет на арктическом паковом льду устанавливались дрейфующие

буи. За этими буями следил спутник, обеспечивая подробную картину движения морского льда в недоступных районах центральной части Арктики. Кроме того, датчики температуры и давления предоставляют метеорологические данные по региону, в котором выполняется мало традиционных измерений. Результаты свидетельствуют об изменениях основной картины движения льда в период между 80-ми и 90-ми годами прошлого века (рис.4).

В 90-е годы прошлого века наблюдалось увеличение адвекции льда от побережья Сибири, уменьшение адвекции льда от западной к восточной части Арктики и слабое увеличение переноса из Северного Ледовитого океана через пролив Фрама (Rigor et al., 2002). Обнаружено, что эти характеристики движения льда связаны с Арктическим колебанием, которое, по существу, является статистическим показателем силы полярного вихря. Между 80-ми и 90-ми годами XX века это колебание вошло в основном в положительную фазу, т.е. в Арктику поступило больше теплого воздуха, что привело к последующему повышению средней температуры. Поэтому представляется вероятным,

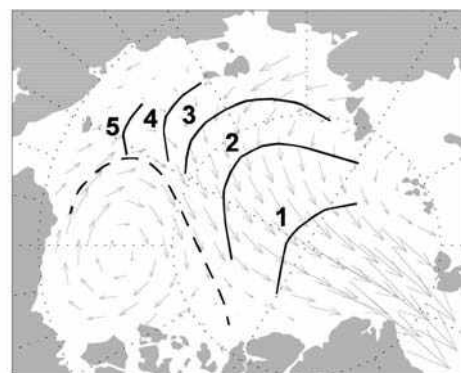
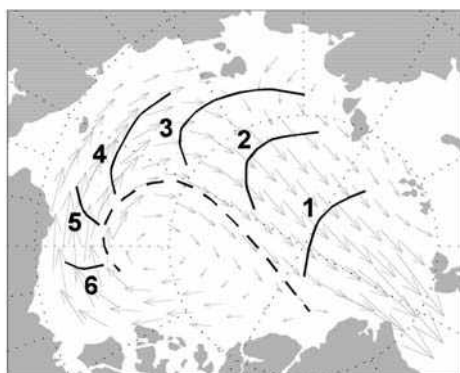


Рисунок 4 – Международная программа по арктическим буям продемонстрировала разные виды движения морского льда в Арктике в зависимости от низких или высоких индексов Арктического колебания. Пронумерованные линии показывают, сколько лет потребуется для того, чтобы пересечь Северный Ледовитый океан и выйти через пролив Фрама; также показана граница между льдом, который выйдет из пролива Фрама, и льдом, который будет рециркулировать в вихре Бофорта (черный пункт) (рисунок И. Райгор)

что и потепление, и изменение движения льда способствуют уменьшению объема морского льда, которое наблюдалось в десятилетний период выполнения программы АКСИС.

Потепление Северного Ледовитого океана и атмосферы

За последние 20 лет атмосфера Арктики потеплела, причем наиболее быстрое потепление отмечалось в двух регионах Земли – северо-запад Канады/Аляска и Восточная Сибирь. Величина этого довольно резкого потепления соответствует данным наблюдений в 30-е годы XX века. Сравнение этих двух явлений потепления важно для того, чтобы понять, носит ли современное потепление Арктики антропогенный характер или оно является частью естественной климатической изменчивости. Несмотря на схожесть с величиной потепления, наблюдаемого в 30-е годы XX века, большое отличие состоит в том, что современное потепление Арктики отражает тренд потепления в масштабах полушария (рис.5). Потепление в 30-х годах наблюдалось лишь на высоких широтах и было обусловлено другим механизмом: более активным обменом воздуха с низкими широтами, на которых в свою очередь имело место похолодание (Overland et al., 2004). Происходящее потепление в масштабах полушария за послед-

ние десятилетия вызвано, скорее всего, антропогенными факторами.

Северный Ледовитый океан, как и атмосфера, тоже претерпел изменение. В частности, произошло ослабление холодного галоклина – приповерхностного слоя холодной довольно пресной воды, который не допускает проникновения теплых соленых вод Атлантики на океаническую поверхность и, следовательно, соприкосновения их с морским льдом. Резкое изменение плотности, наблюдавшееся в прошлом, в последние годы стало менее выраженным и приблизилось к поверхности. Площадь, охватываемая атлантическими водами, также увеличилась, особенно вдоль побережья Сибири, и эти воды в настоящее время обнаружены на 150 м ближе к поверхности. Вызывает озабоченность тот факт, что если они достигнут поверхности, то тепло, содержащееся в слое атлантических вод, сможет растопить весь морской лед, что окажет широкомасштабное влияние не только на арктические экосистемы, но и на климатическую систему Арктики и всего земного шара.

Повышение скорости течения в реках Арктики

По сравнению с другими океанами, Северный Ледовитый океан в наибольшей степени подвержен влия-

Цели КЛИК

Двустороннее взаимодействие между криосферой и остальной частью климатической системы считается чрезвычайно важным: не только изменения климата влияют на криосферу, но и изменения криосферы могут оказывать сильное влияние на местный, региональный и глобальный климат. Основная цель КЛИК, отражающая это двустороннее взаимодействие, заключается в следующем:

- Оценить и количественно определить влияние климатической изменчивости и изменения климата на компоненты криосферы, а также последствия этих изменений для климатической системы.

Другие цели направлены на то, чтобы расширять и координировать наши возможности проводить наблюдения и мониторинг криосферы, осуществлять интенсивные исследования процессов, связанных с климатом, усовершенствовать модели, описывающие роль криосферы в климатической системе и использовать изменения криосферы в качестве показателя изменения климата.

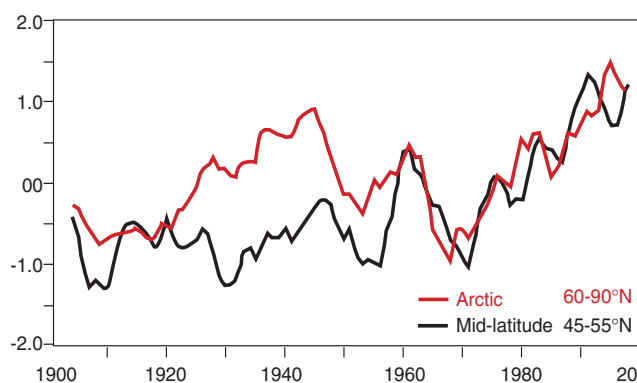


Рисунок 5 – Зональные средние аномалии приземной температуры воздуха в XX веке (ноябрь – март): последнее повышение температуры воздуха в Арктике является частью тренда в масштабе полушария, тогда как увеличение, наблюдавшееся в 20-е и 30-е годы прошлого века, имело место в основном в Арктике (рисунок Дж. Оверленд)

нию речного стока. Он содержит лишь 1% от общего объема океанических вод и покрывает лишь 5% общей площади Мирового океана. При этом на него приходится 10% глобального речного стока и 20% шельфовой зоны океанов. Эту необычную ситуацию усугубляет то, что приток пресных вод имеет ярко выраженный сезонный характер. Скорость течений зимой невелика, поскольку реки замерзают, и осадки в бассейне Северного Ледовитого океана выпадают в виде снега, однако весеннее снеготаяние приводит к быстрому увеличению стока. Этот

приток оказывает большое влияние на потоки плавучести в океане, и в настоящее время исследуется его влияние на формирование морского льда в следующем сезоне.

Однако основной результат, полученный в процессе десятилетних исследований АКСИС, заключался в том, что речной сток в Северный Ледовитый океан с евразийского континента за период 1936–1999 гг. увеличился на 7% (Peterson et al., 2002). Увеличение в основном происходило зимой, что свидетельствует о повышении зимней температуры на большей части Сибири. Еще более удивительно то, что в то время как увеличение стока в Западной Сибири соответствует увеличению осадков, в Восточной Сибири количество осадков уменьшилось, а сток увеличился. Процессы таяния в районе вечной мерзлоты и последующий приток воды являются вероятной причиной будущего изменения ландшафта и растительного покрова, а также возможного выделения CO₂ и метана – эти изменения могут усилить первоначальное потепление климата.

Необходимо осуществлять непрерывный мониторинг речного стока и других наземных гидрологических параметров. Для этих целей в рамках АКСИС созданы две крупные базы данных. При содействии Глобального центра данных по стоку ВМО в Федеральном гидрологическом институте в Кобленце (Германия) создана База данных о стоке в Арктике (АРДБ) с целью сбора, обработки, хранения и распределения данных о стоке всех крупных рек, впадающих в Северный Ледовитый океан. Кроме того, в Глобальном центре климатологии осадков ВМО/ВПИК Немецкой службы погоды (Оффенбах, Германия) создан Архив данных об атмосферных осадках в Арктике (АДОА) для сбо-

ра данных об осадках со всего арктического водосбора. Данные этих двух центров чрезвычайно полезны для проводящихся климатических и гидрологических исследований.

Большое беспокойство у гидрологов, проводящих исследования в Арктике, вызывает обветшание наблюдательной сети в этом регионе. Участники АКСИС совместно с партнерами из Департамента гидрологии и водных ресурсов ВМО и участниками Программы по оценке и мониторингу Арктики поддержали разработку арктического компонента Всемирной системы наблюдений за гидрологическим циклом (ВСНГЦ) – арктического СНГЦ, что, как мы надеемся, позволит увеличить сбор важных гидрологических данных *in situ* в бассейне Северного Ледовитого океана.

Изменчивая климатическая система Арктики

Одним из главных результатов проекта АКСИС было определение изменчивости климата Арктики. Измерения, выполненные в период АКСИС, показывают, что вся климатическая система Арктики и ее основные элементы значительно

более изменчивы, чем представлялось в начале проекта. Распределение морского льда меняется из года в год; изменяются траектории и сила основных океанических течений; вынос пресных вод из Северного Ледовитого океана может претерпевать двукратное изменение из года в год; некоторые годы – теплее других, причем периоды таяния продлеваются на несколько дней; очень сильно изменяются место, время и величина притока речных вод в Северный Ледовитый океан.

Эти неожиданные изменения затрудняют понимание взаимодействия между различными элементами климатической системы, определение трендов и прогноз будущих изменений. Знание прошлого часто помогает понять будущее. Однако в этом регионе с малым количеством собранных данных даже этими данными не всегда располагаются наилучшим образом. Для исправления этой ситуации первые руководители проекта АКСИС предприняли ряд усилий по восстановлению данных, в результате чего появился ряд наблюдений климатических параметров Арктики за несколько десятилетий и даже столетий. Проект "BarCode", в рамках которого были восстановле-

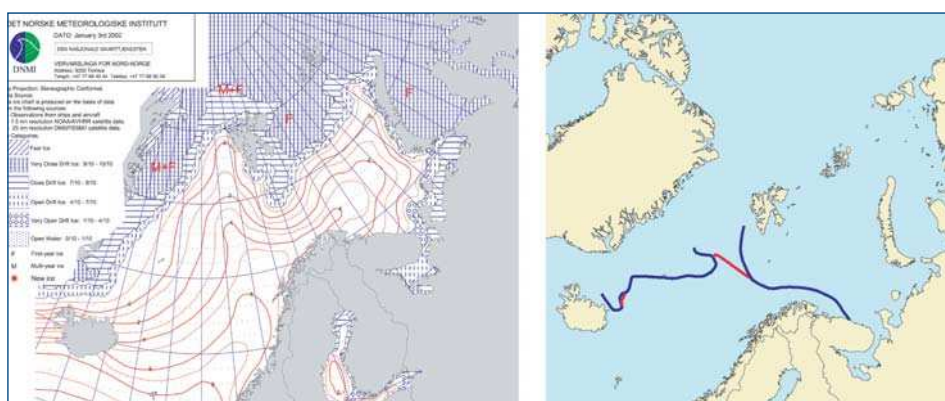


Рисунок 6 – В программе АКСИС "Исторические архивные данные картирования морского льда" использованы старые судовые журналы для того, чтобы восстановить положение кромки льда с 1553 г. В настоящее время современные карты (карта 2002 г. – слева) дополняют исторические данные (карта 1866 г. – справа)

ны данные температуры и солености океана по району Баренцева и Карского морей вплоть до 1898 г. (АКСИС, 1999 г.), по длине ряда данных был недавно превзойден проектом АКСИС "Исторические архивные данные картирования морского льда" (АКСИС, 2003 г.). Эту работу по регистрации исторических изменений протяженности арктического морского льда стал выполнять Торни Винье из Норвежского полярного института, который разыскал судовые журналы, исторические дневники, данные о зверобойном промысле (тюленей и китов) и ряд других исторических источников, а также использовал современные самолетные и спутниковые карты, чтобы продлить ряд данных до настоящего времени (рис.6).

В результате появился один из самых длинных рядов наблюдений любого климатического параметра, при этом первые карты относятся к роковой британской экспедиции в Баренцевом море в 1553 г. Современный анализ этих карт показывает еще более значительную изменчивость. Оказывается, не только межгодовая изменчивость в прошлом соответствует нынешней, но также на Арктику оказывают сильное влияние климатические циклы за 10 лет и за несколько десятков лет (Divine and Dick, 2005; Polvakov et al., 2003). Восстановленные данные еще раз подтвердили сложность этой системы и ее взаимодействий с остальными компонентами глобальной климатической системы. Эта сложность подчеркивает важность продолжения исследований климата Арктики как полностью взаимодействующего элемента в рамках глобальной климатической системы.

Будущие исследования: программа "Климат и криосфера" (КЛИК)

По мере развития АКСИС и по мере того, как важное значение Арктики

становилось все более очевидным для глобального климата, стали привлекать внимание другие холодные регионы Земли. Представляется вероятным, что, как и Арктика, другие холодные регионы могут оказывать более сильное влияние на глобальную систему, чем предполагалось ранее. Обзор соответствующих научных материалов показал необходимость в лучшем понимании криосферы и всех ее элементов и взаимодействий с тем, чтобы ВПИК полностью охватила климатическую систему Земли. Многие элементы криосферы рассматривались в рамках других проектов ВПИК. Однако вследствие немногочисленности сообщества по глобальным исследованиям криосферы, удаленности большей ее части и сложности включения твердой фазы воды в концептуальные и численные модели криосфере часто уделяется меньше вни-



Рисунок 7 – Снег и озерный лед на севере Норвегии. Насколько быстро криосфера Земли будет меняться с изменением климата? (фото: Х. Голдман)

мания в этих проектах, чем она заслуживает, учитывая ее роль в климатической системе. Принимая во внимание этот факт, в конце 90-х годов прошлого века в рамках ВПИК разработана программа "Климат и криосфера" (КЛИК) (Clic, 2001) в качестве основного проекта по изучению полярных районов и всех областей криосферы (континентальных и морских), расположенных между ними.

Изучение системы криосфера–климат

Перечень элементов криосферы указывает на широту взаимодействия криосферы и климата. Каждый элемент реагирует на климат и влияет на него по-разному, взаимодействуя во временных масштабах от краткосрочного до сезонного влияния снега или мерзлого грунта и реакции ледникового щита и вечной мерзлоты за тысячелетия. Поэтому целесообразно рассматривать КЛИК как ряд связанных тем – Области исследования КЛИК (CRA), каждая из которых связана с конкретным научным вопросом. Эти области охватывают криосферу Земли и моря, роль континентального льда в подъеме уровня моря и связи между криосферой и глобальной циркуляцией. Свидетельства изменения климата, связанные с криосферой, составляют проблему, которую исследуют все четыре области.

Криосфера Земли и гидрометеорология холодных регионов (CRA 1)

Многие процессы, касающиеся снежного покрова на суше и озерном и речном льде, а также ледников и полярного льда, вечной мерзлоты, сезонно замерзающего грунта и твердых осадков, слабо изучены и плохо представлены в современных климатических моделях (рис.7).



Рисунок 8 – Исследования морского льда будут иметь важное значение для понимания и прогноза будущего климата (фото: С. Герланд)

Ключевыми вопросами этой области СРА являются следующие:

- Каковы будут величины, характеристики и скорость изменений режима криосферы Земли в масштабе от сезона до ста лет? Каковы связанные с этим будущие изменения водного, энергетического и углеродного циклов?

Предполагается получить следующие важные результаты: более точное понимание водных, энергетических и углеродных потоков в холодных регионах Земли, исторические массивы данных об изменчивости и изменении системы криосфера–климат в прошлом, усовершенствованные и валидированные алгоритмы спутникового дистанционного зондирования и усовершенствованные схемы ассимиляции данных о криосфере в численных прогнозах погоды и связанных климатических моделях.

Ледники, полярный лед и ледниковые щиты и их связь с уровнем моря (СРА 2)

Если бы уровень концентраций парниковых газов перестал повышаться, тем не менее уровень моря продолжал бы подниматься в течение сотен лет при значительном снижении роли материкового льда. Ключевые вопросы, на которые предстоит ответить, следующие:

- Какова роль ледников, полярного льда и ледниковых щитов в подъеме уровня моря в масштабе от десятилетия до ста лет? Каким образом можно уменьшить неопределенность этих оценок?

Предполагается получить следующие важные результаты: новые измерения, модели и объяснение текущего состояния баланса ледников, полярного льда и ледниковых щитов и количественная оценка

косвенной роли шельфовых ледников посредством их влияния на поток материковых ледниковых щитов и ледников. Уже проводится сравнение моделей ледниковых щитов, чтобы лучше понять прошлые и будущие изменения ледниковых щитов Гренландии и Антарктиды.

Криосфера моря и ее взаимодействие с океанами и атмосферой на высоких широтах (СРА 3)

Морской лед и его снежный покров образуют изоляционный слой, который взаимодействует как с океаном, так и с атмосферой, тогда как айсберги и шельфовые ледники изменяют свойства океанических водных масс и в значительной степени реагируют на атмосферное потепление (рис.8). Предстоит решить следующие ключевые вопросы:

- Каковы среднее состояние, изменчивость и тренды характеристик морского льда в обоих полушариях и какие физические процессы определяют эти характеристики? Каковы реакция и влияние морского льда на изменение климата в будущем? Насколько постоянны шельфовые ледники и каково их влияние на окружающий океан?

Основные результаты: системы слежения за ключевыми переменными морского льда (включая толщину, протяженность и снежный покров), понимание ключевых процессов, связанных с морским льдом, наблюдения и модели океанической циркуляции, подверженной влиянию льда, и трансформации водных масс. При выполнении КЛИК предполагается брать за основу Международную программу по антарктическим буям и Международную программу по арктическим буям для составления временных рядов ключевых климатических

наблюдений, поддержки новых технологий наблюдения за свойствами подледных океанических вод (например, автономные подводные движущиеся аппараты и акустическая передача данных для ныряющих буйев), а также оценки и совершенствования алгоритмов дистанционного зондирования.

Связи между криосферой и глобальным климатом (СРА 4)

Сложная задача, которую необходимо решить, заключается в том, чтобы понять влияние криосферы на климат Земли посредством комплексных радиационных, тепловых, гидрологических и химических взаимодействий криосферы с атмосферой, а также поступление пресных вод в океан и последующее изменение водных масс и циркуляции.

