

ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

БЮЛЛЕТЕНЬ



Том 47 № 1

Январь 1998 г.



ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ (ВМО) является специализированным учреждением ООН

ВМО создана для того, чтобы:

- облегчить 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, на обязанности которых лежит 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 обеспечить единообразное издание данных наблюдений и статистических данных;
- содействовать дальнейшему применению метеорологии в авиации, судоходстве, при решении военных 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 этой деятельности в международном масштабе.

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 36 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 областей 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.

СЕКРЕТАРИАТ ВСЕМИРНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НАХОДИТСЯ В ШВЕЙЦАРИИ, ЖЕНЕВА.
АВЕНЮ ДЖУЗЕПЕ МОТТА, № 41.

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ СОВЕТ

Президент Дж. У. Зильман (Австралия)
Первый вице-президент К. Э. БЕРРИДЖ (Британские Карибские территории)
Второй вице-президент Н. СЕН РОЙ (Индия)
Третий вице-президент Ж.-П. БЕССОН (Франция)

Члены Исполнительного Совета по должности (президенты региональных ассоциаций)

Африка (Регион I)
К. КОНАРЕ (Мали)
Азия (Регион II)
З. БАТЖАРГАЛ (Монголия)
Южная Америка (Регион III)
У. КАСТРО ВРЕДЕ (Парагвай)
Северная и Центральная Америка (Регион IV)
А. Дж. ДАНИА (Нидерландские Антильские о-ва и Аруба)
Юго-Запад Тихого океана (Регион V)
С. КАРИОТО (Индонезия)
Европа (Регион VI)
П. ШТЕЙНХАУЗЕР (Австрия)

Избранные члены Исполнительного Совета

З. АЛПЕРСОН (Израиль)
Л. А. АМАЛОРЕ (Филиппины) (и. о.)
А. АТАЙДЕ (Бразилия)
А. И. БЕЛИЦКИЙ (Российская Федерация)
А. А. АЛЬ-ГАЙН (Саудовская Аравия)
У. ГЕРТНЕР (Германия) (и. о.)
Я. ЗИЛИНСКИЙ (Польша)
П. ЛЕЙВА-ФРАНКО (Колумбия)
Г. МАК-БИН (Канада)
М. С. МИТА (Объединенная Республика Танзания)
Э. А. МУКОЛВЕ (Кения)
Л. НДОРИМАНА (Бурунди)
А. М. НУРИАН (Исламская Республика Иран)
И. ОБЕРНИК (Чешская Республика)
Т. ОНО (Япония) (и. о.)
Г. К. РАМОТВА (Ботсвана)
Ю. САЛАХУ (Нигерия) (и. о.)
Р. А. СОНЗИНИ (Аргентина)
Э. У. ФРАЙД (США)
А. ХАЙМЕ (Мексика) (и. о.)
Ф. Дж. Б. ХАУНТОН (Бенин) (и. о.)
Цзоу Цзинмэн (Китай)
Г. К. ШИДЫ (Южная Африка)
П. ЮНСИ (Соединенное Королевство) (и. о.)
(Две вакансии)

ПРЕЗИДЕНТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМИССИЙ

Авиационной метеорологии: Ч. Г. СПРИНГЛ
Атмосферным наукам: Д. Дж. ГОНГЛЕТ
Гидрологии: К. ХОВВЮС
Климатологии: Я. БУДУ
Морской метеорологии: Я. ГУДАЛ
Основным системам: С. МИЛДНЕР
Приборам и методам наблюдений: Я. КРУЖ
Сельскохозяйственной метеорологии: К. Дж. СТИГТЕР



Официальный журнал
Всемирной
Метеорологической
Организации

ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Г. О. П. ОБАСИ
ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО СЕКРЕТАРЯ
М. ЖАРРО
ПОМОЩНИК
ГЕНЕРАЛЬНОГО СЕКРЕТАРЯ
А. С. ЗАЙЦЕВ

Том 47, № 1
Январь 1998

БЮЛЛЕТЕНЬ

Стоимость подписки:
Обычная почта:

1 год: 52 шв. фр.
2 года: 94 шв. фр.
3 года: 124 шв. фр.

Авиапочта:

1 год: 72 шв. фр.
2 года: 130 шв. фр.
3 года: 172 шв. фр.

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

Денежные переводы и всю
корреспонденцию, касающуюся
Бюллетеня ВМО, следует
направлять Генеральному
секретарю

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
помянутыми 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

World Meteorological
Organization
Case postale 2300
CH-1211 Geneva 2
Switzerland

Тел.: (+41.22) 730.84.78
Факс: (+41.22) 733.09.82
e-mail: bulletin@ipc.wmo.ch

Редактор: А. С. Зайцев
Помощник
редактора: Юдит К. К. Торрес

- 2 В этом выпуске
- 3 Погода, океаны и деятельность человека: послание Генерального секретаря ВМО
- 7 Интервью Бюллетеня: профессор К. Я. Кондратьев
- 18 Метеорология и морское сообщество: 150 лет плодотворного сотрудничества (М. Онтарре)
- 33 Развитие и совершенствование морских служб в развивающихся странах (С. Рагонаден)
- 41 Глобальная система наблюдений за океаном (ГСНО) (К. Саммерхейс)
- 51 Спутниковая океанография (С. Викторов)
- 65 Поступление химических веществ из атмосферы в океан (Р. А. Дьюс)
- 77 Выгоды, приносимые гидрологическими прогнозами (Ю. А. Стеллингс и Д. Л. Фрид)
- 81 Борьба с градом путем активных воздействий на облака (Т. Т. Газирашвили)
- 83 Комиссия по климатологии — двенадцатая сессия
- 85 Международная конференция по Всемирной программе исследований климата: достижения, преимущества и проблемы Юбилей
- 89 120 лет итальянской агрометеорологии (Д. Венто)
Новости программ ВМО
- 91 Всемирная служба погоды
- 93 Приборы и методы наблюдений
- 95 Программа по тропическим циклонам
- 95 Всемирная климатическая программа
- 97 Всемирная программа климатических применений и обслуживания
- 98 Всемирная программа климатических данных и мониторинга
- 100 Метеорологическое обслуживание населения
- 102 Сельскохозяйственная метеорология
- 105 Авиационная метеорология
- 107 Гидрология и водные ресурсы
- 112 Образование и подготовка кадров
- 117 Техническое сотрудничество
- 118 В Регионах
- 119 Хроника
- 121 Новости Секретариата
- 129 Некрологи
- 134 Книжное обозрение
- 139 Календарь предстоящих событий
- 140 Члены Всемирной Метеорологической Организации

В ЭТОМ ВЫПУСКЕ

Организация Объединенных Наций провозгласила 1998 г. как „Международный год океана“. Поэтому вполне естественно, что и девиз Всемирного метеорологического дня 1998 г. (23 марта), и послание Генерального секретаря проф. Г. О. П. Обаси, которым открывается этот выпуск, носят название „Погода, океаны и деятельность человека“. Эта же тема является центральной и в публикуемых тематических статьях.

Проф. Обаси указывает на то, что два из каждых трех городов мира с населением более 2,5 млн. человек расположены в прибрежных регионах; в прибрежных зонах проживает почти две трети обитателей земного шара. Кроме того, океаны, являющиеся во все большей мере жизненно важными источниками продовольствия, энергии, воды, углеводородов и минеральных ресурсов, подвергаются постоянно усиливающемуся стрессу. Следовательно, совершенно необходимо углублять наши знания о роли океанов в климатической системе, поскольку лишь на этом пути мы сможем внести свой вклад в их сохранение.

Однако на первом месте, как и всегда, стоит интервью *Бюллетеня*, на этот раз с профессором Кириллом Кондратьевым. Д-р Таба посетил Кондратьева в его доме в Российской Федерации в августе 1997 г. Проф. Кондратьев хорошо известен в кругах ВМО как исследователь радиационных процессов в атмосфере и крупный специалист по спутниковой метеорологии.

Наша первая тематическая статья представляет собой обзор истории взаимоотношений между метеорологами и морским сообществом — начиная от возникновения метеорологии в середине XIX в. (когда ее вообще не считали наукой!) и до наших дней. Автором статьи является редактор издаваемого Службой „Метео-Франс“ журнала *Met Mar* Мишель Онтарре.

Затем помещена статья Сакуды Рагоонадана (Маврикий) о развитии и укреплении морских служб в развивающихся странах. Г-н Рагоонаден опасается, что научно-технический разрыв между развитыми и развивающимися странами может стать непреодолимым, если не будут предприняты срочные меры. Он отмечает, что в 1998 г. правительства, политики и морские организации получают исключительную возможность для проведения пропагандистской кампании с целью освещения той роли, которую океаны могут играть для

обеспечения устойчивого развития, для планирования мер по совершенствованию морских служб, пока еще не слишком поздно.