Ключевые вопросы:

- Каково влияние изменения криосферы на атмосферную и океаническую циркуляцию? Какова вероятность резкого или критического изменения системы Земля в результате процессов, происходящих в криосфере?

Основные результаты этой междисциплинарной области СРА охватывают широкий диапазон проблем, связанных с взаимодействием глобального климата и временными масштабами до тысячи лет. Особый интерес вызывают дальние корреляционные связи, которые связывают криосферу с остальными компонентами климатической системы, механизмы, за счет которых происходят эти взаимодействия, а также основные обратные связи и усиление климатических изменений, происходящие в криосфере. В рамках этой области будут оцениваться прогнозы и прогнозируемость криосферы, при этом особое внимание будет уделено резкому изменению

климата и влиянию на глобальные биохимические циклы.

В апреле 2005 г. в Пекине (Китай) состоялась Первая международная научная конференция по вопросам КЛИК, и в настоящее время мировое научное сообщество с нетерпением ждет наступления Международного полярного года (МПГ), который начнется с марта 2007 г. В этот период интенсивной работы внимание климатологов будет сосредоточено на холодных полярных районах, и программа КЛИК будет играть основную роль в координации исследований полярного климата и криосферы. Кроме того, КЛИК будет продолжать поддерживать исследования криосферы на всех широтах. Без этих исследований наши знания о глобальном климате и возможности его прогноза останутся неполными.

Литература

ACSYS (Golubev et al.), 1999: Barents and Kara Seas oceanographic database (BarKode); WCRP IACPO Informal Report No. 5, Murmansk, Russian Federation and Tromsø, Norway.

ACSYS (Løyning et al.), 2003: ACSYS historical ice chart archive (1553–2002); WCRP IACPO Informal Report No. 8, Tromsø, Norway.

ACSYS/CliC (Laxon et al.), 2002: Recent variations in Arctic sea-ice thickness; WCRP IACPO Informal Report No. 7, Tromsø, Norway.

CliC (Allison et al.), 2001: Climate and Cryosphere (CliC) Project Science and Co-ordination Plan Version 1, WCRP- 114, WMO/TD No. 1053.

DIVINE, D. and C. DICK, 2005: Multidecadal variability of historical sea ice edge position in the Nordic Seas; *J. Geophys. Res. Oceans* (in press).

HOLLOWAY, G. and T. SOU, 2002: Has Arctic sea ice rapidly thinned? *J. Climate*, 15 (13), 1691–1701.

HOLLOWAY, G. and T. SOU, 2001: Is Arctic sea ice rapidly thinning? *Ice and Climate News*, 1. (ACSYS/CliC Newsletter).

OVERLAND, J.E., M.C. SPILLANE, D.B. PERCIVAL, M. WANG and H.O. MOFJELD, 2004: Seasonal and regional variation of pan-Arctic surface air temperature over the instrumental record. *J. Climate*, 17 (17), 3263–3282.

PETERSON, B.J., R.M. HOLMES, J.W. MCCLELLAND, C.J. VOROSMARTY, R.B. LAMMERS, A.I. SHIKLOMANOV, I.A. SHIKLOMANOV and S. RAHMSTORF, 2002: Increasing river discharge to the Arctic Ocean. *Science*, 298 (5601), 2171–2173.

POLYAKOV I.V., R.V. BEKRYAEV, G.V. ALEKSEEV, U.S. BHATT, R.L. COLONY, M.A. JOHNSON, A.P. MASKSH-TAS and D. WALSH, 2003: Variability and trends of air temperature and pressure in the maritime Arctic, 1875–2000. *J. Climate*, 16 (12), 2067–2077.

RIGOR, I., J.M. WALLACE and R.L. COLONY, 2002: On the response of sea ice to the Arctic Oscillation. *J. Climate*, 15 (18), 2648–2668.

ROTHROCK, D.A., Y. YU and G.A. MAYKUT, 1999: Thinning of the Arctic sea-ice cover. *Geophys. Res. Lett.*, 26 (23), 3469–3472.

Wadhams, P. and N.R. Davis, 2000: Further evidence of ice thinning in the Arctic Ocean. *Geophys. Res. Lett.*, 27 (24), 3973–3975.

Индексы изменения климата



Томас С. Петерсон, Национальный центр климатических данных Национального управления по исследованию океанов и атмосферы, Ашвилль, Северная Каролина, США, и председатель Открытой группы по программной области по мониторингу и анализу изменчивости и изменения климата Комиссии по климатологии ВМО

Введение

В течение десятилетий анализ долгосрочного изменения глобального климата с использованием данных наблюдений был большей частью сосредоточен на изучении изменения средних величин. Ряд достаточно авторитетных массивов данных по температуре и осадкам, полученных со станций наблюдения, обеспечивают неплохой охват всего земного шара. Однако для анализа изменения экстремальных величин (например, количество дней, когда превышен 90-й процентиль наблюдений

минимальной температуры) необходимы долгосрочные суточные данные в оцифрованном виде. К сожалению, такие данные для крупных территорий земного шара на международном уровне имеются далеко не всегда. В 2002 г. в рамках "глобального" анализа, проведенного Фричем и др. (2002 г.), практически не анализировались экстремальные величины для большей части Центральной и Южной Америки, Африки и Южной Азии. Однако, чтобы исправить сложившуюся ситуацию, в настоящее время предпринимается ряд совместных усилий.

Роль международной группы экспертов (ГЭ)

Чтобы обеспечить глобальный анализ экстремальных величин, объединенная группа экспертов по обнаружению, мониторингу и индексам изменения климата (ГЭ ОМИИК) Комиссии по климатологии (ККл) ВМО/ проекта по изменчивости и предсказуемости климата (КЛИВАР) Всемирной программы исследований климата (ВПИК) координирует два взаимодополняющих вида деятельности. Подробная информация о деятельности ГЭ имеется по адресу: <http://www.clivar.org/organization/etccd>. В состав группы экспертов входят представители всех континентов, которые обладают богатым и разнообразным опытом и знаниями в области исследований изменения климата. Автор настоящей статьи не является членом ГЭ, но поддерживает с ней тесный контакт, будучи председателем Открытой группы ККл по программной области по мониторингу и анализу изменчивости и изменения климата, в рамках которой ГЭ работает. Так как все члены ГЭ работают в группе на добровольной основе, имея полную занятость на основной работе, центр их деятельности должен быть сосредоточен на том, что они могут

координировать, рекомендовать, стимулировать, а не на том, что они сами могут сделать.

Одним из видов деятельности ГЭ является международная координация набора индексов изменения климата, полученных на основе суточных данных с акцентом на экстремальные значения. В разработке индексов участвуют не только члены ГЭ, но также многие другие ученые, работающие с климатическими данными. Определив точную формулу для каждого индекса, можно беспрепятственно совместить результаты анализов, полученные в разных странах или разных регионах.

27 индексов считаются основными. Они основываются на значениях суточной температуры и суточного количества осадков. Некоторые индексы основываются на фиксированных пороговых значениях, связанных с конкретными применениями. В этом случае пороговые значения одни и те же для всех станций.

Другие индексы основываются на пороговых значениях, которые могут варьироваться в зависимости от места. В этом случае пороговые значения обычно определяются как процентиль соответствующих рядов данных. Определения 27 индексов и формулы для их расчета имеются по адресу: <http://cccma.seos.uvic.ca/ETCCDMI>. На этом Web-сайте также имеется программа на языке FORTRAN для получения индексов на основе суточных данных, а также удобный для пользования пакет программного обеспечения для расчета индексов. В этом пакете, который называется RClimDex, использовано свободно распространяемое программное обеспечение R, которое включает язык, среду для статистических расчетов и графические средства. Однако программное обеспечение не производит анализ без

наличия данных. Во многих частях земного шара оцифровано достаточное количество суточных данных, чтобы способствовать анализу, однако соответствующие учреждения неохотно предоставляют их в общее пользование. Это – трудная проблема, которую нужно решать. Решение, предложенное предшественницей ГЭ ОМИИК, заключалось в том, чтобы проводить региональные практические семинары по изменению климата по образцу практических семинаров, организуемых сетью Азиатско-Тихоокеанского региона (Manton et al., 2000; Peterson et al., 2001). Два семинара было проведено в 2001 г. и, учитывая накопленный опыт, ГЭ ОМИИК решила провести серию таких семинаров с тем, чтобы охватить все части земного шара.

Концепция региональных практических семинаров

Практические семинары собирают участников из как можно большего количества стран какого-либо региона, для того чтобы объединить теоретическую часть с практическим анализом суточных данных, методами которого владеют участники. В процессе организации семинаров была разработана методика их проведения. Практические семинары начинаются с теоретической обзорной части, где описываются причины для проведения семинаров и дается ориентировочный прогноз изменения климата в регионе. Затем участники рассказывают о климате своих стран, а также о полученных на станциях данных, которые они привезли с собой.

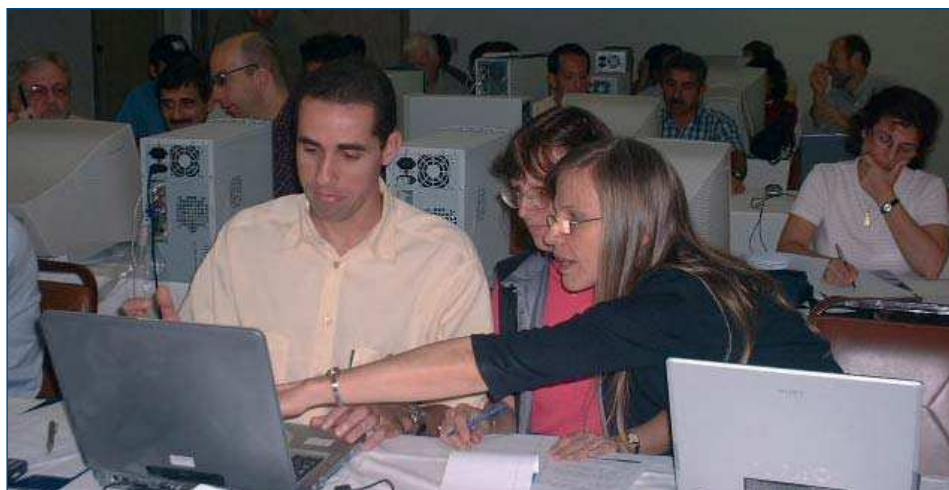
Практический анализ начинается с контроля качества (КК). RClimDex предусматривает несколько этапов КК. На первом этапе отдельные значения данных определяются как выбросы. Для этого исследуется каждое значение данных, которое потенциально представляется проб-

Работа, описанная в этой статье, является результатом совместных усилий многих людей, нашедших поддержку учреждений в своих странах. К сожалению, группа этих людей очень многочисленна, чтобы каждого назвать по имени. ВМО посредством групп экспертов обеспечивает структуру и координацию с тем, чтобы эти люди, работающие на добровольной основе, могли добиться описанных результатов.

лемным. На основе данных до и после этого значения, а также понимания климата региона значения редактируются, если проблема очевидна (например 182° меняется на $18,2^{\circ}$), определяются как отсутствующие, если очевидно, что имеется проблема с неизвестным решением, или оставляются, если предполагается, что, вероятно, они справедливы. В каждом случае изменения или принятия выброса запись о соответствующем решении и причинах, по которым оно принимается, заносится в регистрационный файл КК. На втором этапе КК оцениваются многочисленные подробные графики су-

точных данных для обнаружения факта возможных проблем с качеством данных. Примером может служить обнаружение неправдоподобно длинного периода времени с нулевыми осадками. Эта проблема может возникнуть потому, что во многих странах нулевые осадки не регистрируются, поэтому отсутствующие значения изначально принимаются за нулевые.

Следующий этап анализа состоит в том, чтобы провести оценку однородности. Корректировка данных на однородность является комплексным и трудным процессом (Aguilar, 2003). Поэтому при оценке однородности основное внимание уделяется тому, чтобы определить существенные проблемы. Когда программное обеспечение определяет вероятную проблему, касающуюся однородности, участник обращается за справкой к метаданным по истории станции, если таковые имеются, чтобы понять причину проблемы. Скачкообразные изменения неклиматического характера во временных рядах являются результатом того, что некоторые станции не используются при анализе индексов или используются только для периода после нарушения однородности.



Региональный практический семинар по изменению климата в Бразилии, август 2004 г.

После завершения КК и проверки на однородность расчет индексов осуществляется достаточно просто. Одно из преимуществ расчета индексов во время регионального семинара заключается в том, что в результате совместной деятельности участников появляется возможность немедленного сравнения результатов для различных стран. Участники создают короткую презентацию с отражением результатов анализа относительно изменения экстремальных значений для каждой страны. Схожие результаты, перекрывающие границы стран, подтверждают надежность анализа. По возвращении домой участники сочли, что продукция, полученная во время семинара, оказывается вполне полезной.

Завершающая часть практического семинара обращена к будущему. Она включает обратную связь с пользователями и рекомендации для организаторов будущих практических семинаров. Теперь, когда участники четко понимают пользу того, что можно сравнить результаты анализов для разных стран, обсуждение методов улучшения данных, получаемых с приземной сети (ПСГ) Глобальной системы наблюдений за климатом (ГСНК) также актуально. Наконец, участники обсуждают, как сделать результаты анализа, начатого на семинаре, полезными для оценок изменения климата. В рамках обсуждения принимаются решения о том, кто будет руководить коллективным написанием статей для публикации в рецензируемом журнале, а также пре-

Региональные практические семинары по индексам изменения климата являются "очень хорошим началом для регионального сотрудничества".

Практические семинары

Практические семинары

Южная часть Африки
Кейптаун, Южная Африка,
31 мая – 4 июня 2004 г.

Южная часть Южной Америки
Масейо, Бразилия,
9 – 14 августа 2004 г.

Ближний Восток
Аланья, Турция,
4 – 9 октября 2004 г.

Центральная Америка и
северная часть Южной Америки
Гватемала, Гватемала,
8 – 12 ноября 2004 г.

Южная и центральная части Азии
Пуне, Индия,
14 – 19 февраля 2004 г.

доставлением временных рядов индексов и самих данных для других исследователей (список авторов включает всех участников, которые привезли данные для анализа).

Пока еще ни один из практических семинаров не завершился выпуском временных рядов суточных данных. Однако отмечаются большие успехи, касающиеся достижения соглашения о выпуске индексов, и некоторые успехи, касающиеся передачи данных со станций ПСГ в Центр архивации данных ПСГ. По каждой серии таких практических семинаров статьи для опубликования в рецензируемых журналах, касающиеся изменения экстремальных величин в регионах, либо находятся в стадии подготовки, либо уже представлены, а индексы для включения в глобальную работу по индексам подготовлены.

Семинары

Предшественница ГЭ ОМИИК, Рабочая группа ККл/КЛИВАР также занималась индексами и проблемой изменения регионального климата и

провела два практических семинара в 2001 г. Первый состоялся на островах Карибского моря, и в нем участвовали 18 из 21 национальной метеорологической службы региона. В результате семинара были выпущены суточные данные, индексы, отчет и коллективная статья (17 авторов) для опубликования в рецензируемом журнале о том, как изменяется климат в регионе (Peterson et al., 2002). Второй семинар прошел в Касабланке (Марокко) для различных африканских стран (Easterling, 2003).

ГЭ ОМИИК прилагала усилия для совершенствования этих семинаров и расширения их зоны охвата с тем, чтобы охватить больше регионов земного шара. Финансовая поддержка являлась ограничивающим фактором, однако необходимые ресурсы были найдены для проведения пяти практических семинаров.

Резюме

Посредством серии региональных практических семинаров по изменению климата достигается несколько важных целей. В регионах, где данные не всегда доступны, был выпущен и предоставлен для пользования набор индексов изменения климата с основным акцентом на экстремальные величины. Проведенный анализ заслужил повышенное доверие в связи с возможностью его воспроизведения вместе с выпуском данных.



Региональный практический семинар по изменению климата в Турции, октябрь 2004 г.



Региональный практический семинар по изменению климата в Гватемале, ноябрь 2004 г.

Однако сильный акцент на контроль качества и проверку однородности (результаты которых находятся в процессе выпуска) позволяет провести независимую оценку анализа даже без оцифрованных данных.

Подготовка ученых стран-участников практических семинаров, возможно, не являлась основной целью, однако определенно семинары в значительной степени предполагают наращивание потенциала, так как приглашенные со стороны специалисты работали в тесном контакте с региональными участниками над анализом данных, предоставили им удобное для пользования программное обеспечение и ознакомили их со свободно распространяемым статистическим пакетом. В свою очередь, наращивание потенциала помогло в большей степени оценить значение долгосрочных данных наблюдений в точке, что привело к возобновлению усилий по оцифровке исторических данных и достижению целей в области обмена данными ПСГ.

Эти практические семинары вносят определенный вклад в наше понимание того, как в разных регионах земного шара изменяются экстремальные климатические величины. В дополнение к подробным статьям, подготовленным для публикации в региональных рецензируемых

журналах, анализ индексов, проводимый во время каждого семинара, содействует подготовке двух глобальных работ по экстремальным величинам. Большей частью, благодаря практическим семинарам, эти работы будут действительно глобальными. Вместе они внесут значительный вклад в подготовку Четвертого доклада об оценках Межправительственной

группы экспертов по изменению климата.

Наконец, после проведения практического семинара на Ближнем Востоке один из участников написал, что семинары являются "очень хорошим началом для регионального сотрудничества".

Выражение благодарности

Проведение практических семинаров стало возможным благодаря щедрой финансовой поддержке со стороны Государственного департамента США, компании System for Analysis, Research and Training, Всемирной программы исследований климата (действующей при совместном спонсорстве ВМО, Международного совета по науке и Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО) и Межамериканского института по исследованию глобального изменения.

Также выражается благодарность учредениям, в которых проводились практические семинары: Институту г. Кейптаун (Южная Африка); Федеральному университету г. Алагоа (Бразилия); Турецкой государственной метеорологической службе; Национальному институту сейсмологии, вулканологии, метеорологии и гидрологии (Гватемала); Региональному

комитету по водным ресурсам Центральноамериканского перешейка (Коста-Рика); Индийскому институту тропической метеорологии (г. Пуна).

Литература

AGUILAR, E., I. AUER, M. BRUNET, T.C. PETERSON and J. WIERINGA, 2003: Guidelines on Climate Metadata and Homogenization, WCDMP-No.53, WMO-TD No.1186. WMO, Geneva, 55 pp.

EASTERLING, D.R., L.V. ALEXANDER, A. MOKSSIT, V. DETEMMERMAN, 2003: CCI/CLIVAR Workshop to Develop Priority Climate Indices. *Bull. Amer. Meteorol. Soc.*, 84, 1403–1407.