Глобальная система наблюдений за океаном (ГСНО) является предметом статьи директора Бюро проекта ГСНО при Межправительственной океанографической комиссии ЮНЕСКО в Париже Колина Саммерхейса. Он представляет концепцию и задачи ГСНО, рассказывает о развертывании системы и направлениях будущих исследований.

Сергей Викторов (Российская Федерация) пишет об эволюции и современном состоянии глобальной и региональной спутниковой океанографии, о предъявляемых требованиях, типах информационной продукции и существующих тенденциях. В последние годы успехам этого междисциплинарного научного направления немало способствовало международное сотрудничество, и автор убежден: такое сотрудничество будет развиваться и впредь, что принесет всему человечеству еще более ценные результаты и значительные выгоды.

В последней статье на эту тему Роберт Дьюс (США) рассматривает проблему поступления в океан химических веществ из атмосферы. Эти вещества могут быть опасны для морских организмов, но они же в значительной мере определяют биологическую продуктивность морей. Так, в некоторых регионах поступления некоторых примесных металлов из атмосферы сравнимы с их поступлениями из рек, сточных вод и сбросов или даже превышают последние. Автор призывает к налаживанию тесного сотрудничества между метеорологами и специалистами по химии атмосферы.

В двух заключительных тематических статьях речь идет о преимуществах гидрологического прогноза (Юджин Стеллингс и Дэни Фрид, США) и об активных воздействиях на облака с целью предотвращения града (Тентиз Гзирашвили, Грузия).

В номере рассказано о двух важных совещаниях — двенадцатой сессии Комиссии ВМО по климатологии и Международной конференции по Всемирной программе исследований климата. Оба совещания состоялись в Женеве (Швейцария) в августе 1997 г.

В разделе, посвященном юбилеям, помещена статья о 120-летней годовщине итальянской агрометеорологии.

На обложке: Погода, океаны и деятельность человека: траулер из рыбацкого порта Сет (Франция) на промысле в Средиземном море

Фото: ВФП / Мишель Гюнтер / BIOS

ПОГОДА, ОКЕАНЫ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ЧЕЛОВЕКА

ПОСЛАНИЕ ПРОФ. Г. О. П. ОБАСИ, ГЕНЕРАЛЬНОГО СЕКРЕТАРЯ ВМО



Проф. Г. О. П. Обаси, Генеральный секретарь
ВМО

Фото: ВМО/Бьянко

Всемирный метеорологический день посвящается вступлению в силу 23 марта 1950 г. Конвенции Всемирной Метеорологической Организации (ВМО). Каждый год ВМО отмечает этот день, выбирая какую-нибудь тему, представляющую интерес для человечества. Организация Объединенных Наций провозгласила 1998 г. как „Международный год океана“. Поэтому выбранная ВМО для этого года тема Всемирного метеорологического дня „Погода, океаны и деятельность человека“ представляется особенно актуальной.

Актуальность этой темы подчеркивается тем фактом, что два из трех городов в мире с населением более 2,5 млн. чело-

век в настоящее время располагаются в прибрежных регионах и почти две трети населения мира проживают в прибрежных зонах. Кроме того, океаны являются одним из важнейших источников продовольствия, энергии, воды, углеводов и минеральных ископаемых, а также во все возрастающей степени испытывают стрессовые нагрузки из-за развития прибрежных зон, загрязнения промышленными отходами и чрезмерной эксплуатации живых океанских ресурсов.

Рыболовные флотилии мира и небольшие рыбацкие суда каждый год вылавливают миллионы тонн рыбы. За последние несколько десятилетий приобрели широкое развитие другие виды связанной с океаном деятельности. Океаны описываются как гигантская сокровищница, поскольку в морской воде содержится все полезные ископаемые, известные на Земле. В дополнение к извлечению соли и пресной воды посредством опреснения воды океана предполагается, что в ближайшем будущем ускорится добыча полезных ископаемых, находящихся в глубинах океана. Разработка запасов нефти и газа, находящихся на дне океана, и продукция от морских месторождений в настоящее время являются основным вкладчиком в мировые поставки углеводородного топлива. Однако интерес к ресурсам океана выходит за рамки невозобновимых полезных ископаемых и углеводов и включает использование приливов, волн и градиентов температуры океана для выработки электроэнергии.

Для эффективной и рентабельной работы этих видов деятельности необходимо знать метеорологические условия с заблаговременностью в несколько дней. Исходя из необходимости разработки комплексной глобальной системы наблюдений за океаном для поддержки

связанной с океаном деятельности, возник значительный, высокотехнологичный промышленный сектор, сосредоточенный на проектировании, разработке, изготовлении и эксплуатации систем наблюдений за океаном и связи.

Кроме важного экономического значения, океаны оказывают крупное влияние на глобальный климат и на ежедневные метеорологические условия. Явление *Эль-Ниньо* ясно демонстрирует связь между температурой поверхности океана и предсказанием климатических условий с заблаговременностью несколько месяцев. Образующиеся над теплыми тропическими водами тропические циклоны набирают свою энергию от переноса в верхние слои тепла и влаги от поверхности океана. Воздушные массы, двигаясь с суши, также претерпевают значительные изменения по мере прохождения над водами океана.

Погода и климат в свою очередь непосредственно оказывают влияние на условия океана. Зимние условия увеличивают паковые льды Арктики и Антарктики, представляющие серьезное препятствие для морской навигации даже для наиболее мощных судов ледового класса, в то время как летом отколовшиеся от ледников и полярных ледовых шапок айсберги иногда проходят большие расстояния и представляют опасность для судоходства в средних широтах. Большая часть океанских волн образуется под фрикционным действием ветра, дующего над поверхностью океана. Приливы океана, в отличие от волн, вызываемых гравитационным притяжением Луны и Солнца, однако метеорологические условия могут также оказывать значительное влияние на приливы; сочетание сильных, дующих в сторону берега ветров, низкого атмосферного давления и высоких астрономических приливов могут иногда приводить к затоплению обширных береговых зон. Так, например, в ноябре 1970 г. в результате нагона воды на материк сильным штормовым циклоном во время высоких приливов океана в Бангладеш утонуло приблизительно 300 000 человек.

Учитывая подверженность людей в море влиянию ветра и волнения, не приходится удивляться, что наиболее важными функциями метеорологических служб прибрежных и морских государств является обеспечение морского

метеорологического обслуживания. Самыми первыми официальными видами метеорологического обслуживания являлось обслуживание моряков, и во многих странах метеорологические службы были организованы главным образом для обеспечения прибрежных районов прогнозами погоды и предупреждениями.

Обеспечение морского метеорологического обслуживания зависит от устойчивого потока точных и своевременных наблюдений за ветром, погодой, волнением, температурой воздуха и моря, условиями ледового режима и другими элементами по мировым океанам. В соответствии с этим ВМО и ее страны-Члены осуществляют круглосуточный всемирный мониторинг в рамках услуг, обеспечиваемых Программой Всемирной службы погоды, для предоставления метеорологического и климатического обслуживания по всему миру.

Эти колоссальные усилия охватывают сбор данных метеорологических наблюдений от приблизительно 7000 морских торговых судов, которые охвачены Программой ВМО для судов, добровольно проводящих наблюдения, от дрейфующих и заякоренных метеорологических буев, буровых нефтяных вышек, автоматических береговых и судовых метеорологических станций, аэрологических наблюдений, самолетов и от метеорологических датчиков на орбитальных и геостационарных спутниках. ВМО и ее страны-Члены тесным образом работают с Межправительственной океанографической комиссией (МОК) ЮНЕСКО, морскими организациями, судоходными компаниями, нефтяной промышленностью и другими заинтересованными организациями и отраслями для поддержания и улучшения этих программ наблюдений за океаном.

В 1905 г. для передачи сводок погоды с судов, находящихся в море, на береговые станции впервые был использован радиотелеграф. Впоследствии Первая международная конвенция для обеспечения жизни на море (Конвенция СОЛАС) призвала охватить все судоходные маршруты и районы промысла рыбы прогнозами погоды, передаваемыми по радио. В течение многих лет ВМО и морские организации развивали скоординированную систему обслуживания морскими прогнозами и предупреждениями,

охватывающую как прибрежные воды, так и открытые моря. После утверждения на международном уровне в 1988 г. Глобальной системы по обнаружению терпящих бедствие и по безопасности мореплавания (ГМДСС) стала обновляться и совершенствоваться морская связь, в которой нашли свое отражение достижения в технологии связи. Распространение метеорологических предупреждений и прогнозов для морских судов является неотъемлемой частью современной системы ГМДСС.

Во второй половине нашего столетия морское метеорологическое обслуживание значительно расширилось для удовлетворения конкретных потребностей добычи нефти и газа на морских месторождениях, прибрежного строительства, операций по буксировке, очистке от загрязнения и других видов деятельности на море, которые являются чувствительными к погоде. Судоходные компании при планировании своих судоходных маршрутов используют прогнозы ветра и волнения, основываясь на современных моделях предсказания погоды и состояния моря, используемых национальными метеорологическими службами. Появление очень больших судов („суперсудов“) увеличило потребность предоставления морского метеорологического обслуживания для прибрежных районов, портов и гаваней, где эти сверхбольшие суда наиболее уязвимы. Поскольку перевозка грузов морским транспортом, рыболовство и деятельность по добыче и разведке нефти расширились до полярных и субполярных регионов, прогнозы образования морского льда, поведения и таяния, предоставляемые странами—Членами ВМО, вносят все возрастающий важный вклад в дело обеспечения безопасности и эффективности работы в холодных районах океана.

Отмечается возрастающее научное понимание важной роли, которую играют процессы атмосферного переноса и отложения в загрязнении прибрежных и глубинных вод океана. Атмосфера является эффективным путем для переноса в океаны загрязняющих веществ из воздуха; включая тяжелые металлы, такие, как свинец, кадмий и ртуть, и устойчивые органические загрязняющие вещества, такие, как ДДТ и полихлорбифенилы (ПХБ). Они могут нарушать биохимические процессы в морской среде, вызывая сбоя в биологической продуктивности. Для решения этих задач ВМО учредила Программу Глобальной службы атмосферы (ГСА) для обеспечения данными наблюдений, научными оценками и соответствующей информацией, которые будут содействовать совершенствованию нашего понимания вклада атмосферы в океанские процессы.

Взаимодействие суши, моря и атмосферы особенно ярко проявляется в зонах побережий. Метеорологическая и климатическая информация используется в управлении прибрежной зоной, позволяя принимать решения по планированию, основываясь на действительной информации, касающейся, среди прочего, информации о потенциальном воздушном загрязнении, интенсивности сильных осадков, величине прилегаемых ветром и волнением сил. Так, например, метеорологические службы вносят вклад в проектирование береговых инженерных сооружений, таких, как гавани, посредством обеспечения статистической проектной информацией о волнах, ветре и других метеорологических явлениях.

Воздействие резко возросшей деятельности в освоении прибрежных районов уже проявляется в ускоренных темпах деградации береговой линии, возросшем загрязнении и сокращении прибрежной и рыбохозяйственной деятельности. Эта ситуация усугубляется привлекательностью пляжей, небольших островов и прибрежных курортов для миллионов туристов, что часто приводит к неконтролируемому развитию в опасных низколежащих районах, чувствительных для затопления штормовыми нагонами или цунами. Приток туристов привел к тому, что национальные метеорологические службы осознали необходимость предоставлять информацию и обучать прибывающих основам знаний, касающихся погоды и связанных с погодой стихийных бедствий, которые могут сказываться на получении удовольствия от прибрежной среды. Национальные метеорологические службы предоставляют продукцию и обслуживание для сектора туризма и отдыха. Информация варьирует от оценок климатической устойчивости районов для конкретной рекреационной деятельности до специальной продукции, такой, как прогнозы для

эксплуатации небольших судов и индексы ультрафиолетового излучения. Тот факт, что совсем недавно во время гонок по океану трагически затонул ряд судов, доказывает, что морские метеорологические условия имеют иногда жизненно важное значение и в контексте рекреационной деятельности.

Сегодня широкая общественность проявляет заметный интерес к проблемам климата, его изменчивости и угрозе, связанной с глобальным потеплением. Любой фактор, изменяющий излучение, проходящее от Солнца на Землю, или излучение, исходящее от Земли, или изменяющий перераспределение энергии внутри атмосферы, океанов и суши или между этими средами, влияет на климат. Повышение содержания в атмосфере парниковых газов, таких, как двуокись углерода, метан и закись азота, уменьшает эффективность охлаждения Земли, что ведет к потеплению нижнего слоя атмосферы и поверхности Земли.

Научные свидетельства, вероятно, дают основание предположить, что изменения мирового климата уже происходят. В 1988 г. ВМО и Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) создали Межправительственную группу экспертов по изменению климата (МГЭИК) для оценки и периодического сообщения информации об изменении климата. Самая последняя оценка, проведенная группой экспертов, предполагает, что к 2100 г. Земля, возможно, станет теплее на 3,5 °C, если не принять никаких профилактических мер. Связанное с этим тепловое расширение океанов и более быстрое таяние горных ледников и ледяных шапок приведет, как предполагается, к подъему среднего уровня моря на 15—95 см, но, скорее всего, примерно на 50 см.

Повышение уровня моря создаст угрозу для самого существования низлежащих островных государств и прибрежных равнинных территорий, а также увеличит степень уязвимости для воздействий, вызываемых прибрежным затоплением и эрозией. Соответственно ВМО и мировое метеорологическое сообщество считают одной из наиболее приоритетных задач совершенствование нашего понимания механизма глобального потепления и его воздействия на океаны и на островные и прибрежные

сообщества. ВМО оказывает существенную поддержку правительствам и другим организациям по разработке политики, направленной на снижение величины глобального потепления и уменьшения его последствий.

Во второй половине XX в. деятельность, связанная с океаном, значительно расширилась. Этот факт вместе с нашим возрастающим пониманием роли океанов в климатической системе заставил научное сообщество и правительства сконцентрировать больше внимания на изучении системы океан—атмосфера. В такой обстановке требуются постоянные усилия по обеспечению морского метеорологического обслуживания для содействия безопасным и эффективным операциям на море и по вкладу в охрану и устойчивое развитие океанских ресурсов.

В дополнение к этому перед ВМО и национальными метеорологическими и гидрологическими службами (НМГС) стоят важные задачи по изысканию возможностей для использования все более расширяющихся знаний о связях между океанами и климатом для разработки сезонных и годовых прогнозов засух и других опасных климатических явлений. Мы также должны стремиться к совершенствованию наших знаний о роли океанов во времени, с тем чтобы в значительной степени предотвратить глобальное потепление или смягчить его наиболее неблагоприятные последствия.

Сосредоточение деятельности по празднованию Всемирного метеорологического дня в этом году на теме „Погода, океаны и деятельность человека” предоставляет возможность для правительств, широкой общественности и средств массовой информации отразить важный вклад, вносимый ВМО и национальными метеорологическими службами в морские и прибрежные виды деятельности, а также в устойчивое использование океанских ресурсов. Мы надеемся на более тесную работу с НМГС, научным сообществом и правительствами в улучшении нашего понимания роли океанов в климатической системе и в деле сохранения этого важнейшего ресурса для грядущих поколений человечества.

ИНТЕРВЬЮ БЮЛЛЕТЕНЯ

Профессор К. Я. Кондратьев

Д-р Таба рассказывает:

4 октября 1957 г. в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли. Понимание того факта, что прогресс в области космических технологий открывает широкие возможности для международного сотрудничества, обусловило принятие Генеральной Ассамблеей Организации Объединенных Наций ряда резолюций о мирном использовании космического пространства. С точки зрения ВМО, самой важной из них была резолюция 1721 (XVI), согласно которой Организации отводилась ведущая роль в исследованиях атмосферы, в том числе в разработке методов прогноза погоды и изучении изменений климата. В состав созданного вскоре при Исполнительном Комитете Консультативного комитета, в задачи которого входило консультирование по основным оперативным проблемам, касающимся целей, сформулированных в резолюции ООН, входили 12 видных ученых, включая и Кирилла Яковлевича Кондратьева,

интервью с которым мы публикуем в этом выпуске.

Мне довелось присутствовать на сессиях Консультативного комитета. На меня произвели огромное впечатление обширные знания Кирилла Кондратьева и его продуктивные выступления. Кирилл председательствовал на третьей сессии Комитета в апреле 1966 г. и в ноябре того же года. Проф. Ван-Мигем и я отправились в Москву, а затем в Ленинград, чтобы решить там некоторые вопросы, связанные с подготовкой кадров. В Ленинграде я заболел и провел в больнице около 12 дней. Кондратьев навещал меня там — весьма любезный жест, который я буду помнить всегда.

Хотя с тех пор прошло уже более 30 лет, воспоминания о прошлом часто посещают меня. Поэтому я с большим волнением готовился к новому посещению этого прекрасного города, ныне Санкт-Петербурга, чтобы взять публикуемое интервью. Сейчас, уже вернувшись в Женеву, я могу сказать, что дни, проведенные с Кириллом и Светланой Кондратьевыми, останутся среди моих самых приятных воспоминаний.

Когда очень жарким днем 4 августа 1997 г. я прибыл в аэропорт Санкт-Петербурга, Кирилл уже ожидал меня там. Он почти не изменился и выглядел гораздо моложе своего возраста. Кирилл предложил мне остановиться у него. Я очень обрадовался, так как это давало мне возможность лучше узнать человека, у которого я намеревался взять интервью.