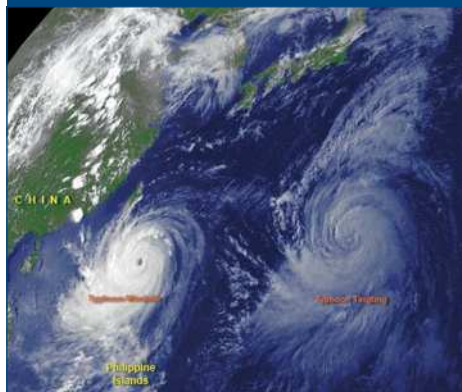
FRISH, P., L.V. ALEXANDER, P. DELLAMARTA, B. GLEASON, M. HAYLOCK, A.M.G. KLEIN-TANK and T. PETERSON, 2002: Observed coherent changes in climate extremes during the 2nd half of the 20th century, *Climate Res.*, 19, 193–212.

MANTON, M.J., et al., 2000: Trends in extreme daily rainfall and temperature in Southeast Asia and the South Pacific: 1961–1998. *Int. J. Climatol.*, 21, 269–284.

PETERSON, T.C., C. FOLLAND, G. GRUZA, W. HOGG, A. MOKSSIT, and N. PLUMMER, 2001: Report of the Activities of the Working Group on Climate Change Detection and Related Rapporteurs, WMO/TD No 1071, WMO, Geneva, 146 pp.

PETERSON, T.C., M.A. TAYLOR, R. DEMERITTE, D.L. DUNCOMBE, S. BURTON, F. THOMPSON, A. PORTER, M. MERCEDES, E. VILLEGAS, R.S. FILS, A. KLEIN-TANK, A. MARTIS, R. WARNER, A. JOYETTE, W. MILLS, L. ALEXANDER, and B. GLEASON, 2002: Recent Changes in Climate Extremes in the Caribbean Region. *J. Geophys. Res.*, 107(D21), 4601, doi: 10.1029/2002JD002251 (Nov.16, 2002).

Глобальная климатическая система в 2004 г.



Тайфуны Миндулле и Тингтинг
29 июня 2004 г. (снимок: НУОА)

С 1993 г. ВМО выпускает ежегодные заявления о состоянии глобального климата с целью предоставления надежной научной информации о климате и его изменчивости. Эти заявления дополняют периодические оценки Межправительственной группы экспертов по изменению климата ВМО/Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Настоящая статья взята из заявления, описывающего условия климата, включая экстремальные метеорологические явления, в 2004 г. (ВМО No. 983)

Глобальная температура

В 2004 г. глобальная поверхностная температура превысила среднюю годовую величину за период 1961–1990 гг. (14 °C) на 0,44 °C. Это позволило 2004 году занять четвертую позицию среди самых теплых годов с 1861 г. сразу вслед за 2003 годом (+0,49 °C). Послед-

ние 10 лет (1995–2004 гг.), за исключением 1996 г., занимают место среди самых теплых лет за все время регистрации температуры. Пять самых теплых лет среди указанных десяти в порядке от более теплого к более холодному расположились следующим образом: 1998 г., 2002 г., 2003 г., 2004 г. и 2001 г.

В XX веке увеличение глобальной поверхностной температуры варьировалось от 0,6 °C до 0,7 °C. Скорость изменения после 1976 г. приблизительно в три раза выше, чем за последние сто лет в целом. В Северном полушарии 1990-е годы явились самым теплым десятилетием, когда среднее превышение составило 0,38 °C. Однако превышение поверхностной температуры, осредненное за последние пять лет (2000–2004 гг.), было значительно выше (0,58 °C). Измерения температуры приземного воздуха, сделанные сетью расположенных по всему миру наземных станций, показали, что тренды ночной минимальной температуры в безветренные ночи те же, что и в ночи, когда наблюдается ветер.

Поверхностная температура, рассчитанная отдельно для обоих полушарий в 2004 г., для Северного полушария заняла четвертое место среди самых теплых температур (+0,62 °C), а для Южного – шестое (+0,25 °C) за весь период инструментальных наблюдений, начиная с 1861 г. и до настоящего времени. На глобальном уровне аномалии приземной температуры воздуха для октября и ноября 2004 г. были самыми теплыми для этих месяцев за весь период наблюдений. Суммарная величина приземной температуры воздуха и температуры поверхности моря (ТПМ) для Арктики (к северу от 70 °с.ш.) в июле и величины приземной температуры воздуха в Африке к югу от экватора в июле и ноябре были также самыми высокими для этих месяцев за весь период наблюдений. Значительные положительные аномалии годовой региональной температуры, особен-

но на большей части Центральной Азии, Китая, западных территориях США и Аляски, а также на обширных акваториях северной части Атлантического океана, внесли вклад в то, что глобальная средняя поверхностная температура 2004 г. заняла высокое положение.

Аномалии региональной температуры

На обширных территориях Северного полушария в 2004 г. наблюдались теплые температурные условия, превышающие 90% годовых температур, зарегистрированных в период 1961–1990 гг. (90-й процентиль). В Северном Китае, частях Центральной Азии и восточной части Северной Атлантики наблюдалась температура, превышающая 98-й процентиль. Только на нескольких небольших территориях температура была ниже 10-го процентиля.

В июне и июле воздействию волн тепла с почти рекордной температурой подверглись Португалия, Румыния и южная часть Испании, при этом максимальная температура достигала 40 °C. Во вторую неделю августа воздействию аномальной волны тепла подверглись части Исландии, в результате август 2004 г. стал вторым по теплу августом за весь период наблюдений.

В феврале исключительная волна тепла наблюдалась на большей части Восточной Австралии, когда во многих районах максимальная температура поднялась до 45 °C, а аномалии температуры превысили 8 °C. Пространственный и временной диапазон действия этой волны превысил диапазон действия всех волн тепла, когда-либо наблюдавшихся в феврале в течение всего периода наблюдений, и позволил ей войти в пятерку самых сильных волн тепла, наблюдавшихся в Австралии во все месяцы.

Продолжительная и очень сильная волна тепла, имевшая место в Индии в последнюю неделю марта и в начале апреля, явилась причиной ги-

бели более чем 100 человек. В этот период максимальная температура превышала многолетнее среднее значение на 5–7 °С. В Японии было очень жарко в течение всего лета, и максимальная температура достигала рекордной отметки, в Токио 20 июля максимальная температура достигла 39,5 °С, побив прежний рекорд, установленный в 1923 г.

Во время зимы в Северном полушарии периоды очень холодной погоды наблюдались в северных частях Индии и Бангладеш, вызвавшие гибель 600 человек. Максимальные и минимальные температуры были на 6–10 °С ниже нормы. По имеющимся данным, во время зимы в Южном полушарии аномальные холода в высокогорных частях Анд и южной части Перу унесли 92 человеческие жизни и послужили причиной гибели более 100000 сельскохозяйственных животных.

Продолжительная засуха в ряде регионов

В начале 2004 г. в ряде районов восточной части Южной Африки, Мозамбика, Лесото и Свазиленда продолжала свое разрушительное действие засуха. Однако усиленные осадки во второй половине сезона дождей (с ноября по март) принесли некоторую пользу сельскохозяйственным культурам в южной части Африки. Количество осадков, выпавшее во время как длинного (с марта по июнь), так и короткого (с октября по ноябрь) сезонов дождей, было значительно ниже нормы во многих частях Большого Африканского Рога, что привело к продолжительной засухе, охватившей все периоды года. В отдельных регионах южной части Большого Африканского Рога и в некоторых районах Уганды отмечалась самая сухая погода с 1961 г. В Кении преждевременное завершение длинного сезона дождей 2004 г. усугубило засуху, явившуюся результатом недостаточного количества осадков, отмечавшегося в течение ряда лет во многих районах. Предполагалось, что в связи с этим

Сезон разрушительных циклонов

В 2004 г. во время сезона тропических циклонов в Северной Атлантике и северо-западной части Тихого океана наблюдался ряд самых разрушительных ураганов и тайфунов, вызвавших гибель более 6000 человек и сильно повредивших инфраструктуру. Сезон циклонов 2004 г. был вторым по размеру нанесенного ущерба после 1992 г., а число человеческих жертв, вызванных тропическими циклонами, было самым высоким с 2000 г.

Во время сезона ураганов в Атлантическом океане сформировалось 15 именованных тропических штормов; в среднем наблюдается около 10 таких штормов. В августе сформировалось восемь тропических штормов, что для августа является рекордным количеством именованных штормов. С 1995 г. наблюдается заметное увеличение количества ежегодных тропических штормов в бассейне Атлантического океана, которое совпадает с активной фазой Атлантического многодекадного сигнала. Девять из штормов, получивших названия, были квалифицированы как ураганы. Шесть из них определены как сильные ураганы (им присвоена третья категория или выше по шкале Сафира-Симпсона). Ураган *Иван* был самым сильным ураганом, поразившим страны Карибского бассейна за последние 10 лет. Ураган *Чарли* был самым сильным и самым разрушительным ураганом, обрушившимся на США, со времени урагана *Эндрю* в 1992 г. В общей сложности девять именованных штормов атаковали территорию США, причинив значительный ущерб, который оценивается более чем в 43 миллиарда долларов США, и сделал тем самым сезон ураганов 2004 г. самым дорогостоящим за весь период наблюдений. В 2004 г. атлантические тропические циклоны непосредственно виноваты в гибели 3000 человек; абсолютное большинство из них погибли на Гаити из-за наводнения, вызванного ураганом *Жанна*.

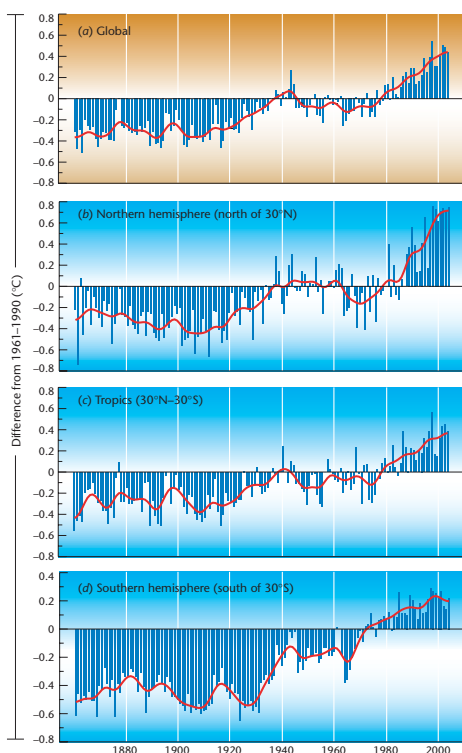
Напротив, в восточном районе северной части Тихого океана активность тропических циклонов была ниже средней. В течение года сформировалось всего 12 именованных штормов при

норме 16. Из 12 шесть достигли силы урагана и три определены как сильные ураганы. Ни один из циклонов не вышел на сушу, как тропический шторм или ураган.

В южной части Атлантического океана состояние поверхности океана и атмосферные условия не способствуют формированию ураганов. Однако в марте 2004 г. впервые со времени начала наблюдений с геостационарных спутников в 1966 г. был зарегистрирован сформировавшийся ураган. Под неофициальным именем *Катарина* 28 марта 2004 г. он вышел на сушу вдоль побережья Бразилии (в штат Санта-Катарина), причинив значительный ущерб собственности и став причиной гибели нескольких человек.

В северо-западной части Тихого океана сформировалось 29 именованных штормов при норме 27. Девятнадцать из них достигли интенсивности тайфуна, что несколько выше среднего многолетнего показателя. В среднем три тропических циклона выходят на сушу в Японии. Однако в 2004 г. 10 тропических циклонов вышли на сушу, побив предыдущий рекорд, который равнялся шести и был установлен в 1990 г. 209 человек погибли в Японии из-за наводнений, оползней, сильного ветра и штормовых нагонов, вызванных тропическими циклонами. Они также причинили ущерб инфраструктуре на сумму около 10 миллиардов долларов США. Тайфун *Рананим*, который стал самым сильным тайфуном, поразившим провинцию Чжицзян в Китае с 1956 г., унес 169 человеческих жизней и причинил ущерб на сумму 2 миллиарда долларов США.

В юго-западной части Индийского океана сезон циклонов был также активным с количеством тропических штормов выше нормы. Тропический циклон *Гафило*, унесший 237 человеческих жизней, стал самым сильным циклоном, поразившим Мадагаскар за последние 10 лет. Тропический шторм 02В вышел на сушу у побережья Мьянмы 19 мая, вызвал гибель 200 человек. Однако активность тропических циклонов в районе южной части Тихого океана/Австралии была нейтрализована.



Аномалии суммарной годовой приземной (околоповерхностной) температуры воздуха и температуры поверхности моря за 1861–2004 гг. (отклонения в °C от средних величин за базовый период 1961–1990 гг.). Сплошные красные кривые отражают колебания в масштабе времени с шагом менее десяти лет, сглаженные с помощью биномиального фильтра: аномалии (в °C) для 2004 г.: + 0,44 (a); + 0,75 (b); + 0,38 (c); + 0,22 (d) (источники – центр им. Гадлея, Метеорологическое бюро, СК и группа климатических исследований университета Восточной Англии, СК)

ной влажности преобладали в южных и западных частях США, в России, в некоторых районах западной части Азии, в Бангладеш, Японии, прибрежных районах Бразилии, в Аргентине и на северо-западе Австралии.

Летний азиатский муссон в июне–сентябре принес сильные дожди и наводнения в ряд районов северной части Индии, Непала и Бангладеш, оставив миллионы людей без средств к существованию. В Индии, Непале и Бангладеш около 1800 человек погибли от наводнения, вызванного сильными муссонными дож-

дями. Наводнение на северо-востоке Индии (особенно в провинциях Ассам и Бихар) и в Бангладеш было самым сильным за десятилетие. В восточной и южной частях Китая сильные дожди, выпавшие в течение лета, вызвали сильное наводнение и оползни, от которых в целом по стране пострадали более 100 миллионов человек и которые унесли более 1000 человеческих жизней. Сильные муссонные дожди в июле и августе привели к наводнению на ряде рек в северо-восточной и центральной частях Таиланда. Интенсивная система низкого давления явилась причиной рекордного снегопада в Республике Корея, выпавшего 5 марта и нанесшего ущерб сельскому хозяйству на сумму в 500 миллионов долларов США.

В октябре два тайфуна, а также активные фронтальные системы вызвали рекордно сильные дожди в Японии. Всего в октябре в Токио выпало 780 мм осадков, что является самой большой месячной суммой с 1876 г. Во второй половине ноября и в начале декабря два тайфуна и один тропический шторм затронули южные и центральные части Филиппин, вызвав проливные дожди в течение нескольких дней, а также катастрофические ливневые паводки и оползни, в результате которых, как сообщается, погибли 1800 человек.

Грязевые оползни и наводнения, вызванные сильными дождями, прошедшими в ряде районов Бразилии в январе и феврале, оставили десятки тысяч людей бездомными и унесли 161 человеческую жизнь. Сезон дождей в высокогорьях Перу и Боливии принес сильные дожди, град и оползни, которые причинили серьезный ущерб сельскохозяйственным землям и культурам и в результате которых погибли, по крайней мере, 50 человек. На Гаити проливные дожди, вызванные ураганом *Жанна*, послужили причиной катастрофического наводнения, унесшего 3000 человеческих жизней. Это случилось после наводнения и оползней, причинивших

ущерб Гаити и Доминиканской Республике в конце мая 2004 г. В результате погибли более чем 2000 человек и пострадали несколько тысяч. Серия зимних штормов в конце июня и начале июля 2004 г. принесла сильные дожди и вызвала грязевые оползни в области Патагония, расположенной в Чили и Аргентине.

В апреле шторм вызвал сильные дожди и ливневые паводки на юго-западе США и в соседней Мексике. В феврале зимний шторм стал причиной небывалых снегопадов и снежных бурь в Канаде. В Галифаксе 19 февраля выпало 85 см снега, что вдвое выше прежнего рекорда снеговых осадков за один день. В июле проливные дожди с градом привели к сильнейшим ливневым паводкам в Эдмонтоне и Питерборо, каких, как полагают специалисты, не было уже 200 лет.

Суровая зимняя погода затронула также в последнюю неделю января большую часть западной и северной Европы, послужив причиной сильных снежных заносов в отдельных районах Соединенного Королевства, Франции, Германии и Дании. В апреле сильные продолжительные дожди вызвали наводнение в некоторых частях западной Сибири. На Северном Кавказе серьезно были повреждены сотни зданий, мостов и автомагистралей, а также нанесен ущерб сельскохозяйственным культурам. В ноябре ранний зимний шторм стал причиной рекордно сильных снегопадов и ветров на большей части Скандинавии и Центральной Европы, причинивших значительный ущерб.

Сильные дожди с середины января до марта, прошедшие в некоторых частях Анголы, вызвали наводнения на реках, текущих в соседние Замбию, Ботсвану и Намибию. Сильное наводнение на реке Замбези, самое сильное с 1958 г., поставило под удар более 20000 человек на северо-востоке Намибии и нанесло значительный ущерб сельскохозяйственным культурам.

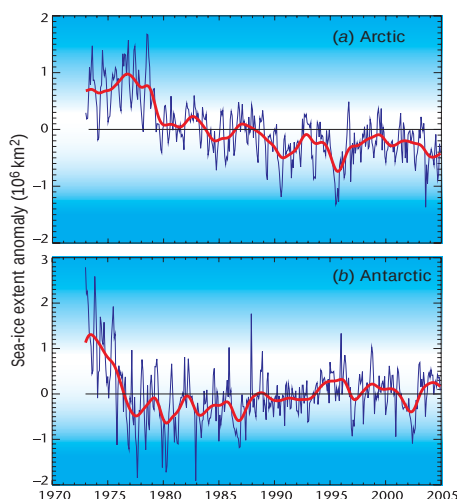
Количество осадков в период тропических дождей 2003–2004 гг. (октябрь–апрель) в большинстве районов западной и центральной части австралийских тропиков было больше нормы. В некоторых частях северной территории это был самый мокрый сезон дождей за весь период наблюдений. В феврале сильные штормы вызвали сильные дожди и опасные наводнения в южных районах Северного Острова Новой Зеландии.

Слабые условия Эль-Ниньо

Температура поверхности моря и атмосферное давление на уровне моря в тропической части Тихого океана в начале 2004 г. отражали почти нейтральные условия Эль-Ниньо. Однако повышение температуры и распространение аномального тепла на восток в центральной и центрально-восточной частях экваториальной зоны Тихого океана в течение периода с июля по сентябрь указывали на слабые условия Эль-Ниньо. С последней недели июля температура поверхности моря в центральной части экваториальной зоны Тихого океана была приблизительно на 0,8 °C выше средней величины. Однако положительные аномалии ТПМ были характерны только для этой части океана и только для указанного времени. Восточная часть Тихого океана, которая обычно играет важную роль в развитии явления Эль-Ниньо, оставалась большей частью нейтральной на всем протяжении 2004 г. Индекс Южного колебания Гаити-Дарвин был отрицательным с июня 2004 г., но сильно менялся. Крупномасштабные атмосферные изменения, ожидаемые во время явления Эль-Ниньо, в этом случае подчеркнута отсутствовали.