Коридор и рабочий кабинет в квартире Кондратьева забиты книгами. Здесь более 100 различных публикаций, лежащих на полках, креслах и даже на полу. Все они были написаны Кириллом, а между тем, он написал по меньшей мере еще столько же. На летней даче, куда мы направились на следующий день, я также увидел массу книг, журналов, отписок научных статей и т. д., которые лежали всюду. Кирилл ежедневно многие часы посвящал чтению и написанию научных трудов, а мы со Светланой в это время гуляли в лесу вдоль морского побережья. Место, где расположена летняя дача Кондратьева, имеет интересную историю. После второй мировой войны Сталин приказал построить дачи для 32 академиков, проживавших в Ленинграде. Владельцы этих дач живут тут почти круглый год.



К. Я. Кондратьев

Д-р Таба продолжает:

Кирилл Кондратьев родился 14 июня 1920 г. в Рыбинске, расположенном примерно в 300 км к северо-востоку от Москвы. Его отец, офицер Красной Армии, вышел в отставку в середине 1920-х годов и стал инженером-строителем. Кирилл получил начальное и среднее образование в Ленинграде. Он иногда встречается со своим учителем физики, которому уже за 90, и вспоминает с ним былые дни. В 1938 г. Кирилл поступил на физический факультет Ленинградского университета, чтобы изучать физику, математику и химию. В 1941 г. ему пришлось прервать обучение в связи с призывом в армию. Кирилл хорошо помнит эти трудные времена — блокаду Ленинграда и голод. Он был в таком тяжелом физическом состоянии, что его перевезли из ленинградской больницы в госпиталь, расположенный в Западной Сибири. В 1942-1943 гг. он был курсантом парашютно-десантной дивизии, а затем вернулся на фронт, оккупировав западнее Москвы. После третьего ранения он был демобилизован. Ему удалось разыскать родителей и сестру, эвакуированных на Северный Кавказ, и семья воссоединилась.

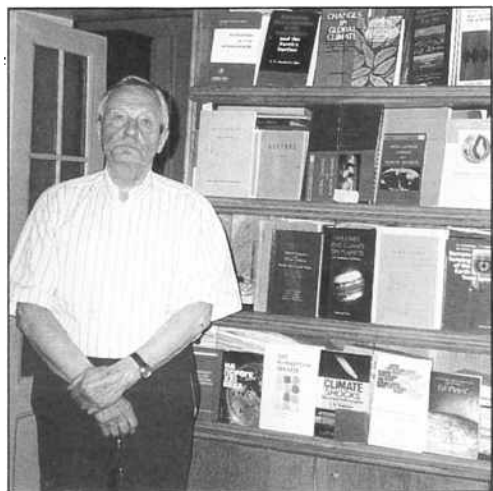
Блокада Ленинграда была прорвана летом 1944 г. Семья вернулась в Ленинград, и Кирилл продолжил учебу на физическом факультете. В 1946 г. он защитил диплом на кафедре физики атмосферы и получил должность доцента. Это стало началом более чем полувековой научной карьеры. Он был ассистентом, доцентом, профессором кафедры физики атмосферы, заведующим этой кафедрой, проректором и ректором Университета, главным научным сотруд-

ником и заведующим отделом радиационных исследований Главной геофизической обсерватории (Ленинград), работал в Институте озераведения, а затем в Исследовательском центре экологической безопасности. Вместе с проф. О. М. Йоханнесеном (Норвегия) и другими выдающимися учеными он организовал при участии нескольких академических институтов Нансеновский международный центр по исследованию окружающей среды и дистанционному зондированию. Кирилл никогда не прекращал активную международную деятельность. В те времена, когда поездки советских ученых за рубеж были затруднены, Кирилл организовывал регулярные визиты выдающихся иностранных ученых в Ленинградский университет. Он активно участвовал в международных встречах, проводившихся Международной астрономической федерацией, Комитетом МСНС по космическим исследованиям, Международной ассоциацией метеорологии и физики атмосферы, Международным союзом геодезии и геофизики. Будучи членом упоминавшегося выше Консультативного комитета ИС, он отвечал за развертывание Всемирной службы погоды ВМО и за Программу исследований глобальной атмосферы процессов ВМО/МСНС.

Кондратьев внес значительный вклад в спутниковую метеорологию, занимаясь методами изучения окружающей среды из космоса и интерпретацией данных. Он был первым ученым, предложившим и обосновавшим статистический подход к анализу результатов спутниковых измерений радиационного баланса Земли. В том, что касается изменения климата, он является горячим защитником принципа «многомерных глобальных перемен», предполагающего анализ взаимодействия динамических процессов, протекающих в обществе и в окружающей среде.

Кондратьев является членом Российской Академии наук и Международной Академии астронавтики, лауреатом Государственной премии СССР, почетным членом Международной академии наук, «Леопольдина», Американской Академии искусств и наук, Американского метеорологического общества и Королевского метеорологического общества, он почетный доктор университетов Лиля (Франция), Афин (Греция) и Будапешта (Венгрия). В 1967 г. он получил 12-ю Премию ММО.

Д-р Таба хотел бы выразить Кириллу и Светлане Кондратьевым свою благодарность за прекрасные дни, проведенные с ними.



Проф. Кондратьев и его работы в петербургской квартире

Фото: Х. Таби

Х. Т. — Расскажите о теме Вашей дипломной работы.

К. Я. К. — В 1945—1946 гг. большое значение для страны имели развитие и укрепление сельского хозяйства. Крестьяне на юге России были озабочены ранними утренними заморозками, губившими виноградники. В составе специальной экспедиции я отправился в Ростовскую область, чтобы на месте изучить эту проблему. Мы уже знали, что одним из способов защиты винограду было создание над ними дымовой завесы. Моя задача состояла в том, чтобы определить, какой именно тип дымовой завесы следует выбрать. Во-первых, нужно было оценить роль атмосферного парникового эффекта, возникающего при задымлении приземного слоя атмосферы. Во-вторых, надо было выяснить, можно ли сформулировать подходящую теорию температурного режима приземного слоя, которая учитывала бы как радиационный перенос, так и турбулентное перемешивание. Положительный ответ на данный вопрос означал бы первую попытку такого рода. Именно это послужило для меня и других ученых основным мотивом, подвигнувшим нас на разработку более надежного метода расчета потока длинноволновой радиации и дивергенции потока при наличии парникового эффекта и многопараметрическом описании атмосферных условий с учетом влияния водяного пара, углекислого газа, озона и аэрозолей. Мы проводили эксперименты как в лабораторных, так и в полевых условиях.

Х. Т. — Каким был результат Ваших исследований?

К. Я. К. — Как это ни парадоксально, но мой главный вывод заключался в том, что влияние дымового слоя определяется не усилением парникового эффекта, а ослаблением солнечной радиации в ранние утренние часы, когда необходимо защищать растительность от нагрева лучами солнца. В 1947—1948 гг. мы разработали простую теорию, согласно которой нагрев в парнике связан с отсутствием турбулентного обмена теплом между поверхностью почвы и атмосферой, по-

скольку стеклянное покрытие парника предотвращает турбулентное перемешивание. Эта теория уже имела экспериментальное подтверждение в работах американского физика Вуда, который заменил в парнике обычное стекло на кварцевое и не обнаружил никакой разницы. Первая написанная мною монография „Перенос длинноволнового излучения в атмосфере“, посвященная новому методу параметризации процессов переноса длинноволновой радиации, была опубликована в 1950 г. Доработанная и дополненная версия этой монографии вышла в 1965 г. под названием „Лучистый теплообмен в атмосфере“.

Мы также проводили специальные исследования и численное моделирование парникового эффекта для атмосфер различных планет, таких, как Марс, Венера, Юпитер, Сатурн и Титан. В Афинах, на Международном астронавтическом конгрессе, я представил доклад под названием „Лунные метеорологические наблюдения“.

Х. Т. — В 1946 г. Вы уже были доцентом. Много ли Вам приходилось преподавать?

К. Я. К. — Мне приходилось читать на кафедре почти все курсы, потому что заведующий кафедрой проф. П. Н. Тверской, выдающийся геофизик, был немолод и часто болел. Я читал курсы по динамической и синоптической метеорологии, гидродинамике и физике атмосферы. Именно благодаря этому опыту преподавания я приобрел вкус к написанию книг, и пишу их до сих пор. В 1951 г. я участвовал в подготовке фундаментального учебника под названием „Метеорология и физика атмосферы“. Дополненная версия этой книги была издана в 1953 г.

Х. Т. — Именно в это время Вы стали сотрудничать с Главной геофизической обсерваторией, находящейся в Ленинграде. Не могли бы Вы рассказать о том периоде?

К. Я. К. — По мере укрепления моих контактов с Главной геофизической обсерваторией я занимал разные должнос-

ти: был ведущим научным сотрудником, заведующим отделом радиационных исследований. Этот период имел большое значение для моей научной карьеры, поскольку в Обсерватории возможности для проведения научных исследований были значительно шире, нежели в Университете. У меня была прекрасная исследовательская группа. Наши изыскания концентрировались вокруг проблем, связанных с парниковым эффектом атмосферы. Вместе с ученым из Казани д-ром Москаленко мы в течение 10 лет работали над проектом, в рамках которого изучался перенос как инфракрасного, так и коротковолнового излучения в атмосфере. Мы исследовали спектры поглощения различных активных компонентов, таких, как водяной пар, углекислый газ, озон и примесные элементы (метан, фторуглеродные соединения и т. п.). Результаты этих исследований легли в основу опубликованной в 1983 г. книги „Парниковый эффект в атмосфере“.

Х. Т. — Мне кажется, что после запуска спутника Ваши интересы и научная деятельность в значительной мере переместились в новую область — спутниковую метеорологию.

К. Я. К. — Проблема интерпретации данных, поступающих с метеорологических спутников, очень скоро стала самой животрепещущей для ученых во всем мире, изучающих атмосферу. В СССР под руководством академика М. В. Келдыша было налажено тесное сотрудничество между исследователями. Группа выдающихся ученых разработала обширную программу теоретических и экспериментальных разработок. Запуск американских метеорологических и природноресурсных спутников стимулировал энтузиазм исследователей. Важный раздел программы предусматривал проведение высотных аэростатных и самолетных наблюдений. Мы в СССР уже достигли к тому времени значительных результатов в области разработки и производства различных приборов, таких, как солнечные спектрометры, пиранометры, заборники аэрозолей, аэрозольные фильтры и т. п. Благодаря этому в 1960-е годы мы смогли осу-

ществить 22 запуска больших высотных аэростатов (по 800 кг каждый). Запуски проводились с полигона, расположенного в среднем течении Волги. Главная задача заключалась при этом в сборе данных о вертикальных профилях (до высот 30—33 км) спектральной прозрачности атмосферы, о суммарной прямой солнечной радиации и о потоках коротковолнового излучения, распространяющегося вниз и вверх, при одновременном получении информации о свойствах аэрозолей. Массив данных, накопленных при выполнении данного проекта, уникален, а по результатам интерпретации этих данных было написано немало научных работ, в том числе и вышедшая в 1972 г. публикация ВМО „Радиационные процессы в атмосфере“ (ВМО № 309).

Х. Т. — Расскажите о некоторых результатах проекта.

К. Я. К. — Неожиданным результатом, полученным при обработке аэростатных данных, было открытие явления значительного поглощения солнечной радиации в стратосфере. Мы пришли тогда к выводу, что это явление связано с ядерными испытаниями, проводившимися в атмосфере в начале 1960-х годов. При взрывах образовывалось значительное количество двуокиси азота, которая сильно поглощает солнечную радиацию. Был сделан, в частности, вывод о „маленькой ядерной зиме“. Все эти вопросы рассмотрены в вышедшей в 1988 г. монографии „Климатические шоки: естественные и антропогенные“. Данные аэростатных наблюдений помогли нам обосновать некоторые гипотезы, касающиеся влияния солнечной активности на климат, и провести первые прямые измерения солнечной постоянной.

Если говорить об упоминавшихся мною самолетных измерениях, то мы использовали четырехмоторные турбовинтовые самолеты „Ил-18“. Один из самолетов был передан Главной геофизической обсерватории, а позднее предложен отделу радиационных исследований, который я в то время возглавлял. Этот самолет выполнял три главные функции: а) испытания прототипов спутниковых приборов; б) испытания аппаратуры дистанционного зондирования; в) изучение

влияющих на изменение климата радиационных процессов в свободной атмосфере.

Х. Т. — Возможно, Вы хотели бы рассказать что-либо об интерпретации спутниковых данных и о дистанционном зондировании на ранних этапах развития этих методов.

К. Я. К. — При интерпретации данных речь шла главным образом об анализе результатов наблюдений за облачностью и радиацией, выполнявшихся с американских спутников. Прежде всего мы занялись обсуждением статистических характеристик глобальной облачности и радиационных полей и, в частности, такими вопросами, как пространственная и временная изменчивость количества облаков и радиационного баланса Земли. Мы попытались применить тот же подход, который используется в теории турбулентности, т. е. стали изучать корреляцию между различными полями и проводить их структурный анализ. В том, что касается дистанционного зондирования, это означает такую интерпретацию результатов измерений, кото-

рая позволяла бы восстанавливать вертикальные профили температуры и влажности, а также определять характеристики облаков. В начале 1960-х годов Главная геофизическая обсерватория стала первым институтом, занявшимся разработкой методов дистанционного зондирования с использованием микроволнового спектрального диапазона, когда источником информации о температуре, влажности и других параметрах служит собственное тепловое излучение атмосферы в СВЧ-диапазоне. Это же излучение несет информацию о свойствах морского льда, таких, как его толщина, температура поверхности, возраст и т. д. В начале 1970-х годов советские и американские ученые договорились о проведении совместного эксперимента по изучению свойств морского льда и характеристик волнения в Беринговом море. В этом эксперименте участвовали два корабля — американский ледокол и советское научно-исследовательское судно, а также три самолета (американский „Конвэр-990” и русские „Ил-18” и „Ан-24”). Полученные результаты были обобщены в совместном отчете, опубликованном на русском и английском языках.



Совещание по радиационной подпрограмме АТЭП в Главной геофизической обсерватории, Ленинград, СССР



Проф. Кондратьев получает звание почетного
доктора Афинского университета
(Греция, декабрь)

Х. Т. — Расскажите, пожалуйста, о Комплексном эксперименте по изучению энергетики атмосферы (CAENEX) и Глобальном эксперименте по исследованию атмосферы, аэрозолей и радиации (GAAREX).

К. Я. К. — В ходе проводившихся в 1970-х годах экспериментов CAENEX и GAAREX осуществлялись как самолетные, так и наземные наблюдения. Район экспериментов охватывал различные регионы СССР с разными климатическими условиями, в том числе пустыню в Средней Азии, степь на юге России, Арктику, крупные города и т. д. Эти два полевых проекта сыграли большую роль при проведении Атлантического тропического эксперимента (АТЭП), организованного в рамках Программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП). В данной связи следует упомянуть о двух работах, выполнявшихся в течение двух специально выбранных периодов наблюдений. Речь идет: а) об изучении аэрозолей и их влияния на климат (экспедиция в пустыню Кара-Кум) и б) об исследовании взаимодействия между полями протяженной облачности и радиацией в Арктике. Еще один важный полевой эксперимент проводился в промышленном регионе близ Запорожья (Украина). Там были получены сведения о так называемых грязных (загрязненных) облаках, в том числе данные о химическом составе таких облаков, их микрофизических и радиационных характеристиках. Мы пришли тогда к следующим основным заключениям: а) в среднем поглощение солнечной радиации аэрозолями в безоблачной атмосфере сопоставимо с поглощением, обусловленным водяным паром; б) тепловой

баланс пограничного слоя атмосферы над степью в летний сезон определяется дивергенцией потока длинноволновой радиации (а не турбулентным притоком тепла); в) облачный покров всегда характеризуется значительным поглощением солнечной радиации, которое становится особенно сильным в случае грязных промышленных облаков; г) аэрозоль из пустыни Сахара, обусловленный песчаными бурями, существенно влияет на радиационный режим безоблачной атмосферы.

Х. Т. — Не могли бы Вы более подробно рассказать о грязных облаках?

К. Я. К. — Данные самолетных наблюдений, полученные в 1972 г. при проведении экспедиционных исследований в Запорожье, показали, что грязные облака загрязнены веществами, поступающими из различных наземных источников, расположенных в этом промышленном районе. Мы измеряли спектральные характеристики радиационных потоков, брали пробы воды из облаков для химического анализа. Впервые увидев эти пробы, мы были потрясены: вода, взятая из облака, находящегося на высоте нескольких километров над землей, была темно-серой. Конечно, мы находились в регионе с очень развитой промышленностью, но было ясно, что явление, с которым мы столкнулись, не столь уж локально по своей природе. Я пришел к выводу о том, что в подобных регионах свойства облаков должны коренным образом меняться, а это неизбежно скажется на явлении избыточного поглощения радиации. Исследования показали, что поглощение в грязных облаках может достигать $25 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$.

Х. Т. — А что можно сказать о наблюдениях, проводившихся экипажами космических кораблей?