Антарктическая озоновая дыра

Значительное разрушение озона наблюдалось в Антарктике в период зимы/весны 2004 г. в Южном полушарии. В этом году площадь Антарктической озоновой ды-



Аномалии месячных величин протяженности морского льда за 1973–2004 гг.

(отклонения в миллионах км² от средних величин за базовый период 1973–2004 гг.).

Аномалии получены на основе данных прибора для пассивного микроволнового зондирования, установленного на борту спутника (источник – центр им. Гадлея, Метеорологическое бюро, СК)

ры (озоновой дырой считается участок атмосферы с экстремально низким уровнем озона – менее 220 единиц Добсона) достигла максимального размера в 19,6 миллионов км² в середине сентября. Если не считать 2002 г., когда озоновая дыра разделилась на две части, то озоновая дыра в октябре 2004 г. была самой маленькой за более чем десять лет и исчезла раньше обычного – в середине ноября.

Варьирование размера, глубины и устойчивости озоновой дыры, скорее, обусловлено междоудочными изменениями метеорологических условий в нижней стратосфере, чем изменением количества озоно-разрушающих веществ, присутствующих в озоновом слое. Измерения показывают, что количество большей части этих веществ в нижней атмосфере уменьшается. Однако ожидается, что химические вещества, которые уже попали в атмосферу, будут продолжать оказы-

вать воздействие на концентрацию озона в течение многих грядущих десятилетий. Непрерывный мониторинг и измерения имеют важное значение, чтобы понять, что необходимо для восстановления озонового слоя.

Арктический морской лед

В 2004 г. величина протяженности морского льда в Арктике оставалась ниже средней многолетней величины. В сентябре 2004 г. она была на 13% ниже средней величины за период 1973–2003 гг. Информация, полученная со спутников, говорит о том, что за последние два с половиной десятилетия протяженность морского льда в Арктике сократилась в целом на 8%. 2004 год является третьим годом подряд, когда потери морского льда достигают экстремальных величин. Дефицит морского льда в сентябре был особенно очевиден на крайнем севере Аляски и в Восточной Сибири. Протяженность морского льда реагирует на разнообразные климатические факторы. Несмотря на то, что междоудочные изменения протяженности морского льда обусловлены естественной изменчивостью, три года с экстремально минимальной протяженностью арктического льда в сочетании с данными, свидетельствующими об уменьшении толщины арктического льда, говорят о том, что изменения в системе морского льда связаны не только с естественной изменчивостью.



Погода и глобальное производство сельскохозяйственной продукции в 2004 году

Цель Программы ВМО по сельскохозяйственной метеорологии заключается в том, чтобы способствовать лучшему пониманию ценности и использования метеорологической и климатической информации фермерами и другими пользователями при планировании и оперативной деятельности в сельскохозяйственном, лесном и других связанных с ними секторах. В настоящей статье, основанной на информации, предоставленной Объединением по метеорологическому обслуживанию сельского хозяйства Министерства сельского хозяйства Соединенных Штатов Америки, показано, как можно использовать метеорологическую и климатическую информацию для оказания поддержки лицам, принимающим решения в сельскохозяйственном секторе.

Ниже следует ежегодный обзор производства сельскохозяйственной продукции в регионах, при этом 2004 год сравнивается с предыдущим годом. В приведенных обобщенных данных отражается влияние погоды в период вегетации на урожай сельскохозяйственных культур, сбор которых осуществлялся в 2004 календарном году. Для большинства стран изменения, касающиеся производства сельскохозяйственных культур, внесены на основе оценок, выпущенных Министерством сельского хозяйства Соединенных Штатов Америки в феврале 2005 г.

Пшеница и фуражное зерно

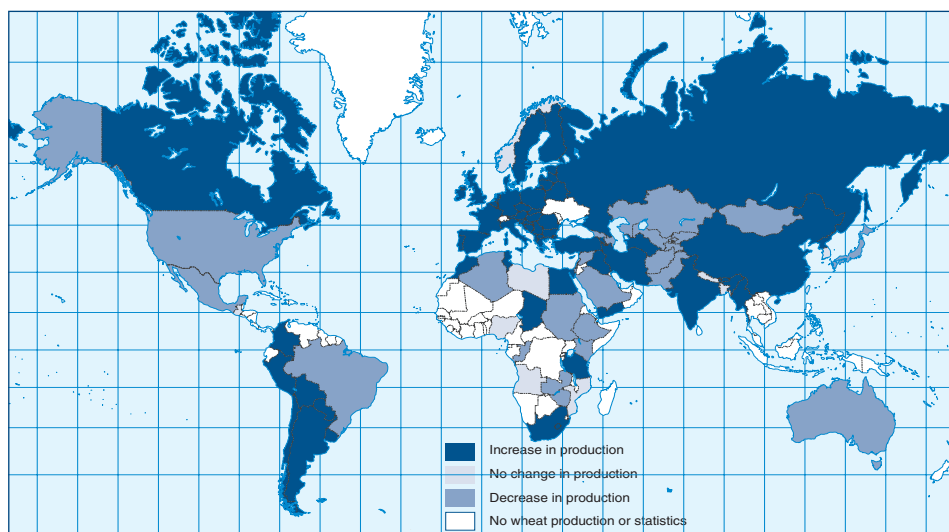
За 2003 г. мировое производство пшеницы выросло на 13 %. Производство пшеницы выросло в Аргентине, Канаде, Китае, странах Европейского союза, Индии, Исламской Республике Иран, Марокко, Тунисе, Турции, Российской Федерации, Южной Африке и Украине и сократилось в Алжире, Австралии, Бразилии, Казахстане, Мексике, Пакистане и США. Мировое производство фуражного зерна выросло на 9 %. Оно выросло в Канаде, Китае, Европейском союзе, Исламской Республике Иран, Марокко, Турции, Украине и США и сократилось в Аргентине, Австралии, Бразилии, Индии, Казахстане, Мексике, Российской Федерации и Южной Африке.

В Канаде производство пшеницы и ячменя выросло на 10 и 7% соответственно благодаря тому, что на протяжении большей части весны и лета в прериях в целом преобладала мягкая и влажная погода. Это была долгожданная перемена после последних лет засухи и несвоевременной сухой погоды, кроме того, условия увлажнения, сложившиеся в течение многих лет, улучшились во многих ранее засушливых посевных районах. Однако из-за позднего сева и летней температуры ниже нормы сельскохозяйственные культуры во всем регионе отставали от нормальных темпов роста на протяжении

большой части периода вегетации. Осенние заморозки, наступившие раньше обычного, привели в отдельных местах к порче и снижению качества, при этом сообщается о необычно большом объеме мелкозерных злаков, отнесенных в разряд фуражного зерна. В Онтарио производство кукурузы снизилось примерно на 8% в связи с тем, что уменьшение посевных площадей не смогло быть компенсировано отличным урожаем.

В Китае производство пшеницы выросло на 4% в связи с благоприятной погодой и своевременными дождями на протяжении всего периода вегетации на большей части Северо-Китайской равнины. Производство кукурузы выросло на 9%, что обусловлено увеличением посевной площади и более высокими урожаями. Несмотря на весеннюю засухливость в отдельных частях северной Манчжурии, своевременные летние дожди на всей территории Манчжурии и Северо-Китайской равнины способствовали хорошему урожаю.

В Европейском союзе на Францию, Германию, Италию, Польшу, Испанию и Соединенное Королевство приходится около 80% общего производства пшеницы. В 2004 г. погода пришла в норму после суровой зимы, засухи и летней волны тепла в 2003 г. Из-за засухи 2003 г. в Соединенном Королевстве несколько запоздали с посадкой озимых,



Изменение производства пшеницы по странам в 2004 г. по сравнению с 2003 г.

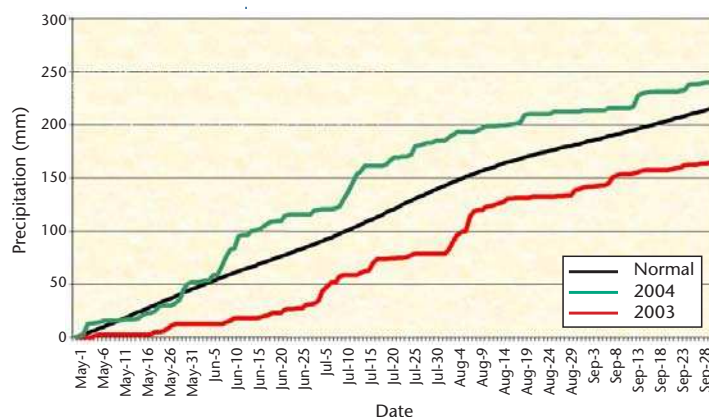
однако, по большей части, своевременные осенние дожди обеспечили необходимую для этого влажность почвы. Зима 2003/2004 г. с почти нормальной температурой и своевременными осадками резко отличалась от зимы 2002/2003 г., когда наблюдались большие колебания температуры и имелись случаи вымерзания растений. В 2004 г. наблюдались лишь отдельные случаи вымерзания, которые имели место в Польше и Словакии. Осенние осадки, выпавшие в количестве, близком к норме, принесли пользу репродуктивным озимым.

Со сбором урожая не было крупных проблем, за исключением избыточных осадков в Соединенном Королевстве, выпавших в августе, которые уменьшили количество и ухудшили качество урожая. В основных странах-производителях пшеницы производство пшеницы выросло на 30, 10, 31, и 25% во Франции, Соединенном Королевстве, Германии и Польше соответственно.

Возвращение благоприятной погоды привело к тому, что в Европейском союзе производство фуражного зерна также выросло на 22%, при этом производство кукурузы и ячменя выросло на 32 и 13% соответственно. Летние осадки и температуры, близкие к норме, после засухи и волны тепла 2003 г. обеспечили отличные условия для роста культур. Производство кукурузы выросло на 20–30% на большей части территории Европейского союза. По имеющимся данным в Венгрии рост составил 74%. Аналогично урожай ячменя в большинстве стран Европейского союза вырос на 7–20% по сравнению с пострадавшим от засухи урожаем 2003 г. Только из Соединенного Королевства и Литвы сообщается о сокращении производства ячменя на 7 и 13% соответственно. Сокращение производства в Соединенном Королевстве связано с уменьшением площади под ячменем из-за избыточных осадков во время сбора урожая.

Благоприятная погода вернулась также и в юго-восточную Европу,

Суммарные осадки на севере и в центре Казахстана за период с 1 мая по 30 сентября 2004 г. В Казахстане около 75% яровой пшеницы и ячменя выращивается в этом районе.



что привело к значительному росту производства пшеницы и фуражного зерна. В Болгарии и Румынии производство пшеницы увеличилось на 105 и 225% соответственно. В Румынии, Сербии и Черногории и Болгарии производство кукурузы выросло на 85, 65 и 50% соответственно. Производство ячменя выросло соответственно на 159, 50 и 111%.

В Казахстане большая часть выращиваемой пшеницы – это яровая пшеница. Производство пшеницы резко сократилось (14%). В мае не по сезону теплая, сухая погода преобладала на большей части территории страны, способствуя севу яровых. Однако в течение месяца в большинстве посевных районов яровых периодически устанавливалась жара, вызвав быстрое высушивание верхнего слоя почвы. Засушливая погода сохранялась в большинстве основных районов возделывания яровых на северо-востоке Казахстана в течение июня и июля, снижая шансы на получение богатого урожая по мере того, как зерновые проходили репродуктивную фазу развития. Несмотря на то, что в некоторых районах в начале августа выпали осадки, превышающие норму, полного восстановления после ранней жары и засухливости не произошло. В результате производство пшеницы сократилось на 14%, а фуражного зерна – на 19%. Обычно в Казахстане 80% производства фуражного зерна приходится на яровую ячмень.

На северо-востоке Африки в 2004 г. количество осадков, выпавших в пе-

риод вегетации, было выше среднего, но ниже, чем в 2003 г. В Марокко, а также в Тунисе производство пшеницы выросло на 7%. В Алжире сокращение посевных площадей на 27% не смогло быть компенсировано увеличившимся урожаем. Производство пшеницы уменьшилось почти на 13%. В Алжире и Марокко производство ячменя выросло на 7 и 5% соответственно. В Тунисе снизившийся урожай ячменя привел к сокращению его производства на 14%.

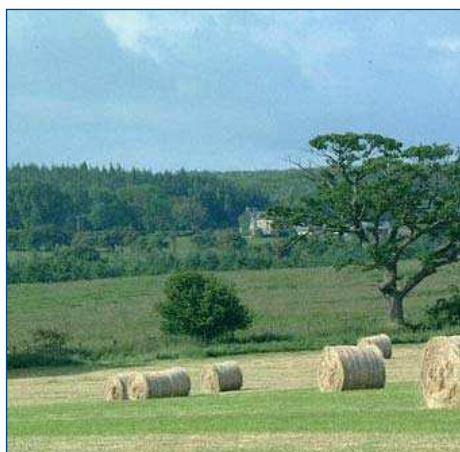
В Российской Федерации озимая пшеница выращивается в основном на юге России и в южных частях Центрального района и Поволжья. Большая часть яровой пшеницы выращивается на участке от Поволжья до Сибири. В 2004 г. условия для роста озимой пшеницы были значительно лучше, чем в 2003 г., что привело к увеличению производства на 80%. На юге России влажная погода в начале сентября сменилась сухой погодой, которая преобладала на протяжении оставшейся части месяца, способствуя севу озимой пшеницы, но снижая влажность верхнего слоя почвы, необходимую для приживаемости пшеницы. Тем не менее мягкая погода и достаточное количество влажности в октябре и ноябре способствовали приживаемости пшеницы и позволили ей вступить в период покоя в лучших условиях, чем в предыдущем году.

Не по сезону мягкая зимняя погода преобладала в большинстве районов возделывания озимых культур, обеспечивая благоприятные условия для

перезимовки. В этих районах было лишь несколько случаев сильных холодов. Большей частью сильный холод продолжался недолго, причем в районах, где пшеница была защищена достаточным снежным покровом, т.е. угроза вымерзания была сведена к минимуму. В марте необыкновенно мягкая погода привела к тому, что озимая пшеница в основных районах возделывания прервала период покоя на одну – две недели раньше обычного. Количество осадков от близкого к норме до превышающего норму способствовало развитию озимой пшеницы в апреле и мае. В июне в основных районах возделывания озимой пшеницы на юге страны наблюдалась погода, которая заняла второе место по влажности за последние 25 лет. Она способствовала наливу пшеницы, но задерживала начало полномасштабного сбора урожая озимой пшеницы. Количество осадков ниже нормы и не по сезону мягкая погода в мае помогли севу яровой пшеницы. Количество осадков от близкого к норме до превышающего норму способствовало прорастанию и приживаемости пшеницы.

Такие благоприятные для яровой пшеницы условия преобладали в Сибири, в то время как на Урале в начале июля установилась жаркая и сухая погода, которая продолжалась на протяжении всех фаз роста и развития яровой пшеницы, уменьшив шансы на богатый урожай. Более благоприятная погода в других районах не компенсировала этого уменьшения. В результате производство яровой пшеницы сократилось по сравнению с прошлым годом на 4%. Производство фуражного зерна в России сократилось на 3% в основном из-за необычно высокого вымерзания в ключевых районах возделывания ржи и 7%-ного сокращения в производстве ярового ячменя. Яровой ячмень выращивается на большей части территории России. Напротив, идеальные погодные условия в период вегетации кукурузы в ключевых районах ее возделывания способствовали повышению ее производства на 64%.

На юге Азии увеличение как посевных площадей, так и урожая приве-



ло к росту производства озимой пшеницы на 11%. Производство фуражного зерна в Индии упало на 20%, так как внезапные муссонные ливни привели к потере посевных площадей и 10%-ному сокращению итогового урожая. Производство несколько снизилось в Пакистане, где увеличение посевных площадей не смогло компенсировать уменьшение урожая.

В южном полушарии после рекордных показателей 2003 г. производство пшеницы в Австралии упало приблизительно на 18%. Как и в 2003 г., в целом благоприятная погода способствовала росту озимой пшеницы. Однако на западе Австралии зимние и весенние осадки не были такими обильными, как в 2003 г., что привело к небольшому сокращению производства пшеницы. На западе Австралии несвоевременная жара и засушливость мешали пшенице развиваться на стадиях колошения и налива и привели к более значительному сокращению производства. В Южной Африке производство пшеницы выросло на 17% в основном за счет увеличения посевных площадей. Увеличение урожая было минимальным, так как погода приносила разочарование фермерам уже второй год подряд.

Напротив, своевременные летние дожди привели в Южной Африке к повышению урожая кукурузы, хотя производство выросло незначительно в связи с уменьшением посевных площадей. В Аргентине производст-

во кукурузы упало на 10% в связи с тем, что продолжительная весенняя засуха в основных районах возделывания кукурузы способствовала сокращению как посевных площадей, так и урожая. Производство озимой пшеницы поднялось на 19% благодаря увеличению как урожая, так и посевной площади, хотя, как сообщается, дождливая погода во время сбора урожая понизила качество зерна. Аналогично производство кукурузы в Бразилии упало на 6% из-за летней засухи в кукурузном поясе на юге страны, однако отличный урожай озимой кукурузы в более северных районах предотвратил еще большее сокращение производства. Производство озимой пшеницы практически осталось на прежнем уровне, так как увеличение посевной площади почти компенсировало уменьшившийся урожай.

В Турции производство озимых пшеницы и ячменя выросло на 5 и почти на 3% соответственно. В Исламской Республике Иран благоприятная погода в период вегетации и постоянное расширение посевных площадей повысили производство пшеницы на 9%, сделав 2004 год еще одним рекордным годом.

На Украине в основном выращивается озимая пшеница. Сухая погода в сентябре задержала сев в некоторых южных и восточных областях. Бездождье сентября сменилось в октябре осадками выше нормы, которые обеспечили столь необходимую влагу для прорастания и приживаемости озимой пшеницы. В ноябре мягкая погода и достаточная влажность продолжали способствовать росту озимых, вступивших в период покоя во второй половине месяца в значительно лучших, чем в прошлом году, условиях. Не по сезону мягкая погода преобладала в районах возделывания озимой пшеницы, обеспечив благоприятные условия для перезимовки.

Как сообщается, вымерзание озимых было ниже среднего на 5%, а от количества, вымерзшего предыдущей зимой, составило менее 65%. Необыкновенно мягкая погода в марте позволила озимым выйти из



периода покоя на одну – две недели раньше обычного. Засушливые условия возвратились в южные и восточные районы возделывания озимых в марте и апреле, но в мае их сменили своевременные осадки, способствовавшие развитию озимых во время репродуктивной фазы, которая нуждается в высокой влажности и сильно зависит от температуры. Несмотря на то, что влажная погода задержала ранний сбор урожая, в основном сухая погода во второй половине месяца позволила его ускорить. Общее производство озимой пшеницы выросло на 450% по сравнению с предыдущим годом, когда суровая погода зимой и засуха весной поразили большую часть урожая. Производство фуражного зерна выросло на 47%, при этом производство ячменя и кукурузы выросло на 62 и 29% соответственно. Резкое увеличение производства этих культур было обусловлено идеальными условиями для роста.