К. Я. К. — В вышедшей в 1964 г. книге *Наша планета из космоса* мы впервые отметили важность изображений Земли, привнесенных советскими космонавтами. Более детальная и новая информация по этому вопросу содержалась в опублико-



Штаб-квартира ВМО, 22 апреля 1968 г. — Проф. Кондратьев (стоит) получает двенадцатую Премию ММО. Справа сидит президент ВМО с 1963 по 1971 г. д-р Альф Ниберг

ванной в 1972 г. монографии под названием *Изучение окружающей среды с пилотируемых орбитальных станций*. Экипажи космических кораблей проводили наблюдения с помощью двух приборов: ручного спектрографа, работающего в видимом диапазоне длин волн, и комплекса солнечных спектрометров видимого и ближнего инфракрасного диапазонов. Само собой разумеется, у нас были тесные контакты с космонавтами, выполнившими немало ценных визуальных наблюдений атмосферы, особенно возле кромки земного диска и у поверхности Земли. Мы разработали различные методы восстановления вертикальных профилей содержания аэрозоля на основе измерения яркости сумеречного горизонта и дневного горизонта. Свойства аэрозолей определялись путем измерения ослабления солнечной радиации атмосферой на закате и восходе Солнца. Другие методы использовались для восстановления вертикальных профилей содержания водяного пара и озона в

стратосфере. Наконец, мы выполнили весьма сложную программу исследований в пустыне Кара-Кум, где проводили синхронные измерения на наземных станциях, с трех обитаемых космических кораблей и с самолета.

Х. Т. — В 1982 г. Вы перешли в Институт озероведения, расположенный в Петербурге. Не могли бы Вы подробнее рассказать об этом?

К. Я. К. — Этот Институт входит в систему Академии Наук, членом которой я тогда уже был. В Институте я проработал около 10 лет, и моя научная деятельность концентрировалась на лимнологических исследованиях. Мы придумали и разработали немало новых методов дистанционного зондирования. Наши работы велись по трем главным направлениям: дистанционные методы изучения динамики лимнологической окружающей среды, использование озер в качестве

тестовых полигонов для испытания дистанционных методов и, наконец, использование озер как естественных моделей, пригодных для изучения тех или иных процессов, протекающих в морях и океанах. Разрабатывая дистанционные методы лимнологических исследований, мы определяли различные параметры, такие, как температура и состояние водной поверхности, характеристики снежного и ледяного покровов и т. д. Однако особое внимание мы уделяли изучению основных свойств естественных вод, исследуя фитопланктон, взвеси и концентрации растворенных органических веществ. Был проведен ряд экспериментов на Ладожском и Онежском озерах (расположенных к северо-востоку от Петербурга), а также на озере Севан (Армения). На основе численного моделирования и данных полевых наблюдений были разработаны методы определения свойств озерных вод по данным измерений яркости водной поверхности и флуоресценции воды. Мы провели сравнение лимнологической окружающей среды Великих озер в Америке и русских Великих озер (Байкал, Ладога, Онега). Полученные результаты вошли в опубликованную совместно с канадскими коллегами монографию, посвященную оптическим свойствам природных вод и методам дистанционного измерения их характеристик. Венцом проекта стали две международные экспедиции на Рыбинское водохранилище (река Волга).

Х. Т. — Вы принимаете самое активное участие в том, что называют изучением глобальных изменений. О чем конкретно идет речь в данном случае?

К. Я. К. — Принципиальной целью исследований многомерных глобальных изменений является анализ взаимодействия динамических процессов, происходящих в обществе и окружающей среде. В начале 1970-х годов, когда создавался Римский клуб, я организовал семинар, в ходе которого предполагалось обосновать ключевые проблемы, связанные с глобальными изменениями, а также требования, предъявляемые в этой связи к наблюдениям и исследованиям. Крупным шагом вперед стала раз-

работанная д-ром В. Г. Горшковым концепция биотического регулирования окружающей среды. Мы написали на эту тему две книги: „Биосфера: дистанционное зондирование из космоса” (1989) и „Ключевые проблемы глобальной экологии” (1990). Основные наши усилия были направлены на определение принципиальных приоритетов, что представляет собой нелегкую задачу. Поговорим, например, о Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (1992 г.). Повестка дня на XXI в. содержит около 700 страниц текста и охватывает сотни разных проблем. Тем не менее та важная роль, которую играет биосфера, не нашла в этом документе адекватного отражения. Когда заходит речь о глобальном круговороте углерода, все выражают озабоченность по поводу роста концентрации углекислого газа в атмосфере, предлагаются самые катастрофические сценарии дальнейшего развития. Между тем, мы знаем, что фактический прирост концентрации не столь велик, как предсказываемый на основе вычислений. Главная причина такого положения дел заключается в том, что биосфера ассимилирует огромные количества углекислого газа, выбрасываемого в атмосферу, что гарантирует экологическую безопасность в будущем. Если мы разрушим биосферу, выступающую в качестве резервуара для углерода, мы действительно получим экологическую катастрофу. Вопрос о взаимодействиях между геосферной и биосферной компонентами был главным во многих международных программах, таких, как Международный геофизический год, Международный год спокойного Солнца, Всемирная климатическая программа. Одна из основных задач Международной программы „Геосфера—биосфера” заключается в изучении глобальных изменений при особом учете влияния атмосферы на биогеохимические круговороты углерода, азота, серы, фосфора и воды, а также роли жизнеобеспечивающих факторов, таких, как солнечная радиация, вода и плодородие почв. Проблема глобальных изменений не может быть решена без использования системного подхода, учитывающего все существенные процессы. Если изолированно изучать только угле-

кислый газ или только озон, пользы будет мало. Подобные исследования должны проводиться в контексте общей проблемы.

Х. Т. — Выступая по вопросам глобальных изменений и динамики климата, Вы часто говорите об оптимизации наблюдательных систем. Не могли бы Вы остановиться на этом более подробно?

К. Я. К. — Все компоненты геосферы и биосферы подвержены антропогенным воздействиям. Полное понимание существующих проблем может быть достигнуто лишь при условии применения системного подхода. Для этого требуется глобальная наблюдательная система, в которой использовались бы как традиционные, так и космические средства наблюдений. При изучении ресурсов Земли и окружающей среды используются различные методы дистанционного зондирования. К ним относятся фотографические и телевизионные методы, применение многоканальных спектральных лидаров, микроволновой пассивной теплолокации, радиолокаторов, использование судов, буев, аэростатов, самолетов и других платформ. Автоматические спутники, оснащенные многоспектральными радиометрами, в настоящее время являются одним из главных инструментов непрерывного мониторинга окружающей среды на планете Земля. Обитаемые орбитальные станции, такие, как „Салют“, „Мир“ и „Скайлаб“, превратились в научные лаборатории, выполняющие сложные эксперименты и испытания различной научной аппаратуры, проводящие визуальные и инструментальные наблюдения. Однако для того чтобы составить долгосрочную программу исследований глобальных изменений, все существующие возможности должны использоваться оптимальным образом с учетом имеющихся финансовых ресурсов. Должна быть установлена система приоритетов, предусматривающая координацию функционирования совместимых наблюдательных систем и средств передачи данных на Землю. Страны должны обмениваться знаниями и опытом.

Х. Т. — Расскажите нам о Нансеновском Международном центре по исследованию окружающей среды и дистанционному зондированию (NIERSC).

К. Я. К. — Центр NIERSC был создан как совместное предприятие, где русские ученые и ученые из других стран занимаются проблемами окружающей среды. Он возник благодаря сотрудничеству между Санкт-Петербургским исследовательским центром экологической безопасности (Россия) и Нансеновским центром по изучению окружающей среды и дистанционному зондированию, расположенным в Бергене (Норвегия). Позднее к нам присоединились и другие институты, такие, как Институт по изучению окружающей среды (штат Мичиган, США) и Институт метеорологии им. Макса Планка (Германия). В декабре 1993 г. было подписано специальное соглашение между NIERSC и Совместным исследовательским центром Комиссии Европейских Сообществ в лице Института космических прикладных исследований из г. Испра (Италия). В Центре существует Совет, в состав которого входят делегаты от институтов-учредителей. Я и проф. Йоханнессен являемся сопредседателями этого Совета. Повседневное руководство осуществляет директор Центра д-р Леонид Бобылев совместно с международным содиректором и главным научным сотрудником Центра Лассе Х. Петтерссоном. NIERSC является некоммерческой независимой организацией, занимающейся изучением и мониторингом регионального и глобального загрязнения, а также проблем, связанных с окружающей средой и экологией. Центр функционирует как международное учреждение, занимающееся вопросами налаживания сотрудничества между российскими учеными и внешним научным миром. Выполнение его программ финансируется многонациональными агентствами, научно-исследовательскими и правительственными советами, другими организациями. Научная деятельность NIERSC концентрируется на мониторинге окружающей среды и загрязнений, на моделировании атмосферы, суши, внутренних и океанских вод, в том числе и покрытых льдом. Гео-

графические интересы Центра охватывают регион от северо-запада России, включая Карское и Баренцево моря, до наземных и водных систем западносибирского побережья, района Санкт-Петербурга и Балтийского моря. Помимо региональных экологических исследований NIERSC ведет изыскания в области глобальных изменений, в том числе и в том, что касается социально-экономических аспектов этой проблемы. У нас учреждены Нансеновские стипендии, предназначенные для молодых русских ученых. Совместно с Санкт-Петербургским университетом мы разработали программу подготовки аспирантов, рассчитанную на российских студентов, которая начала выполняться в 1996 г.

Х. Т. — Не могли бы Вы перечислить некоторые из исследовательских работ, проводимых NIERSC?

К. Я. К. — Главная задача состоит в объединении усилий, направленных на создание службы дистанционного мониторинга в регионе Санкт-Петербурга. Одной из целей является сбор океанографических данных, необходимых для разработки численной модели переноса и растворения радиоактивных отходов и других растворенных загрязняющих веществ в Карском море. Кроме того, мы заинтересованы в совершенствовании проводящегося в реальном масштабе времени радиолокационного мониторинга Северного морского пути (служба ледовой разведки). Здесь мы стремимся продемонстрировать полезность данных, поступающих с радиолокаторов с синтезированной апертурой, установленных на европейских спутниках, для обслуживания морской навигации в данной части земного шара. Еще одна программа предусматривает использование космических методов для оценки основных рисков органами гражданской обороны, международными и спасательными организациями. Мы выполняем также проект, касающийся применения данных о приземной ультрафиолетовой радиации и содержании озона как индикаторов качества окружающей среды. Этот проект рассчитан на три года и предусматривает изучение изменений содержания озона в стратосфере и тро-

посфере, а также вариаций солнечного излучения ультрафиолетового диапазона у поверхности Земли.



Проф. Кондратьев с космонавтом подполковником Александром Волковым, 1965 г.

Х. Т. — Не могли бы Вы рассказать о Вашей совместной работе с другими институтами и организациями, расположенными за пределами СССР?

К. Я. К. — Больше всего запомнилось мое сотрудничество с Консультативным комитетом ВМО в то время, когда задумывались программы ВСП и ПИГАП, а также лекция под названием „Радиационные процессы в атмосфере“, с которой я выступил в 1971 г. на Шестом Всемирном Метеорологическом Конгрессе. Я тесно сотрудничал с Международной астронавтической федерацией: мы создали комитет по применению спутников, который работал более десяти лет. Я участвовал также в работе комиссии по радиации Международной ассоциации метеорологии и физики атмосферы (МАМФА). Советско-американское соглашение о сотрудничестве в области охраны окружающей среды, подписанное в 1972 г., действовало на протяжении более чем 20 лет. Я участвовал во многих советско-американских экспедициях как в США, так и в СССР. Важным событием стали подготовка и проведение эксперимента в Беринговом море, целью которого являлась разработка методов дистанционного зондирования, предназначенных для измерения параметров атмосферы, ледяного покрова и состояния морской поверхности. С 1988

по 1993 г. я и д-р С. Тилфорд были сопредседателями советско-американской группы по дистанционному зондированию. Наши исследования охватывали самые разные области — от вулканической деятельности на Камчатке до дистанционного зондирования сибирской тайги, подготовку и установку американского озонового спектрометра на борт российского метеорологического спутника „Метеор-ЗМ“; мы занимались также подготовкой международного модуля для изучения ресурсов Земли, предназначенного для установки на космической станции „Мир“, запущенной в 1988 г.

Х. Т. — Может быть, Вы расскажете нам о посещениях Вами разных стран и работах, связанных с этими визитами?

К. Я. К. — Тут можно упомянуть о длительном визите в Институт метеорологии им. Макса Планка, о посещении Афинского университета в Греции и Университета Колима в Мексике. Недавно я провел шесть месяцев в Токио, в Центре изучения климатической системы Токийского университета. Я получил приглашение от руководителя Центра проф. А. Суми, а моими коллегами были сотрудник Центра проф. Т. Накаджима и сотрудник Японского агентства космических исследований д-р Т. Танака. Я прежде всего интересовался ролью аэрозолей в климатических вариациях, а затем вопросами оптимального планирования наблюдений за глобальными изменениями. Д-р Накаджима и я решили опубликовать совместную книгу, и я предложил назвать ее „Атмосфера как коллоидная среда“. Сейчас я работаю над монографией, посвященной климату или, точнее, изменению климата как одной из составляющих глобальных изменений. Когда я находился в Токио, мы договорились о проведении ряда совместных научно-исследовательских работ, основанных на спутниковых и наземных наблюдениях, а также на результатах численного моделирования.

Х. Т. — Не могли бы Вы рассказать нам о новом институте, в котором Вы сейчас работаете, т. е. об Иссле-

довательском центре экологической безопасности?

К. Я. К. — Экологическая безопасность является междисциплинарной областью знаний. В настоящее время мы пытаемся разобраться в огромных объемах информации, касающейся окружающей среды, подверженной воздействию технологических и социально-экономических факторов. Для проведения междисциплинарных разработок в рамках Российской Академии Наук был создан специальный институт — Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности. Он занимается теоретическими разработками и полевыми экспериментами, направленными на решение многочисленных проблем, имеющих отношение к экологической безопасности. Я пришел в этот центр в 1992 г. и занимаюсь там различными проблемами окружающей среды — от глобальных до локальных. У нас работают математики, физики, химики, специалисты по моделированию и даже специалисты по экономике и политике. Я имею там прекрасное положение и особые привилегии: примерно 10 лет тому назад Российская Академия Наук решила, что все ее члены старше 65 лет могут иметь пожизненное звание „Советник Академии Наук“. В качестве такого советника я получаю полную зарплату и могу заниматься всем, чем хочу, располагая небольшой группой помощников. Время от времени мы организуем сове-



Кирилл и Светлана Кондратьевы в своем доме в августе 1997 г.

Фото: Х. Таба

щения, на которых обсуждаем конкретные научные проблемы. Я работаю дома и появляюсь в Центре один раз в неделю, но постоянно поддерживаю контакт с моими коллегами. Я много путешествую: за прошедший год 80 % времени я провел за пределами моей страны. Я надеюсь, однако, что отныне смогу проводить 90 % времени за своим рабочим столом. Именно это доставляет мне радость жизни.

Х. Т. — Какую из многочисленных наград и премий, полученных Вами, Вы цените больше всего?

К. Я. К. — Не задумываясь, я могу ответить что это Двенадцатая премия ММО,

которую присудили мне в 1967 г. и которую я получил в 1968 г.

Х. Т. — Кирилл, я благодарю Вас за это интервью. Вы исключительная личность, большой ученый, прекрасный компаньон и друг. Ваше желание учиться и делить свои знания с другими просто замечательно. Позвольте мне завершить это интервью цитатой из трудов норвежского ученого Фритьофа Нансена:

Человек желает знать, а если он больше не стремится к знанию, то это уже не человек.

МЕТЕОРОЛОГИЯ И МОРСКОЕ СООБЩЕСТВО: 150 ЛЕТ ПЛОДОТВОРНОГО СОТРУДНИЧЕСТВА

Мишель ОНТАРРЕ¹

Примечание автора

Писать об истории науки вовсе непростое, особенно если сам писатель не является историком. Поскольку основные материалы, использованные для этой статьи, основаны на французских документах, статья неизбежно имеет уклон в сторону описания вклада Франции. Франция и в самом деле играла важную роль в истории метеорологии до 1939 г., но в эту историю внесли свой вклад и другие страны. Мы просим прощения за то, что в настоящей статье не нашли отражения все их достижения.

Введение

Современная метеорология зародилась в середине XIX в., когда достигла большого расцвета торговля, а связи между

Англией и Австралией, Францией и Южной Америкой, Европой и Юго-Восточной Азией были уже хорошо налажены. 150 лет тому назад, в январе 1848 г., некий спекулянт обнаружил в Сан-Франциско первый золотой самородок. Последовавшая за этим калифорнийская золотая лихорадка стала причиной бурного развития морского сообщения между восточным и западным побережьями США через мыс Горн.

В подавляющем большинстве случаев подобные переходы осуществлялись на парусных судах. Причины такого положения, несмотря на большую надежность пароходов, заключались в неспособности последних к долгим автономным плаваниям, в их высокой стоимости, включая и высокие цены на уголь, в меньшей грузоподъемности по сравнению с парусными судами. Однако если хозяева клипперов хотели и впредь конкурировать с успешно развивающимся паровым флотом, они должны были постоянно повышать скорость своих судов. Скоро они поняли, что знание деталь-

¹ Редактор журнала *Met Mar* Метео-Франс при содействии Шанталь Вимпере (Метео-Франс, S3C/DOC) в части документальных исследований и подготовки иллюстраций.