В США производство пшеницы (озимой, яровой и твердых сортов) снизилось на 8%. Несмотря на своевременные осадки во многих районах возделывания пшеницы, продолжительная засуха и недостаток влаги в подпахотном слое уменьшили урожай пшеницы в ряде районов Высоких равнин. Производство кукурузы в США было на 17% выше рекорда, установленного в 2003 г. Погода на среднем западе в период роста была почти идеальной, с обильными осадками и минимальным воздействием жары.

Масличные культуры

В 2004 г. мировое производство масличных культур выросло на 16%. Производство масличных культур выросло в Бразилии, Канаде, Китае, Европейском союзе, Индии, Индонезии и США и сократилось в Аргентине, Российской Федерации и на Украине.

В Аргентине в начале сезона вегетации продолжительная засуха в местности Кордоба сорвала сев кукурузы и большая часть посевных площадей, использовавшихся в последнее время, было отдано под сою. Однако

влияние засушливости в конце сезона в сочетании с общим запаздыванием урожая снизило производство сои на 4%, несмотря на рекордную посевную площадь. Также производство подсолнечника снизилось на 14%, поскольку уборочная площадь сократилась на 20%, несмотря на повысившийся урожай. Сельскохозяйственный сезон 2004 г. разочаровал бразильских фермеров, так как объем продукции остался на уровне 2003 г., несмотря на наличие пятый год подряд рекордных посевных площадей. Самый низкий урожай с 1998 г. явился результатом несвоевременной засухи в основных районах производства сои и распространения Азиатской ржавчины в более северных районах ее выращивания.

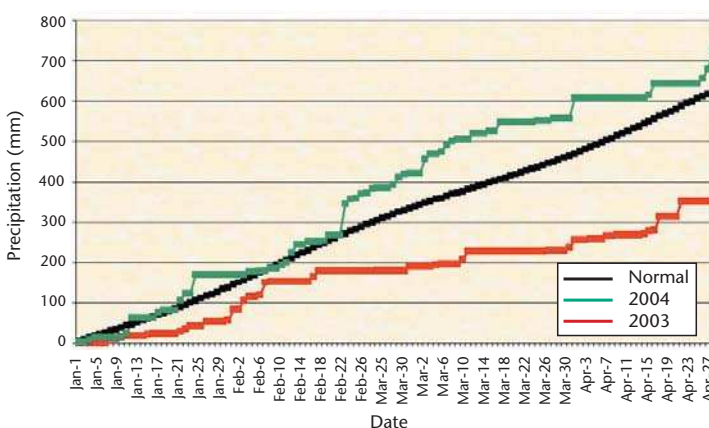
В Китае равномерные весенние осадки и увеличившаяся посевная площадь привели к повышению производства озимого рапса на 5%. Кроме того, производство сои выросло почти на 17% частично благодаря благоприятной погоде на протяжении всего сезона вегетации в Маньчжурии и на Северо-Китайской равнине.

В Европейском союзе общее производство масличных культур выросло на 22% благодаря улучшившейся погоде. Увеличение производства рапса на 32% с лихвой компенсировало почти 6%-ное снижение производства подсолнечника. После возвращения соответствующей сезону погоды, последовавшей за сильной засухой и волной тепла 2003 г., в Германии производство рапса увеличилось на 43%, а во



Франции – на 14%. По имеющимся данным, только в Соединенном Королевстве производство рапса упало почти на 10%, частично из-за избыточных осадков во время сбора урожая. Производство подсолнечника упало во многих странах в связи с сокращением посевной площади, несмотря на благоприятную погоду и увеличившийся урожай.

В Индии суммарное производство масличных культур в 2004 г. практически осталось без изменения. Производство озимого рапса упало на 6% по сравнению с рекордным уровнем прошлого года, несмотря на несколько увеличившуюся посевную площадь. Производство летних масличных культур было неоднородным, так как многие основные районы подверглись воздействию периодов несвоевременной засухи, в том числе в разгар сева. Сосредоточенное в центре Индии



Суммарные осадки в районе реки Рио-Гранде-До-Сул (Бразилия) за период с 1 января по 30 апреля 2004 г.

производство сои, пострадавшее больше всего в результате неожиданного начала сезона муссонов 2004 г., сократилось на 4%, так как увеличение посевной площади компенсировало запланированное 20%-ное сокращение по сравнению с рекордным урожаем 2003 г. Урожай и производство арахиса (земляного ореха) претерпели лишь небольшое сокращение в основном из-за превысивших норму муссонных осадков в штате Гуджарат и своевременных осадков в конце сезона, выпавших в основных зонах выращивания арахиса в Индии.

В Северной Америке производство сои в США было самым высоким за все время, превысив на 28% уровень 2003 г. К такому резкому росту привели в целом благоприятные условия во время сезона вегетации в основных районах выращивания сои на среднем западе и юге страны. В Канаде производство рапса (канолы) выросло на 13%, так и посевная площадь, и урожай продолжали восстанавливаться после последних нескольких сезонов засухи в прерии. Подобным образом, производство сои выросло на 35%, достигнув рекордного уровня благодаря рекордной посевной площади и почти оптимальным условиям выращивания в Онтарио.

В Российской Федерации, несмотря на то что погодные условия в вегетационный период были в основном благоприятными для подсолнечника, урожай немного уменьшился по сравнению с предыдущим годом. На Украине менее благоприятная погода в сочетании с уменьшившейся уборочной площадью привела к сокращению производства подсолнечника на 28%.

Рис

Мировое производство риса выросло на 3%. Производство риса выросло на большей части территории Юго-Восточной Азии, но суммарное производство в Южной Азии сократилось.

В Индии производство немного сократилось, на 1%, несмотря на увеличение урожая. Посевная площадь



сократилась приблизительно на 1,5 млн. га из-за несвоевременного начала муссона. Производство риса в Бангладеш, которое большую часть сельскохозяйственного сезона преследовали наводнения, упало примерно на 3%. В Пакистане, благодаря увеличившемуся урожаю, зарегистрирован рост производства на 2%. В Таиланде производство упало на 3%, частично – в связи с ранним завершением влажного сезона, когда рис находился еще на стадии налива. Во Вьетнаме производство риса практически осталось на том же уровне, что и в предыдущем году. В Китае производство риса выросло на 12% благодаря увеличению как посевной площади, так и урожая.

Хлопок

Мировое производство хлопка выросло примерно на 23%. Производство хлопка выросло в Аргентине, Бразилии, Китае, Индии, Турции, США и Узбекистане.

В северном полушарии производство хлопка выросло на 30% в Китае. Несмотря на влажную погоду в провинции Шаньдун, в конце сельскохозяйственного сезона урожай увеличился на 18%. В Индии производство выросло на 16% в связи с увеличением посевной площади и урожая. В Пакистане производство увеличилось на 48%, при этом значительно увеличились как урожай, так и посевная площадь. В связи с благоприятной погодой в Турции

производство хлопка увеличилось почти на 4%. Производство хлопка в США выросло на 26% по сравнению с 2003 г. и достигло рекордного уровня. В большинстве хлопковых поясов США наблюдались благоприятные условия как в период роста, так и в период сбора урожая, хотя избыточная влажность вызывала беспокойство в некоторых местах южных равнинных районов и на западном побережье Мексиканского залива. В Узбекистане благоприятные погодные условия в периоды вегетации и сбора урожая привели к 22%-ному росту производства хлопка.

В южном полушарии в Австралии производство хлопка выросло на 1%. Как и в 2003 г., в период вегетации на большей части территории восточной Австралии были зарегистрированы осадки, значительно превышающие норму. Как результат, восстановление после опустошительной засухи 2002 г. по-прежнему шло медленно, ограничивая влажность почвы и подачу воды на орошение. В Аргентине производство хлопка выросло на 79% в связи с резким увеличением посевной площади. В результате сочетания увеличившейся площади и рекордного урожая производство хлопка в Бразилии выросло на 50%. В Аргентине и Бразилии отмечено увеличение посевной площади под хлопок начиная с 1990-х годов.

Воздействие урагана *Иван* на острова Кайман



Ураган *Иван* движется в направлении островов Кайман 11 сентября 2004 г.
(снимок: НУОА)

Фред Самбула,
директор Метеорологической службы островов Кайман

Ураган

Ураган *Иван* развился из быстро движущегося циклона, сформировавшегося 2 сентября 2004 г. в Восточной Атлантике около островов Зеленого Мыса. 3 сентября сформировавшийся циклон стал девятым именованным штормом в сезоне 2004 г. (с эпицентром к юго-западу от островов Зеленого Мыса) и развился далее в пятый именованный ураган (с эпицентром в 09.00 часов на расстоянии около 1950 км к востоку – юго-востоку от Малых Антильских островов). 8 сентября в 03.00 часа правительство островов Кайман вы-

пустило оповещение об урагане. 10 сентября к 03.00 часам глаз урагана 5 категории по имени *Иван* был примерно в точке с координатами: 17,5 °с.ш. и 76,9 °з.д., т.е. где-то в 56 км к югу от Кингстона, Ямайка. В это время было выпущено предупреждение об урагане. Еще одним нежелательным обстоятельством явилось значительное замедление скорости движения урагана вперед с 29–32 км/ч до 13–16 км/ч.

Ураган *Иван* атаковал острова Кайман с полудня субботы 11 сентября до вечера понедельника 13 сентября. Хотя ветер ураганной силы начал обрушиваться на острова Кайман, начиная где-то с 01.00 часа в воскресенье, эпицентр этого медленно движущегося огромного урагана – диаметр около 645 км – пересек остров Большого Каймана и продвинулся вглубь на 34 км 12 сентября около 10.00 часов в качестве шторма 4–5 категории с постоянной скоростью ветра 250 км/ч (измерения и передача сообщений выполнены с самолета типа "охотник за ураганами").

Эффективность системы предупреждения

До урагана *Иван*

При отличном взаимодействии со средствами массовой информации Национальный комитет по ураганам островов Кайман (НКУОК) начал выпускать информацию для населения за 72 часа до прихода *Ивана*. Эффективность этого взаимодействия позволила провести добровольную эвакуацию с островов около 5000 человек, а к вечеру субботы 11 сентября почти все убежища на случай урагана были заполнены до отказа. НКУОК с помощью информационной службы правительства регулярно выпускал бюллетени, подготовленные Национальной метеорологической службой, с информацией о развитии урагана, а также рекомендациями о том, какие действия следует предпринять жителям для защиты жизни и собственности. Считается, что тот факт, что все средства массовой информации передавали бюллетени, полу-

Динамика прохождения урагана *Иван* по Большому Кайману

- Штормовой нагон с высотой волны примерно 2,5–3 м продвинулся далеко в глубь суши во многих местах и накрыл некоторые части острова на несколько часов в период между вечером 11 сентября и утром 12 сентября
- Ветер со скоростью 120 км/ч дул в течение 15 часов, а ветер с постоянной скоростью, превышающей 160 км/ч дул в течение семи часов в воскресенье. В течение двух из этих семи часов ветер достигал максимальной скорости 225–250 км/ч. Автоматическая станция метеорологических наблюдений (АСМН) на западном конце острова зарегистрировала ветер с постоянной скоростью 241 км/ч, при порывах с максимальной скоростью 274 км/ч приблизительно в 10.00 часов; другая АСМН в центральной части Большого Каймана зарегистрировала ветер с постоянной скоростью 234–250 км/ч при порывах с максимальной скоростью 306 км/ч. Это привело к значительному ущербу и разрушениям
- Обширное наводнение соленой воды вызвало разрушения во многих одноэтажных зданиях и вплоть до второго этажа – в более высоких зданиях

ченные от единого официального источника, сыграл большую роль в последующем эффективном реагировании со стороны населения.

Во время урагана *Иван*

НМС продолжала выпускать с помощью НКУОК и информационной службы правительства самую последнюю информацию для населения. К полуночи на всей территории островов прекратилась подача электроэнергии, а около 05.00 часов в воскресенье 12 сентября перестала работать телесвязь после того, как первый штормовой нагон, пришедший из залива Норд Саунд, повредил главную станцию телесвязи и вывел из строя правительственную радиостанцию.

Аварийные блоки питания в центре телесвязи, правительственная радиостанция и центр по операциям в

чрезвычайных условиях обеспечили возможность непрерывного доступа к Интернету, что позволило в течение ночи получать и передавать информацию, поступавшую от Национального центра по ураганам (НЦУ) в Майями. Однако после того, как телесвязь вышла из строя, возможность дальнейшего выпуска информации для населения о развитии урагана исчезла. Единственным способом получения информации об урагане оставалась телефонная связь с НЦУ через спутниковый передатчик.

После урагана *Иван*

Оценка ущерба, проведенная в понедельник 13 сентября, показала, что вышла из строя вся инфраструктура телесвязи и других коммунальных услуг. Однако одному из провайдеров удалось быстро восстановить сотовую связь, что дало возможность принимать редкие

звонки из-за пределов островов Кайман. Здание метеорологического бюро было затоплено соленой водой на уровне 60–90 см, и большая часть оборудования вышла из строя. По телефону с директором Метеорологической службы Ямайки было решено работать в соответствии с региональным планом на случай урагана и, что Метеорологическая служба Ямайки возьмет на себя обязанности по выпуску прогнозов для территории островов Кайман. Однако отсутствие телесвязи с островами Кайман означало, что возможности получать информацию с Ямайки нет.

Меры по восстановлению требовали, чтобы в течение дня на остров совершала полеты грузовая авиация, а для этих полетов нужна была метеорологическая информация. Для этого синоптик был размещен на диспетчерской вышке. Такое положение

	Большой Кайман	Малый Кайман	Кайман Брак
Ветер (постоянная скорость)	241 км/ч (АСМН) 10.00, 12 сентября	19 км/ч	82 км/ч
Ветер (максимальная скорость)	274 км/ч (АСМН) 0.00, 12 сентября	Сведений нет (С/Н)	108 км/ч
Осадки	305 мм: 19.00, 11 сентября – 07.00, 13 сентября	С/Н	125 мм: 19.00, 12 сентября – 07.00, 13 сентября
Минимальное давление	Ниже 970 гПа	С/Н	997 гПа
Штормовой нагон	Примерно 2,5–3 м	–	–
Высота волн (опрокидывающиеся волны) (наблюдаемые показатели)	6–9 м	–	–
Продолжительность ветра со скоростью > 160 км/ч	7 часов	С/Н	С/Н
Начало ветра со скоростью > 160 км/ч	06.00, 12 сентября	С/Н	С/Н
Окончание ветра со скоростью	13.00, 12 сентября	С/Н	С/Н
Продолжительность ветра ураганной силы	13 часов	2 часа	С/Н
Начало ветра ураганной силы	04.00, 12 сентября	04.00, 12 сентября	С/Н
Окончание ветра ураганной силы	17.00, 12 сентября	06.00, 12 сентября	С/Н
Продолжительность ветра силы тропического шторма	41 час	31 час	30 часов
Начало ветра силы тропического шторма	13.00, 11 сентября	08.00, 11 сентября	07.00, 11 сентября
Окончание ветра силы тропического шторма	06.00, 13 сентября	15.00, 12 сентября	13.00, 12 сентября



Девять человек, оказавшись в ловушке, провели здесь воскресенье с 08.00 ч до 18.00 ч перед тем, как были спасены



Полное разрушение жилого комплекса



Машины под водой в портике школы



Волновая эрозия прибрежной дороги



Стоянка машин



Нагон высотой один метр обрушился на это помещение, где располагается водородный генератор (помещение находится на высоте 1,8 м)

Примеры последствий урагана Иван для острова Большой Кайман

дел продолжалось почти три недели, до того, как метеорологическое бюро возобновило выпуск прогнозов и другую оперативную деятельность из своего постоянного здания.

Ущерб и восстановление

Ниже приведена таблица с краткой сводкой метеорологических данных, касающихся прохождения урагана *Иван* через острова Кайман. В оценке ущерба было указано, что у большей части зданий на острове Большой Кайман была повреждена крыша, а несколько старых зданий были полностью разрушены. В докладе Экономической комиссии ООН для Латинской Америки и Карибского бассейна сказано, что ущерб, понесенный островами Кайман от урагана *Иван*, превышает ущерб, которые понесли Багамы, Доминиканская Республика, Гренада и Ямайка вместе взятые в течение всего сезона ураганов. Общая сумма экономичес-

ких потерь и ущерба эквивалентна ВВП островов Кайман за два года и составляет 94 625 долларов США на одного жителя. Общий ущерб от урагана для трех основных секторов – социального, производственного и инфраструктуры – составляет около 3,5 миллиардов долларов США. Больше 80% ущерба связано с повреждением и разрушением собственности, при этом больше всего пострадали жилые дома. Оставшиеся 20% приходятся на будущие финансовые затраты, связанные с нанесенным ущербом (например, затраты на восстановление жилых домов).

К счастью, по имеющимся данным, в результате урагана погибли всего два человека. Как объявило Национальное правительство, для восстановления нанесенных ураганом повреждений, потребуется 2,8 миллиарда долларов США. Уже в ноябре 2004 г. на островах на 100% была восстановлена подача водо-

проводной воды и на 85% – подача электроэнергии. К середине 2004 г. подача электроэнергии будет восстановлена на 100%.

На момент написания настоящего материала (апрель 2005 г.) в метеорологической инфраструктуре по-прежнему не доставало АСМН, которая была расположена в аэропорту, но система приема спутниковой информации с высоким разрешением, которая также была утрачена во время шторма, в настоящее время заменена и введена в эксплуатацию. За исключением аэрологических наблюдений, другие метеорологические операции либо восстановлены, либо почти восстановлены в полном объеме.

Выводы и рекомендации

Разработанный в РА IV (Северная и Центральная Америка и страны Карибского бассейна) ВМО Оператив-

ный план на случай урагана (отчет Программы по тропическим циклонам № 30/ВМО-ТД № 494) оказался весьма эффективным для нашей работы по обеспечению готовности к урагану *Иван* и смягчению его последствий. Отличное взаимодействие и координация действий между РСМЦ Майями и Национальной метеорологической службой островов Кайман привели к своевременному выпуску информации для лиц, принимающих решения. В региональном плане ВМО особое значение придается региональному сотрудничеству, и сотрудничество, действительно, было выдвинуто на первый план, когда Ямайка оперативно приняла на себя ответственность за подготовку прогнозов и предупреждений для островов Кайман, когда на островах полностью вышла из строя телесвязь.

На основе опыта, полученного в связи с ураганом *Иван*, сделаны следующие выводы и рекомендации:

- Чтобы обеспечить эффективную систему предупреждения и подготовки, НМС предоставляла надлежащую и своевременную информацию из единого источника, т.е. Национального комитета по ураганам островов Кайман (НКУОК). В связи с тем, что было обеспечено отличное взаимодействие со средствами массовой информации, информация достигла населения, которое приняло соответствующие подготовительные меры, и в результате было потеряно только две жизни.
- Существует необходимость в специализированных средствах метеорологического обслуживания и укреплении вспомогательной инфраструктуры с тем, чтобы свести к минимуму возможность ее выхода из строя.
- Примечательно, что два наиболее эффективных и надежных

средства для прослеживания и прогнозирования урагана, т.е. метеорологический радиолокатор и модель штормовых нагонов отсутствовали в нашем арсенале подготовки к урагану и смягчении его последствий. Необходимо предпринять все усилия, чтобы иметь эти средства, т.к. они существенно улучшают качество предупредительной информации, предоставляемой НМС для принятия решений, касающихся готовности к урагану и смягчения его последствий.

- Ураган показал, что НМС способна предоставлять стране эффективные своевременные предупреждения о суровой погоде.
- Существует необходимость в том, чтобы иметь надежную сеть передачи информации, телесвязи и технологий, способную обеспечить надежное функционирование до, во время и после шторма.
- Следует побуждать правительство к тому, чтобы играть более активную роль в обеспечении надлежащего состояния и устойчивости метеорологического обслуживания, предоставляемого стране. В странах, подверженных ураганам, таких, как острова Кайман, имеется необходимость в обеспечении того, чтобы своевременные предупреждения о стихийных бедствиях стали составной частью политики правительства и чтобы они служили в качестве эффективного инструмента для разработки превентивных стратегий.

Визиты Генерального секретаря

Генеральный секретарь г-н Мишель Жарро за последнее время посетил с официальными визитами ряд стран-членов ВМО, о чем кратко сообщается ниже. Он хотел бы здесь выразить признательность этим странам за теплый прием и оказанное гостеприимство.

Франция

По приглашению президента Франции Его Превосходительства г-на Жака Ширака г-н М. Жарро посетил Францию 15 февраля 2005 г. Он принял участие в дискуссиях круглого стола с президентом, известными учеными и ответственными лицами по вопросам, связанным с климатом.

Генеральный секретарь подчеркнул значение вклада ВМО и роли национальных метеорологических и гидрологических служб (НМГС) в осу-



Брюссель, 16 февраля – Третья встреча на высшем уровне по проблемам наблюдения за Землей

ществлении мониторинга климата и научно-исследовательской деятельности, значение поддержки Всемирной программы исследований климата, Межправительственной группы экспертов по изменению климата и Глобальной системы наблюдений за климатом, а также значение партнерств международных организаций в работе над проблемами, связанными с изменением климата. Был также поднят вопрос о необходимости поддержки региональных и глобальных инициатив в области мониторинга и исследования климата.

Шестая сессия Специальной группы по наблюдениям за Землей и Третья встреча на высшем уровне по проблемам наблюдения за Землей

Генеральный секретарь посетил Брюссель (Бельгия) по случаю шестой сессии Специальной группы по наблюдениям за Землей (ГЕО) и Третьей встречи на высшем уровне по проблемам наблюдения за Землей (ЕОС-III), которые состоялись 14–15 февраля и 16 февраля соответственно. Он воспользовался возможностью и провел широкие дискуссии с сопредседателями группы



Санкт-Петербург, Российская Федерация – Участники 13 сессии Комиссии по основным системам (23 февраля – 3 марта 2005 г.)



Де Бильт, Нидерланды, 10 апреля 2005 г. – Вручение девятнадцатой премии имени профессора, д-ра Вилхо Вайсалы (слева направо): д-р Фриц Броувер, постоянный представитель Нидерландов при ВМО; д-р Эйван Холлеман и г-н Ганс Бикиус (два лауреата премии); г-н Кеннет Форс, директор отдела приборов компании Вайсала и г-н Мишель Жарро

и делегатами встречи на высшем уровне, касающиеся потенциальной поддержки со стороны ВМО осуществления глобальной системы по наблюдениям за Землей (ГЕОСС). Среди основных итогов ЕОС-III – решение о том, что Секретариат ГЕО будет размещаться в штаб-квартире ВМО.

13 сессия Комиссии по основным системам

Г-н Жарро выступил перед участниками 13 сессии Комиссии по основным системам (КОС-XIII), которая состоялась в Санкт-Петербурге (Российская Федерация) с 23 февраля по 3 марта 2005 г. На церемонии открытия присутствовали мэр Санкт-Петербурга Ее Превосходительство г-жа Валентина Матвиенко и руководитель Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, постоянный представитель Российской Федерации при ВМО и Президент ВМО д-р Александр Бедрицкий.

Г-н Жарро вручил грамоты ВМО/КОС г-ну Хуберту Алларду (Канада) и

г-ну Стефану Милднеру (Германия) за многолетний вклад в работу Комиссии.

Генеральный секретарь обменялся мнениями с делегатами о возрастающей роли КОС в поддержке различных программ ВМО и укреплении национальных возможностей. Он также воспользовался случаем и обсудил ряд вопросов, касающихся ВМО, с д-ром Бедрицким.

Девятнадцатая премия имени профессора, д-ра Вилхо Вайсалы

Генеральный секретарь посетил Де Бильт (Нидерланды) для вручения

19-й премии имени профессора, д-ра Вилхо Вайсалы д-ру Эйвану Холлеману и г-ну Гансу Бикиусу.

Церемония вручения состоялась 10 апреля 2005 г. в Королевском Нидерландском метеорологическом институте. Г-н Жарро и г-н Кеннет Форс, директор отдела приборов компании Вайсала, выступили с речами. Генеральный секретарь поблагодарил постоянного представителя Нидерландов при ВМО, д-ра Фрица Броувера, за проведение церемонии и за поддержку правительством Нидерландов программ и деятельности ВМО.

21 сессия Арабского постоянного метеорологического комитета Лиги Арабских государств

Генеральный секретарь посетил Доху, Катар по случаю 21 сессии Арабского постоянного метеорологического комитета Лиги Арабских государств. Г-н Жарро выступил на церемонии открытия сессии 15 марта 2005 г. в присутствии г-на Абдула Азиза Мохамеда Аль-Ноайми, председателя и генерального директора Управления гражданской авиации; г-на Мурада Шоуки Саадаллаха, председателя Арабского постоянного метеорологического комитета Лиги Арабских государств; г-на Ашрафа Нур Эльдина, представителя Секретариата Лиги Арабских государств; г-на Ахмеда



Доха, Катар, март 2005 г. – Генеральный секретарь (слева направо) с д-ром Саидом Аль-Сулейманом, директором по научным вопросам и регистрации; г-ном Али Ибрагимом Аль-Малки, директором Катарского авиационного колледжа; и г-ном Ейсой Аль-Мажедом, директором регионального бюро ВМО для Азии и юго-западной части Тихого океана

Абдуллы Мохаммеда, и.о. директора Метеорологического департамента и постоянного представителя Катар при ВМО.

Г-н Жарро воспользовался случаем и обменялся мнениями с постоянными представителями стран-членов ВМО, присутствовавшими на сессии, по вопросам укрепления НМГС и их отношений с ВМО.

При финансовой поддержке ВМО в Дохе 20 и 21 марта состоялась первая Международная выставка метеорологического оборудования. Выставку открыли г-н Жарро и г-н Абдул Азиз Мохаммад Аль-Ноайми.

Г-н Жарро встретился с генеральным директором Катарского авиационного колледжа г-ном Али Ибрагимом Аль-Малки и обсудил вопросы, связанные с образованием и подготовкой кадров в области авиационной метеорологии. Генеральный секретарь также посетил Катарский фонд образования, науки и общественного развития и был кратко проинформирован о деятельности Фонда.

Франция

Генеральный секретарь посетил Францию 21 марта 2005 г. и встретился с министром иностранных дел Его Превосходительством г-ном Мишелем Барнье. Они обменялись мнениями по широкому кругу тем, представляющих интерес для Франции и ВМО, включая такие темы, как предотвращение опасности стихийных бедствий, рациональное использование водных ресурсов, изменение климата и морское метеорологическое обслуживание. Генеральный секретарь выразил признательность Франции за постоянную поддержку программ и деятельности ВМО, в частности за поддержку, предоставляемую по линии Метео-Франс.



Сан-Хосе, Коста-Рика, 5 апреля 2005 г. – Участники 14 сессии Региональной ассоциации IV (Северная Америка, Центральная Америка и страны Карибского бассейна)

27 сессия Комитета по ураганам Региональной ассоциации (РА) IV

27 сессия Комитета по ураганам РА IV состоялась в Сан-Хосе (Коста-Рика) с 31 марта по 5 апреля 2005 г. Генеральный секретарь выступил на церемонии закрытия и обсудил результаты 2004 г., на который пришелся один из самых суровых сезонов тропических циклонов, когда-либо наблюдавшихся в Карибском бассейне.

14 сессия Региональной ассоциации IV

Генеральный секретарь выступил на церемонии открытия 14-й сессии Региональной ассоциации IV (Северная Америка, Центральная Америка и страны Карибского бассейна), которая состоялась в Сан-Хосе (Коста-Рика) с 5 по 13 апреля 2005 г.

Генеральный секретарь имел возможность встретиться с вице-президентом Коста-Рики, Ее превосходительством г-жой Линет Саборио;

министром по охране окружающей среды и энергетики, д-ром Карлосом Мануэлем Родригесом и министром иностранных дел, д-ром Роберто Товаром. Генеральный секретарь обсудил деятельность ВМО в регионе, в частности, деятельность, осуществляемую в сотрудничестве с Национальным метеорологическим институтом Коста-Рики, и вопросы укрепления успешного сотрудничества между Коста-Рикой и ВМО.

Генеральный секретарь также встретился с постоянными представителями стран-членов ВМО, участвовавшими в совещании, и обсудил вопросы, связанные с укреплением НМГС и их отношений с ВМО.

Совет административных руководителей организаций системы Организации Объединенных Наций по координации

Генеральный секретарь принял участие в совещании Совета адми-

нистративных руководителей организаций системы Организации Объединенных Наций по координации (САР), которое состоялось 9 апреля 2005 г. в Мон-Пелерин, Швейцария. Совещание рассмотрело деятельность по исполнению положений Декларации тысячелетия, а также подготовку к Встрече на высшем уровне 2005 г., которая состоится в сентябре в штаб-квартире ООН, Нью-Йорк. Совет также обсудил поддержку системой ООН Нового партнерства в интересах развития Африки (НЕПАД); общесистемную стратегию предотвращения конфликтов и подготовку ко второму этапу Всемирной встречи на высшем уровне по информационному обществу, которая состоится в Тунисе (Тунис) с 16 по 18 ноября 2005 г. Генеральный секретарь воспользовался случаем и обсудил позицию системы ООН в отношении Специальной группы по наблюдениям за Землей с руководителями ФАО, ЮНЕСКО и ЮНЕП.

САР также обменялся мнениями по широкому кругу дополнительных

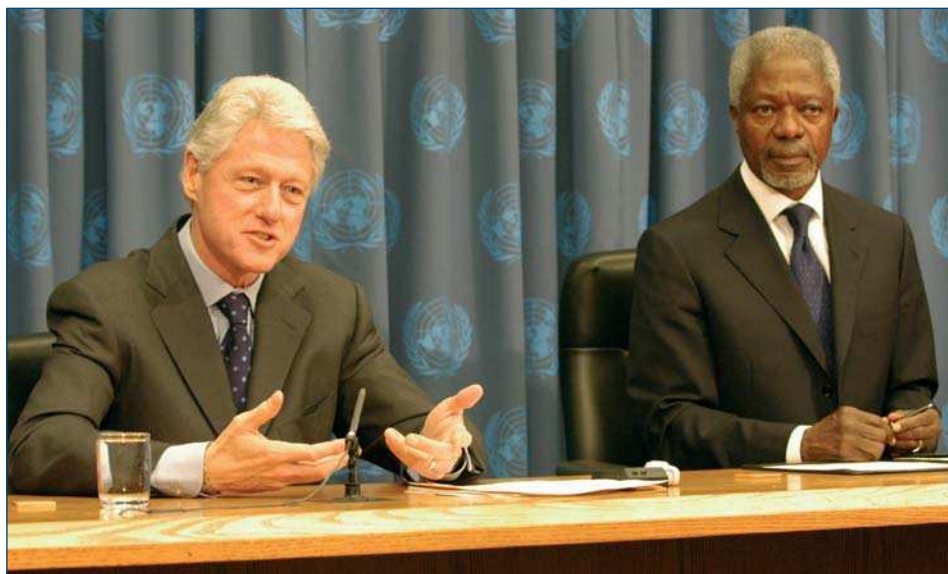
вопросов, представляющих интерес для организаций системы ООН, таких, как повышение уровня поддержки странам-членам, координация поддержки на национальном уровне, повышение уровня согласованности действий и открытости оперативной деятельности.

Брифинг для специального представителя ООН по проблеме восстановления после цунами

12 апреля 2005 г. в Нью-Йорке специальный представитель ООН по проблеме восстановления после цунами в Азии Президент У. Клинтон пригласил Генерального секретаря ВМО, г-на М.Жарро, Исполнительного секретаря Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО, д-ра П. Бернала и Директора Международной стратегии ООН по уменьшению опасности бедствий, г-на С. Брисено для брифинга по вопросу предотвращения опасности разных стихийных бедствий и систем заблаговременного предупреждения с акцентом на системе заблаговремен-

ного предупреждения о цунами, которая будет осуществлена в Индийском океане.

Г-н Жарро предоставил Президенту У. Клинтону справочную информацию по опасным гидрометеорологическим явлениям и возможностям для заблаговременного предупреждения, имеющимся в распоряжении национальных и гидрологических служб стран-членов ВМО, уделив особое внимание культуре предотвращения опасности.

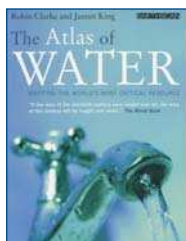


Штаб-квартира Организации Объединенных Наций, Нью-Йорк, 13 апреля 2005 г. – Специальный представитель по проблеме восстановления после цунами, Президент У. Клинтон на пресс-конференции вместе с Генеральным секретарем ООН Кофи Аннаном

Книжное обозрение

The Atlas of Water – mapping the world's most critical resource (Атлас воды – картографирование важнейшего в мире ресурса)

Robin Clarke and Jannet King. Earthscan, London (2004). 127 с.; многочисленные цветные иллюстрации. ISBN 1-84407-133-2. Цена: 12,99 фунтов стерлингов.



Этот Атлас должен лежать на столе у каждого, кто интересуется вопросами обеспечения, сохранения и оптимального использования пресноводных ресурсов. На сравнительно небольшом количестве страниц содержится богатая информация. Статистические данные представлены в таблицах и на двухстраничных картах. Хотя некоторые карты снабжены вкладышами, на которых части мира изображены в более крупном масштабе, часть информации трудночитаема, особенно в месте соединения страниц. Такое оформление, при котором главное внимание уделено внешнему виду, а не удобству в использовании, не облегчает чтение; это особенно относится к тем, кто испытывает трудности при чтении, а также к дальтоникам.

Цель этой публикации, помимо представления информации о глобальных проблемах доступа к водным ресурсам, состоит в том, чтобы привлечь внимание к возможности уменьшения потребления во-

ды и повышения эффективности ее использования в ряде областей. Это уже сделано в некоторых странах применительно к сельскому хозяйству (например, использование капельного орошения) и, что еще более важно, к промышленности, где появилась возможность экономить 50% воды при почти четырехкратном увеличении продукции.

В последнем разделе уделено внимание информации из Отчета ООН по развитию мировых водных ресурсов, согласно которой к 2025 году мир столкнется с серьезной проблемой дефицита воды, который может привести к сокращению производства продовольствия; а к 2050 году 4 миллиарда человек будут жить в странах с хроническим дефицитом воды. Предполагается, что многое может быть достигнуто за счет более продуктивного использования воды в результате радикальных изменений в управлении водными ресурсами.

Однако если смотреть в будущее, то ни в Атласе воды, ни в Отчете ООН по развитию мировых водных ресурсов не учитывается то, что примерно половина нынешнего населения земного шара в возрасте от одного дня до 16 лет повзрослеет и, вероятно, постарается повысить уровень жизни, при этом их представления об использовании ресурсов будут отличаться от родительских. Поскольку все больше людей имеют представление о том, как люди живут в индустриализованном мире, они тоже желают пользоваться всеми благами цивилизации.

Что касается питания, для производства 1 кг крупы необходимо 1,5 м³ воды, птицы – 6 м³ и говядины – 15 м³. Например, замена майсовой лепешки и бобов булочкой с рубленым бифштексом сильно скажется на водопользовании. Что

касается транспорта, то здесь достаточно привести только один пример. В настоящее время в Китае на 1000 человек приходится 8 автомобилей (для сравнения: в Бразилии – 122, а в США – 940). Однако по сравнению с одним миллионом в 1990 г. к концу 2005 г. количество машин вырастет до 14 миллионов. При сохранении такого роста к 2025 г. это число возрастет до 30 миллионов, а по неофициальным данным – до более чем 140 миллионов. При этом следует принять во внимание не только основные ресурсы, которые потребуются для производства автомобилей, но и энергию, которую необходимо затратить, а также отходы производства.

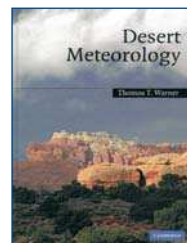
Третьим фактором является возможное желание выехать в другую страну, с более высоким уровнем жизни. Каковы будут последствия миграционного роста для водных ресурсов? Четвертым фактором является растущее количество антропогенных химикатов, поступающих в реки, эстуарии и моря. Влияние на живую природу, хотя и недостаточно хорошо известно, скорее всего, отрицательно, особенно для водных млекопитающих.

В Атласе воды не упоминаются ВМО и ее роль в сборе данных о водных ресурсах, также нет ссылок на публикации ВМО в качестве "полезного источника".

Майк Бейкер
Mike.Baker@wanadoo.fr

Desert Meteorology (Метеорология пустыни)

Thomas T. Warner, Cambridge University Press (2004); xvi + 595 с. ISBN 0-52181798-6. Цена: 80 фунтов стерлингов/120 долларов США.



Эта книга – долгожданное дополнение к научным трудам по проблемам засушливых земель, которые были опубликованы в 50-е годы прошлого века в рамках Программы ЮНЕСКО по изучению аридной зоны. Ее название расширяет концепцию метеорологии (физика нижней тропосферы), включая почти все элементы экологии: 20 глав книги содержат богатый и разнообразный материал. Вследствие удивительно широкого диапазона охвата материала главы часто содержат повторяющуюся информацию, что требует от читателя обращения к другим главам. Последовательность расположения глав несколько беспорядочна.

Представлены следующие три основные области:

- Физика динамики атмосферы, связанная с микромасштабными (граница раздела между атмосферой и приземными и подповерхностными характеристиками почвы), мезо- и макромасштабными континентальными или экогеографическими единицами;
- Экологическое взаимодействие биоты, включая человека, с элементами системы "пустыня";
- Влияние процессов, происходящих в пустыне, на глобальный климат и глобальную географию пустынь.

Объясняются причины географического расположения зон климатической засушливости, представлены факторы, которые могут вызвать изменение климата, и рассматривается возможное влияние пустынной среды, в особенности пыли, на атмосферные процессы. Информация является вполне исчерпывающей.

Глобальное распространение влияния пустынь и процессов деградации засушливых земель (опустынивание), вызванное главным образом

чрезмерной эксплуатацией человеком природных ресурсов, обуславливает необходимость международного сотрудничества в области решения проблем глобальной окружающей среды. Когда Всемирный банк, ПРООН и ЮНЕП рассматривали вопрос о создании Глобального экологического фонда (ГЭФ) в 1991 г. как финансового механизма в поддержку системы управления глобальными проблемами окружающей среды, опустынивание не считалось глобальной проблемой окружающей среды, которую можно было бы поставить в один ряд с проблемами защиты озонового слоя, ограничения эмиссий парниковых газов, защиты биоразнообразия и охраны международных вод. С 2002 г. отношение ГЭФ к проблеме опустынивания изменилось в лучшую сторону. В некоторых главах книги содержится научное обоснование такой перемены.

В двух главах рассматриваются вопросы взаимодействия растительности с экосистемами засушливых земель и влияния на них деятельности человека. Студенты старших курсов, изучающие экологию пустынь, найдут здесь интересный материал для размышления. В одной главе рассматривается вопрос адаптации человека к засушливым и суровым условиям пустынной среды.

В двух главах описываются осадки в пустыне, являющиеся климатической характеристикой, от которой зависят экологические особенности пустыни. Из-за широкомасштабной изменчивости водных ресурсов их трудно предсказать, а их нехватка обуславливает неудовлетворенную потребность. Избыток воды может вызвать наводнения, достигающие разрушительной силы, которые затрудняют жизнь людей в пустыне и представляют угрозу для биоты. Периодически повторяющая-

ся засуха является наиболее опасной угрозой для жителей засушливых районов.

Текст базируется на убедительных научных данных, и автор представляет разнообразный материал в четком стиле, используя многочисленные иллюстрации. Поскольку изучение климата связано с физикой, материал содержит математические уравнения (и модели), но автор преподносит их в манере, доступной для широкого читателя, что является еще одним достоинством книги.

К тексту имеются приложения. Хотя список литературы достаточно обширен, в нем пропущено несколько полезных публикаций по рассматриваемым вопросам, таких как *Interactions of Desertification and Climate (Взаимодействие опустынивания и климата)*, M.A.J. Williams and R.-C. Balling, 1996, WMO/UNEP; *Atlas of African Rainfall and its Interannual Variability (Атлас осадков в Африке и их межгодовая изменчивость)*, S.E. Nicholson, J. Kim and J. Hoopingarner, 1988, Florida State University.

Этот справочник заслуживает одобрения. В нем "подробно представлены вопросы, связанные с метеорологией и климатом [пустыни] ... геоморфологией пустыни, гидрологическими системами пустыни и балансом тепловой энергии в пустыне". Он содержит отличный учебный материал: каждая глава заканчивается вопросами для закрепления материала, задачами и упражнениями, а также легкими подсказками к их решению.

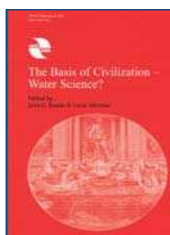
M. Kaccac
sheriff@aucegypt.edu

Новые поступления

The basis of civilization – Water science? (Проблема исследования водных ресурсов как основа цивилизации)

John C. Rodda and Lucio Ubertini (Eds.). International Association of Hydrological Sciences. IAHS Publication 286. ISBN 1-901502-57-0; x + 342 с.

Цена: 58, 50 фунтов стерлингов.



В предисловии рассматривается ретроспективная связь гидрологии и общества и отмечается медленное развитие технологий, касающихся водных ресурсов, и еще более медленное развитие науки о водных ресурсах. Другие авторы приводят конкретные примеры повышения знаний в области науки о водных ресурсах.

Влияние развития и управления водными ресурсами на общество обсуждается с политической, экономической и культурной точек зрения. Подробно рассматриваются подходы к рискам и проблемам, связанным с водными ресурсами. Подчеркивается важная роль информированности о рисках в анализе пути выработки будущей политики в отношении водных ресурсов. Рассмотрены вопросы руководства в прошлом и настоящем.

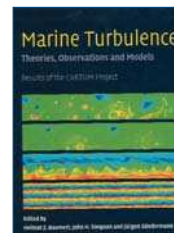
Primer on climate change and sustainable development – facts, policy analysis and applications (Учебное пособие (для начинающих) по изменению климата и устойчивому развитию – факты, анализ политики и области применения)
Mohan Munasinghe and Rob Swart. Cambridge University Press (2005). ISBN 0-521-00888-3. xii + 445 с. Цена: 30 фунтов стерлингов.



В этом пособии представлена современная, всесторонняя и доступная информация о связях между изменением климата и устойчивым развитием. На основе главных результатов последней серии докладов Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), в составлении которых участвовали оба автора, в пособии приводятся последние исследования связи этих двух процессов. Прежде чем приступить к будущим сценариям развития в контексте изменения климата, описывается современный уровень знания в области фундаментальных исследований изменения климата. Авторы показывают возможности для совместной деятельности и принятия компромиссных решений. Обсуждая теоретические аспекты, анализ политики и области применения, они анализируют эффективность осуществления политики в области климата от локального до глобального масштаба.

Marine turbulence – theories, observations and models (Results of the CARTUM Project) (Турбулентность моря – теория, наблюдения и модели (Результаты проекта CARTUM))

Helmut Z. Baumert, John H. Simpson and Jürgen Sündermann (Eds.). Cambridge University Press (2005). ISBN 0-521-83789-8. Цена: 175 фунтов стерлингов/ 275 долларов США.



В книге дан всесторонний обзор методов измерения и теорий турбулентности моря, а также перемещения парниковых газов, питательных веществ, микроэлементов и опасных веществ в океанах и шельфовых морях от местного до глобального масштаба. Эти процессы замедляют изменение климата и имеют важное значение для динамики региональной и глобальной экосистем.

Книга разделена на 8 частей, в которых рассматриваются: турбулентность в связи со стратификацией, волнением и прерывностью; методы наблюдения для полевых исследований; некоторые вычислительные средства для изучения турбулентности и пограничного слоя; отдельные практические исследования в эстуариях, фьордах, озерах и шельфовых морях, а также на краю шельфовой зоны; мелкомасштабная трехмерная турбулентность и квазидвумерная турбулентность в глобальном масштабе. Кроме того, дан обзор обширных массивов данных и кодов моделей.

Последние публикации

Полный каталог публикаций ВМО и другие публикации можно посмотреть и заказать по адресу:

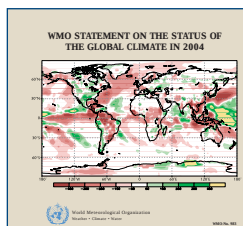
<http://www.wmo.ch/web/catalogue/>

WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2004 (WMO-No.983) (Заявление ВМО о состоянии глобально-го климата в 2004 г. (ВМО-№.983))

[E] - [F] - [R] - [S]

12 с.

Цена: 15 швейцарских франков.



В заявлении этого года (ВМО-№. 983) описываются климатические условия, включая экстремальные погодные явления, за 2004 г. и дана историческая перспектива изменчивости и трендов с XIX века. В этом документе 2004 год занимает четвертое место в ряду самых теплых лет, наблюдаемых с 1861 г., и отмечено повышение глобальной температуры более чем на 0,6°C с 1900 г.

World Climate Research Programme: 25 years of science serving society (Всемирная программа исследований климата: 25 лет исследований на благо общества)

[E]

24 с.



Эта публикация выпущена в честь 25-летия Всемирной программы исследований климата. Ее также можно увидеть в формате pdf и загрузить с Web-сайта ВПИК: <http://www.wmo.ch/web/wcrp/news.htm>

WMO Integrated Global Observing System (WMO-IOS) (Комплексная система глобальных наблюдений ВМО (ВМО-ИОС))

[E]

8с.



Система ВМО-ИОС осуществляет наблюдения Земли и обрабатывает их для получения информационной продукции и средств, которые помогают лицам, принимающим решения, удовлетворять потребности пользователей. Она является ключевым компонентом Глобальной системы систем по наблюдению за Землей (ГЕОСС). В этой брошюре дается толкование Комплексной системы глобальных наблюдений и описывается ее возможный вклад в практически все сферы деятельности человека. Брошюра полезна для лиц, принимающих решения, средств массовой информации и общественности.

Для получения pdf-версии этой брошюры найдите <http://www.wmo.ch/news/news.html> и щелкните по соответствующей иконке. Печатные копии можно заказать в Секретариате ВМО.

Regional Association II (Asia), Thirteenth session – Abridged final report with resolutions (2004) (WMO-No. 981) (Тринадцатая сессия Региональной ассоциации II (Азия) – Сокращенный окончательный отчет с резолюциями (2004 г.) (ВМО-№. 981))

116 с.

[A] - [C] - [E] - [F] - [R]

Цена: 25 швейцарских франков.

Applications of Climate Forecasts for Agriculture. Proceedings of an Expert Group Meeting for Regional Association I (Africa) (WMO/TD-1223, AGM-7) (Использование прогнозов климата в сельском хозяйстве// Труды совещания Группы

экспертов Региональной ассоциации I (Африка) (ВМО/ТД-1223, СхМ-7))

198 с.

[E]

Цена: 30 швейцарских франков



Servicios de Información y Predicción del Clima (SIPC) y Aplicaciones Agrometeorológicas para los Países Andinos: Actas de la Reunión Técnica (Труды Третьего регионального технического совещания по КЛИПС и использование агрометеорологии в странах, расположенных в регионе Анд (ВМО/ТД №. 1234, СхМ-6))

lii + 221 с.

[S]

Цена: 30 швейцарских франков.



Новости Секретариата

Назначения



Филипп Дюпраз

1 января 2005 г. назначен помощником печатника/подручным в Отделение по печатанию и электронным публикациям Департамента конференций, печатных работ и распространения публикаций.



Кристиан Гироуд

1 января 2005 г. назначен печатником офсетной печати в Отделение по печатанию и электронным публикациям Департамента

конференций, печатных работ и распространения публикаций.



Ивон Штауб

1 января 2005 г. принят клерком-снабженцем в Группу сбыта и распространения публикаций в Отделение по печатанию и электронным публикациям Департамента

конференций, печатных работ и распространения публикаций.

Датиус Г. Руташобиа
10 января 2005 г. назначен научным сотрудником в Отдел гидрологии Департамента по гидрологии и водным ресурсам.



Роберт Дж. Стефански
17 января 2005 г. назначен научным сотрудником в Отдел сельскохозяйственной метеорологии Департамента Всемирной климатической программы.



Сиаосиа (Анни) Чанг
24 января 2005 г. назначена руководителем группы заработной платы и пенсий Отдела людских ресурсов Департамента по управлению ресурсами.



Эдгард Е. Кабрера
31 января 2005 г. назначен начальником Отдела океанической деятельности Департамента Программы по применению метеорологии.



Герберт Ланц
1 февраля 2005 г. назначен помощником разработчика Web-страниц Отдела информационных систем Департамента по управлению ресурсами.



Стюарт Дж. Болдвин
1 февраля 2005 г. назначен казначеем в Отдел финансов Департамента по управлению ресурсами.



Изабелль Руеди
1 февраля 2005 г. назначена координатором программ Департамента Всемирной службы погоды.



Нина Маслина
17 февраля 2005 г. назначена редактором (русский язык) в Департамент лингвистического обслуживания и подготовки публикаций.



Роберт Мейре
1 апреля 2005 г. назначен помощником по техническому обслуживанию в Отдел общего обслуживания Департамента по управлению ресурсами.



Слободан Никович
17 апреля 2005 г. назначен научным сотрудником Отдела окружающей среды Департамента Программы по атмосферным исследованиям и окружающей среде.



Перемещения



Нелли Конфорти-Ферро,
устный/письменный
переводчик
Департамента
лингвистического
обслуживания и
подготовки

публикаций, 1 февраля 2005 г.
переведена в Сектор обслуживания
конференций Департамента
конференций, печатных работ и
распространения публикаций.

Марк Питерс,

бывший сотрудник по
людским ресурсам,
1 февраля 2005 г.
переведен в Сектор
обслуживания конфе-
ренций Департамен-
та конференций,
печатных работ и распространения
публикаций.



Мишель Жардон
1 марта 2005 г.
переведен на долж-
ность помощника
сотрудника по людс-
ким ресурсам Груп-
пы по компенсацион-
ным выплатам и

администрированию Отдела
людских ресурсов Департамента
по управлению ресурсами с
должности клерка по людским
ресурсам Группы по найму и
обучению персонала того же
Департамента.



**Джоанна Дрэйк-
Стюарт** 1 марта
2005 г. переведена с
должности клерка-
библиотекаря техни-
ческой библиотеки
Департамента

Программы по ат-
мосферным исследованиям и
окружающей среде на должность
клерка по контролю обработки
информации Отделения по пече-
танию и электронным публикациям
Департамента конференций, печат-
ных работ и распространения
публикаций.

Отставки

Мария Кейр

31 января 2005 г.
ушла на пенсию с
должности старшего
секретаря Бюро
директора Кабинета
(Генерального
секретаря) и
внешних связей.



Юбилей

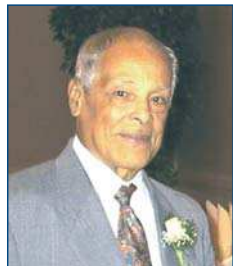


Люсия Бертиццо,
помощник по закуп-
кам Бюро закупок и
оформления коман-
дирований Депар-
тамента по управле-
нию ресурсами,
4 марта 2005 г.

отметила 30-летний юбилей своей
службы.

Некрологи

Сирил Эдберг Берридж



Сирил Эдберг Берридж, бывший первый вице-президент ВМО, умер 28 февраля 2005 г. у себя дома в г. Порт-оф-Спейн в возрасте 75 лет. "Берт", как

его обычно звали, безупречно служил на благо Карибского и Международного метеорологического и гидрологического сообществ в течение 52 лет.

Берт начал свою карьеру в области метеорологии в качестве метеоролога-наблюдателя Метеорологической службы Британских Карибских территорий в 1947 г. и, поднимаясь по служебной лестнице, в 1958 г. стал синоптиком. Он закончил университет штата Флорида, (США) со степенью бакалавра, а затем в период 1970–1972 гг. работал директором Метеорологической службы и постоянным представителем Тринидад и Тобаго при ВМО.

В 1972 г. правительства стран Карибского бассейна решили создать вместо Карибской метеорологической службы Карибскую метеорологическую организацию (КМО) в качестве специализированной организации Карибского сообщества (КАРИКОМ). КМО, в состав которой входит Карибский метеорологический совет на уровне министров, штаб-квартира КМО, Карибский институт метеорологии и гидро-

логии (КИМГ) и Карибский метеорологический фонд, координирует совместную научно-техническую деятельность 16 стран-членов в области метеорологии, оперативной гидрологии и связанных с ними областях. Берт Берридж был назначен первым директором-координатором КМО. Работая именно на этой должности, он приобрел настоящую известность на региональном и международном уровнях. Он сыграл важную роль в организации многих новых НГМС и создании надежных в эксплуатации региональных систем заблаговременного предупреждения о тропических штормах, ураганах и других явлениях суровой погоды.

На глобальной арене он появился в 1971 г., когда участвовал в своем Первом Всемирном метеорологическом конгрессе, представляя Тринидад и Тобаго. Начав работать в КМО, он стал постоянным представителем Карибских Британских территорий при ВМО, а позднее – постоянным представителем островного государства Доминика. С этого времени он участвовал во всех сессиях конгресса, а в 1983 г. был избран членом Исполнительного Совета (ИС) ВМО. Два срока в период с 1985 по 1993 г. он работал президентом Региональной ассоциации IV (Северная Америка, Центральная Америка и Карибский бассейн), а на Двенадцатом метеорологическом конгрессе (1995 г.) был избран первым вице-президентом ВМО и работал на этом посту с 1995 по 1999 г.

Выполняя работу на различных постах, Берт был особенно активен в качестве члена ряда комитетов ВМО, включая Комитет по ураганам РА IV (с момента его создания), Финансовый консультативный комитет (с момента его создания), Организационный комитет ВМО и комитет по

исполнению решений Конференции ООН по окружающей среде и развитию. Он был председателем Консультативной группы экспертов ИС по техническому сотрудничеству и в течение десяти лет принимал участие в сессиях Бюро ВМО либо в качестве приглашенного эксперта, либо в качестве члена.

Берт Берридж без устали работал в поддержку ВМО, и в международных кругах о нем были высокого мнения как о яром защитнике интересов развивающихся стран. Он был ориентирован на успех, не зависел от политических течений и не боялся высказывать противоположные взгляды.

Он заслужил уважение коллег за свое остроумие, открытость и честность. Некоторые из его международных коллег писали, что он оставил нам величайшее наследие, включая модель международного сотрудничества и принятия практических решений.

52 года преданного служения завершились в 1999 г., когда он ушел на пенсию с поста директора-координатора КМО. Признавая его выдающийся вклад в развитие стран Карибского бассейна в целом и Британских Карибских территорий в частности, а также всего глобального метеорологического и гидрологического сообщества Ее Величество Королева Елизавета наградила его орденом Британской Империи, который ему 22 февраля 2000 г. в Порт-оф-Спейне вручил Его Королевское Высочество Принц Чарльз.

После него остались жена Сильвия, четыре сына и приемная дочь. Они потеряли того, кого любили, страны Карибского бассейна потеряли метеорологического кумира, а сообщество ВМО потеряло настоящего друга.

Тайрон У. Сазерленд

Д-р Уильям Джеймс Гиббс



Д-р Уильям Джеймс (Билл) Гиббс, директор Австралийского бюро метеорологии с 1962 по 1978 г., первый вице-президент ВМО с 1967 по 1975 г.

и лауреат 27-й премии ММО (1982 г.) умер в Мельбурне 17 марта 2005 г. в возрасте 88 лет.

Доктор Гиббс родился в Сиднее 17 октября 1916 г. При поддержке фонда для детей, отцы которых погибли, участвуя в Первой мировой войне, он получил степень бакалавра в Сиднейском университете, где он впервые встретился с метеорологией и решил, что его карьера будет связана с этой наукой.

Он поступил на работу в Австралийское бюро метеорологии в Сиднее в 1939 г., в марте 1940 г. поехал на учебу в Мельбурн, в сентябре 1940 г. по дороге в Порт Моресби, где он провел два года, женился на Одри Тейлор и в июле 1942 г. вернулся на пост штатного метеоролога в Объединенный штаб генерала МакАртура в Брисбене. После войны он активно занялся исследованием тропиков и Южного океана, а вскоре впервые познакомился с международной метеорологией, когда сопровождал своего тогдашнего директора г-на Х.Н. Уаррена в Вашингтон на конференцию директоров метеорологических служб, которая завершила подготовку Конвенции ВМО. Несколько лет спустя, став стипендиатом Фонда Харк-

несс, он получил возможность в течение двух лет учиться в США в Массачусетском технологическом институте, чтобы получить степень магистра.

Возвратившись в Австралию Билл быстро поднимался по служебной лестнице и в 1958 г. был назначен заместителем директора Бюро метеорологии по науке, а в 1962 г. – директором. 16 лет пребывания Билла на посту директора явились "золотым веком" для Австралийского бюро метеорологии. В эти годы очень сильно расширился диапазон оперативной деятельности Бюро и предоставляемого им обслуживания, в два раза выросло количество сотрудников, значительно выросли его научная репутация и влияние на национальном уровне. Многие из перечисленного явились результатом личного руководства Билла, особенно это касается создания Мирового метеорологического центра Мельбурн, внедрения мощных компьютеров в оперативную деятельность Бюро, инициирования применения спутниковых снимков для анализа Южного океана и важных национальных инициатив в области оценки водных ресурсов, мониторинга засухи, предупреждения о тропических циклонах и численного предсказания погоды.

Являясь постоянным представителем Австралии при ВМО и членом Исполнительного Совета ВМО с 1963 по 1978 г. и работая в тесном контакте со своими коллегами, такими как д-р Альф Ниберг, д-р Боб Уайт, д-р (а ныне сэр) Джон Мейсон, д-р Эрик Сассенбергер, академик Федоров, а позднее – д-р Роман Кинтанар, Билл играл ведущую

роль в научно-технической деятельности ВМО, особенно в области изучения изменения климата, когда он возглавлял соответствующую группу экспертов Исполнительного Совета, отчет которой привел к организации (Первой) Всемирной конференции по климату в 1979 г. Мне посчастливилось сопровождать его на последний в его жизни конгресс ВМО в 1975 г. и увидеть на его примере, как международное сотрудничество может приносить пользу миру.

После ухода 13 июля 1978 г. на пенсию с поста директора Билл стал очень активно трудиться в качестве почетного архивариуса Бюро метеорологии и в последующие 20 лет возглавил составление коллекции экспонатов и написание подробной истории Бюро в ходе подготовки к празднованию столетней годовщины с начала его работы (1 января 1908 г.) в качестве национальной организации.

На торжественной церемонии 22 марта 2005 г. бывшие коллеги говорили о его умении вести за собой, дальновидности, преданности национальной и международной метеорологии и о его любви к "совершенно особой семье", которую составляло Австралийское бюро метеорологии. После него остались жена Одри, дети Дженифер, Джуди, Грегори и Аманда и их семьи, и поколение австралийских метеорологов, вдохновленных примером Билла его пожизненным очарованием атмосферой и исследованием ее поведения.

Джон Зиллман

Календарь мероприятий

Дата	Название	Место
16–27 мая	Региональный учебно-практический семинар для национальных инструкторов РА II и РА V	Куала-Лумпур, Малайзия
23–27 мая	Шестой практический семинар для южного полушария по метеорологическому обслуживанию населения	Мельбурн, Австралия
23–27 мая	ИКАМ/МАП 2005 – 28-я Международная конференция по альпийской метеорологии и ежегодное научное совещание по Мезомасштабной альпийской программе (частичная финансовая поддержка ВМО)	Задар, Хорватия
25–31 мая	Четырнадцатая международная конференция по изучению ТОВС (ITSC-IV) (частичная финансовая поддержка ВМО)	Пекин, Китай
1–3 июня	Тринадцатая сессия руководящего комитета ГСНК	Санкт-Петербург,
14–16 июня	Практический семинар по анализу климата и картированию для сельского хозяйства	Болонья, Италия
20–24 июня	Пятая международная конференция ГЭКЭВ	Округ Ориндж, Калифорния, США
20–24 июня	Семинар по авиации (частичная финансовая поддержка ВМО)	Эксетер, СК
20 июня	Сорок четвертая сессия Бюро ВМО	Женева
20 июня	Двадцать четвертая сессия Финансового консультативного комитета (ФИНАК)	Женева
21 июня–1 июля	Пятьдесят седьмая сессия Исполнительного Совета	Женева
13–16 июля	Региональное техническое совещание по КЛИПС и агрометеорологическим применениям для стран МЕРКОСУР	Сан-Паулу, Бразилия
25–29 июля	Третий региональный практический семинар по штормовым нагонам и прогнозированию волнения. Учебная лаборатория по практическому прогнозированию	Пекин, Китай
8–19 августа	Учебно-практический семинар для координаторов по КЛИПС для РА III	Лима, Перу
20 августа – 9 сентября	Тринадцатый бразильский метеорологический конгресс	Форталеза (Сеара), Бразилия
5–6 сентября	Техническая конференция по международному сотрудничеству в области метеорологии и гидрологии в РА VI	Гейдельберг, Германия
5–6 сентября	Международный симпозиум ВПМИ по сверхкраткосрочному прогнозированию и прогнозированию текущей погоды	Тулуза, Франция
7–15 сентября	Четырнадцатая сессия Региональной ассоциации VI (Европа)	Гейдельберг, Германия
19–23 сентября	Международный практический семинар по прогнозированию ливневых паводков (частичная финансовая поддержка ВМО)	Сан-Хосе, Коста-Рика
19–28 сентября	Вторая сессия Совместной технической комиссии ВМО/МОК по океанографии и морской метеорологии	Галифакс (Новая Шотландия), Канада
26–29 сентября	Тринадцатая сессия научной руководящей группы СПАРК	Оксфорд, СК
24–28 октября	Вторая сессия научной руководящей группы КлиК	Боулдер, Колорадо, США

Члены Всемирной метеорологической организации

на 31 марта 2005 г.

ГОСУДАРСТВА (181)

Австралия	Египет	Мали	Словакия
Австрия	Замбия	Мальдивские Острова	Словения
Азербайджан	Зимбабве	Мальта	Соединенное Королевство
Албания	Израиль	Марокко	Великобритании и Северной
Алжир	Индия	Мексика	Ирландии
Ангола	Индонезия	Микронезия, Федеративные	Соединенные Штаты
Антигуа и Барбуда	Иордания	Штаты	Америки
Аргентина	Ирак	Мозамбик	Соломоновы Острова
Армения	Иран, Исламская	Монако	Сомали
Афганистан	Республика	Монголия	Судан
Багамские Острова	Ирландия	Мьянма	Суринам
Бангладеш	Исландия	Намибия	Сьерра-Леоне
Барбадос	Испания	Непал	Таджикистан
Бахрейн	Италия	Нигер	Таиланд
Беларусь	Кабо-Верде	Нигерия	Того
Белиз	Казахстан	Нидерланды	Тонга
Бельгия	Камбоджа	Никарагуа	Тринидад и Тобаго
Бенин	Камерун	Ниуэ	Тунис
Болгария	Канада	Новая Зеландия	Туркменистан
Боливия	Катар	Норвегия	Турция
Босния и Герцеговина	Кения	Объединенная Республика	Уганда
Ботсвана	Кипр	Танзания	Узбекистан
Бразилия	Кирибати	Объединенные Арабские	Украина
Бруней-Даруссалам	Китай	Эмираты	Уругвай
Буркина Фасо	Колумбия	Оман	Фиджи
Бурунди	Коморские Острова	Острова Кука	Филиппины
Бутан	Конго	Пакистан	Финляндия
Бывшая Югославская	Корейская Народно-	Панама	Франция
Республика Македония	Демократическая	Папуа–Новая Гвинея	Хорватия
Вануату	Республика	Парагвай	Центральноафриканская
Венгрия	Коста-Рика	Перу	Республика
Венесуэла	Кот-д'Ивуар	Польша	Чад
Вьетнам	Куба	Португалия	Чешская Республика
Габон	Кувейт	Республика Йемен	Чили
Гаити	Кыргызстан	Республика Корея	Швейцария
Гайана	Лаосская Народно-	Республика Молдова	Швеция
Гамбия	Демократическая	Российская Федерация	Шри-Ланка
Гана	Республика	Руанда	Эквадор
Гватемала	Латвия	Румыния	Эритрея
Гвинея	Лесото	Сальвадор	Эстония
Гвинея-Бисау	Либерия	Самоа	Эфиопия
Германия	Ливан	Сан-Томе и Принсипи	Южная Африка
Гондурас	Ливийская Арабская	Саудовская Аравия	Ямайка
Греция	Джамахирия	Свазиленд	Япония
Грузия	Литва	Сейшельские Острова	
Дания	Люксембург	Сенегал	
Демократическая	Маврикий	Сент-Люсия	
Республика Конго	Мавритания	Сербия и Черногория	
Джибути	Мадагаскар	Сингапур	
Доминика	Малави	Сирийская Арабская	
Доминиканская Республика	Малайзия	Республика	

ТЕРРИТОРИИ (6)

Британские Карибские территории	Гонконг, Китай	Нидерландские Антильские Острова и Аруба	Новая Каледония
	Макао, Китай		Французская Полинезия

TOTEX

Метеорологические шары-пилоты

- Метеорологические шары-пилоты
- Аэрологические шары со встроенным парашютом
- Шары-пилоты типа АВ
- Парашюты для шаров-радиозондов
- Метеорологические приборы



TOTEX ПОСТАВЩИК

Главное Бюро и завод-изготовитель

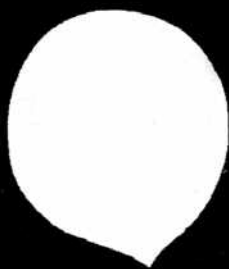
765 Ueno, Ageo-shi, Saitama-ken 362-0058, Japan Tel: (048) 725-1548

Бюро в Токио (международный отдел)

Katakura Bldg, 1-2 Kyobashi 3-chome, Chuo-ku, Tokyo 104-0031, Japan

Tel: +81-3-3281-6988 Fax: +81-3-3281-7095

E-mail: totex.internl.tyo@ma.newweb.ne.jp



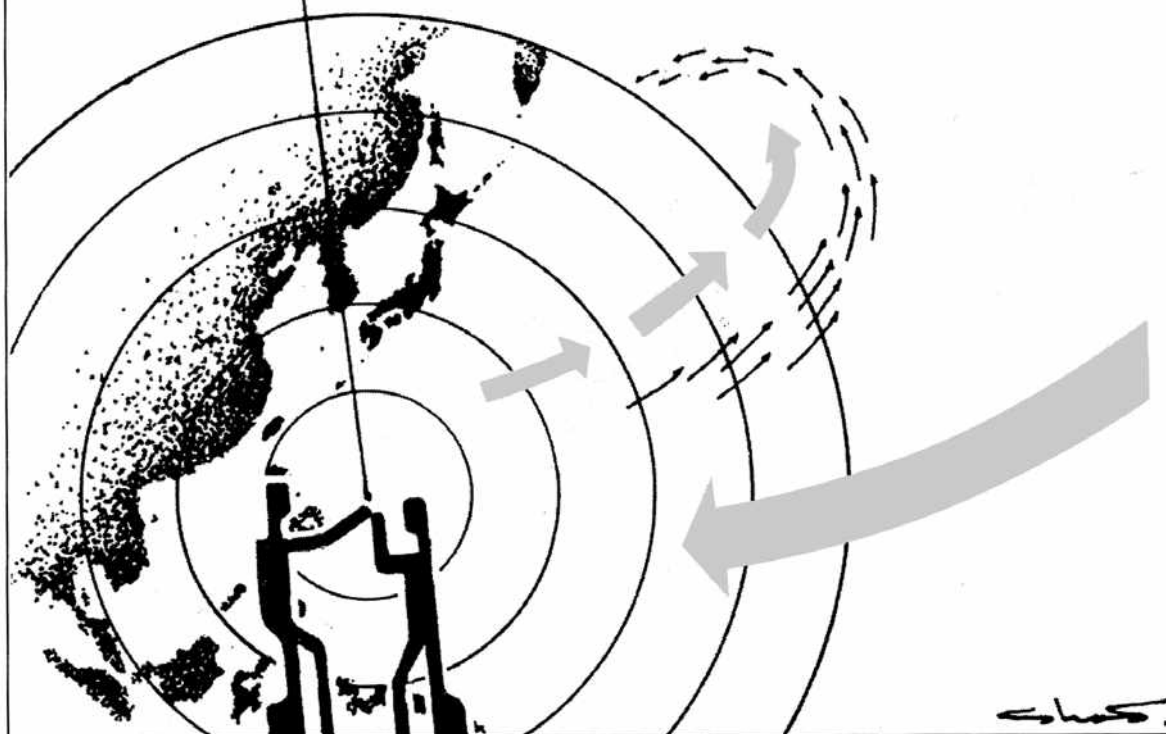
METEOROLOGICAL BALLOONS COSMOPRENE

HIGHEST
QUALITY

K.K.S.

SOUNDING
CEILING
PILOT
ALL SORTS

Skilled Technique and Well Controlled Quality in Manufacturing.
Good Efficiency in Performance.
Will Satisfy Your Observations Everywhere.



THE WEATHER BALLOON MFG. CO., LTD.

23-10 KITAKOJIYA 1-CHOME, OHTA-KU, TOKYO, 144 JAPAN

E-mail: weatherballoon@nifty.com

Fax No.: 03-3744-1400

Tel. No.: 03-3741-1141



get in touch with MTSAT.

Remote Sensing Technology

The VCS MTSAT user station is ready for reception of LRIT and HRIT data being transmitted by the new MTSAT 1R satellite

Based on the well-known **2met!**® concept, VCS is your reliable partner for the complete range of next generation remote sensing systems and technologies. Beside sophisticated application features, **2met!**® is now ready to receive LRIT and HRIT data being transmitted by the new geo-stationary MTSAT satellite.

Ask us about your solution

by emailing peter.scheidgen@vcs.de
or by calling +49 234 9258-112



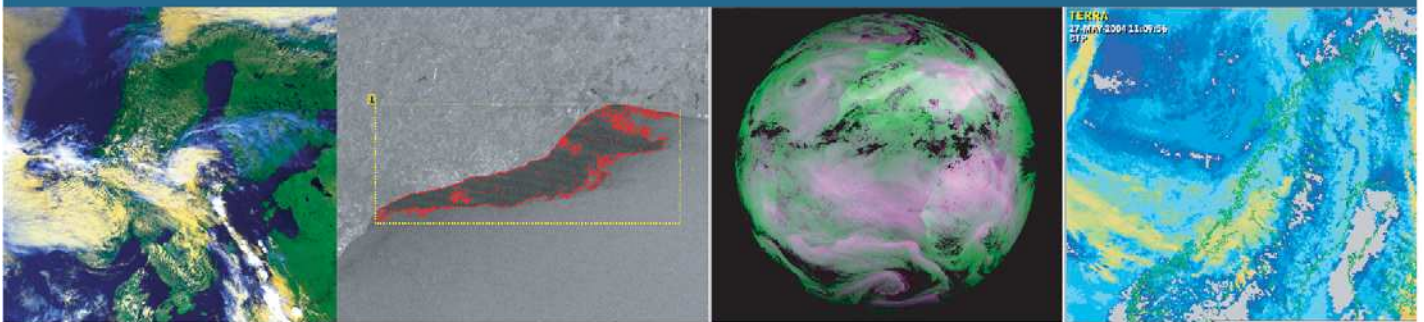


KONGSBERG

MEOS™

Multi-Mission Earth Observation System

Kongsberg Spaceteq's MEOS handles the entire chain from antenna to end-user.



Kongsberg Spaceteq is a leading supplier of ground stations for data acquisition from Earth observation satellites and production of value added applications:

- Meteorological turn-key systems
- Meteorological Value Added Applications
- Environmental and Marine Surveillance turn-key systems
- Environmental and Marine Surveillance Value Added Applications
- Direct Ingest System
- Network and Station Control System
- Engineering, installation, training, maintenance and support
- Consultancy and studies

Kongsberg Spaceteq provides receiving stations for a number of satellites: MSG HRIT/LRIT, NOAA HRPT, TERRA and AQUA Direct Broadcast, METOP HRPT and MTSAT HiRID, FY-1 CHRPT, Sea Star HRPT.

Kongsberg Spaceteq is recommended by EUMETSAT/WMO to provide MSG HRIT/LRIT Receiving Stations to Eastern and Central European countries.

www.spaceteq.no

LAS

LARGE APERTURE SCINTILLOMETER

REMOTE SENSING TECHNOLOGY FOR
MONITORING AREA-AVERAGED SENSIBLE
HEAT FLUX AND EVAPO-TRANSPIRATION



MEASUREMENT
EXCELLENCE
SINCE 1830



**Kipp &
Zonen**

175 YEARS

The line of sight path-integrating capabilities of the LAS (0.2 to 4.5 km) and X-LAS (1 to 10 km) provide reliable area-representative fluxes of sensible heat. The Scintillometers are also the basis of a complete system comprising selected environmental sensors, data loggers and specially developed Evation software for the real-time measurement of evapo-transpiration, ideal for earth energy balance and water management studies.

Kipp & Zonen B.V.
P.O. box 507 2600 AM
Delft, The Netherlands

T +31(0)15 269 8000
F +31(0)15 262 0351
E info@kippzonen.com

WWW.KIPPZONEN.COM

Новая форма аэрологических наблюдений – ЧАСТЬ II



Национальные метеорологические службы по всему миру переходят на новую форму аэрологических наблюдений: радиозонды RS92 и система зондирования DigiCORA® MW31 фирмы Вайсала.

Фирма Вайсала предлагает новую подсистему обработки зондирования DigiCORA® MW31. Новая подсистема работает с радиозондами Вайсала семейства RS92, и ее отличительной чертой является использование передовой технологии с программируемыми радиointерфейсами (SDR). Большая часть этой радиотехнологии встроена в программное обеспечение мощного процессора цифровых сигналов (DSP). Это значительно улучшает гибкость и возможности наращивания системы.

Сочетание полностью цифрового зонда RS92-SGP и новой подсистемы SPS311 обеспечивает высшую производительность линий телеметрии и эффективность использования полосы пропускания. Характеристики радиозонда RS92 при измерениях ДТВ гораздо лучше, чем у старых радиозондов Вайсала. Он обеспечивает превосходное временное разрешение и тонкую структуру всего профиля зондирования.



Подсистема обработки зондирования SPS311 фирмы Вайсала

www.vaisala.com

Vaisala Oyj, P.O. Box 26, FIN-00421, Helsinki, Finland

Phone +358 9 894 91, Fax +358 9 8949 2227

Email weather.marketing@vaisala.com

 **VAISALA**
Reliable.

CD-ROM

The CD-Rom contains (in pdf format in both high and low resolution):

- Бюллетень ВМО 54 (2) – Апрель 2005
- MeteoWorld – April 2005
- Weather, climate, water and sustainable development (WMO-No. 974) (Brochure for World Meteorological Day 2005)
- Saving paradise, ensuring sustainable development (WMO-No. 973)

The CD-Rom also contains (in pdf format in low resolution) :

- World Climate Research Programme: 25 years of science serving society (Brochure)
- Global Energy and Water Cycle Experiment—Phase I (Brochure)
- Nine WCRP flyers



World Meteorological Organization
7bis, avenue de la Paix
Case postale No. 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland
Tel: + 41 22 730 81 11
Fax: + 41 22 730 81 81
E-mail: wmo@wmo.int
Web: <http://www.wmo.int>

ISSN 0250-6076