ных климатологических характеристик океанов, которые они пересекали, повысит не только безопасность мореплавания, но и скорость передвижения. Нет сомнения, что это способствовало развитию метеорологии, однако в то время существовали и другие катализаторы. Дело в том, что именно тогда появился электрический телеграф и одновременно стала понятной необходимость изучения климатологии океана. Произошла истинная революция: телеграф дал возможность сухопутным гражданам обмениваться друг с другом информацией в реальном масштабе времени (морякам пришлось ждать этой революции еще 60 лет, до появления беспроводной телеграфии). Ученые по обеим сторонам Атлантики быстро поняли, что знания о погодных условиях в обширном районе, окружающем тот или иной пункт, позволяют им путем экстраполяции прогнозировать погоду в этом пункте. Тем самым была рождена концепция „метеорологической сети“.

Оставался, однако, еще один фактор, имеющий важнейшее значения для сбора климатологических данных над океанами и для создания сети наблюдений реального масштаба времени, и этим фактором являлось международное сотрудничество.

Первая Международная метеорологическая конференция

Любой обзор истории международного сотрудничества неизбежно начинается с Первой Международной метеорологической конференции, состоявшейся в Брюсселе в августе 1853 г. Конференция, президентом которой был бельгийский ученый Кетеле, собрала 12 специалистов, в том числе 10 морских офицеров, представлявших Бельгию, Великобританию, Данию, Нидерланды, Норвегию, Португалию, Россию, США, Францию и Швецию.

Человеком, который стоял за Брюссельской конференцией, был американец Мэттью-Фонтэн Мори. Это весьма примечательная личность, и он был известен как среди океанографов в связи с наблюдениями течений, так и среди метеорологов в связи с исследованиями ветра. Кроме всего, Мори был основателем не только современной (точнее ска-

зать, оперативной) океанографии, но и морской метеорологии, а также зачинателем международного сотрудничества.

В Брюсселе Мори высказал свои воззрения следующим образом:

Морские силы всех морских наций должны сотрудничать друг с другом и проводить метеорологические наблюдения таким образом, с использованием таких средств и приборов, чтобы система оказалась единообразной, а наблюдения, выполненные на борту гражданских судов, могли бы быть сравнены с наблюдениями, произведенными с борта любых других кораблей, где бы подобные наблюдения ни производились. Кроме того, желательно привлечь к проведению наблюдений и коммерческие суда, а равно военные корабли всех наций. В рамках такой системы наблюдений будет не только полезно, но и правильно, с политической точки зрения, объединить усилия всех заинтересованных сторон в том, что касается применения данных вахтенных журналов, необходимых приборов, описания явлений, которые следует изучать, а также использования приборов и методов наблюдений.

На конференции были утверждены стандартный формат журнала метеорологических наблюдений, а также ряд стандартных инструкций по проведению необходимых измерений. С тех пор журнал метеорологических наблюдений должен был содержать 24 колонки, в которые заносились сведения о температуре сухого и смоченного термометров, о скорости и направлении ветра, облачном покрове, формах облаков и направлении их движения, о температуре поверхности моря и температуре на глубине. В колонку „Примечания“ наблюдателю следовало заносить сведения об ураганах, ливнях, полярных сияниях, падающих звездах и т. п.

Однако в действительности ученые разных стран уже на протяжении ряда лет обменивались информацией. Следуя примеру Пруссии, Австрии, Англии и других государств, Франция создала в 1852 г. академическую группу, известную под названием „Французское метеорологическое общество“. В состав группы входили 150 наиболее известных ученых из Франции и других европейских государств. Однако Брюссельская конференция явилась первым международным совещанием, в работе которого приняли участие как европейские, так и американские специалисты. Можно лишь представить себе все те трудности,

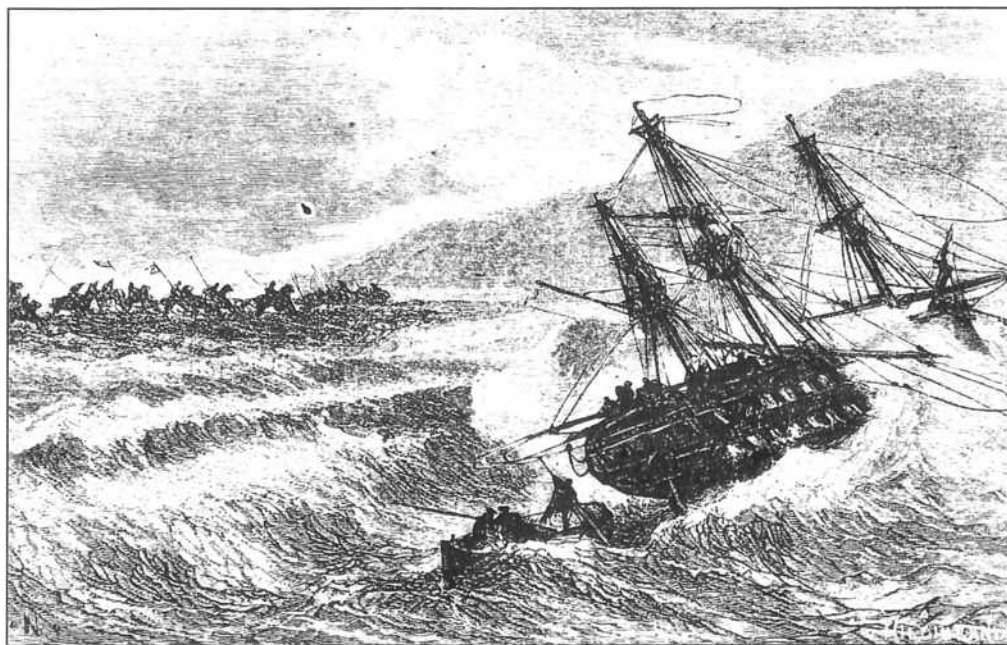
с которыми была сопряжена организация подобного совещания, поскольку прокладка первого трансатлантического кабеля еще только планировалась, а даже самые скоростные пароходы и парусники не могли пройти маршрут между Нью-Йорком и Гавром быстрее чем за две недели.

Зарождение европейской сети метеорологических наблюдений

Произошедшие в 1854 и 1855 гг. два крупнейших кораблекрушения побудили французское правительство предоставить недавно назначенному директору Парижской обсерватории Урбену Леверье все необходимое для создания метеорологической службы. Первое из упомянутых несчастий случилось 14 ноября 1854 г., когда 38 французских, английских и турецких кораблей, участвовавших в битве при Севастополе (Крым), погибли в шторме. После этой катастрофы Леверье написал многим европейским астрономам и метеорологам, попросив их направлять в свой адрес данные любых наблюдений за состояни-

ем атмосферы, которые они выполняли в период 12—16 ноября. Получив 250 ответов, он смог установить географические масштабы шторма и его путь над Европой, продемонстрировав тем самым возможность прогноза подобных явлений.

В феврале 1855 г. Леверье выступил с предложением о создании сети метеорологических наблюдений и об использовании сверхсовременного тогда электрического телеграфа для передачи данных. Французское правительство горячо поддержало эту идею, тем более что еще один французский военный корабль „Семильянт“ незадолго перед этим попал в шторм и был выброшен на скалы в проливе Бонифация между Корсикой и Сардинией. При этом кораблекрушении погибло около 700 матросов и солдат, направлявшихся в Крым, но одним из его результатов стало быстрое развертывание французской сети наблюдений, в состав которой вошли 24 станции. Другие европейские государства также приняли участие в реализации проекта, и к 1864 г. сеть насчитывала уже 50 станций.



После того как в ходе Севастопольского сражения в ноябре 1854 г. в результате шторма затонул корабль *Генрих IV*, Леверье получил от французского правительства полномочия на создание Метеорологической службы

Фото: Морской музей, Париж

С 1850 по 1870 г. почти все великие державы создали собственные метеорологические службы. Их сети проводили наблюдения и пытались более или менее успешно прогнозировать погоду.

Прогноз погоды — . . . задача, не заслуживающая внимания „истинных“ ученых

В то время единственной основой для прогноза погоды были результаты эмпирических наблюдений. В 1857 г. нидерландский метеоролог Бейс-Балло опубликовал свой знаменитый закон, связывающий направление ветра с давлением:

Согласно этому закону, большие барометрические различия сопровождаются сильными ветрами, и, как правило, ветер дует перпендикулярно, или примерно перпендикулярно линии, указывающей градиент давления, так что уменьшение барометрического давления в направлении с севера на юг приводит к возникновению восточного ветра, а уменьшение давления в направлении с юга на север — к возникновению западного ветра.

В 1860 г. он так уточнил свое заключение:

Встаньте спиной к ветру, тогда самое низкое давление будет слева от Вас, а самое высокое — справа.

В Англии первым директором метеорологической службы, созданной после Брюссельского совещания, стал адмирал Фицрой, командовавший кораблем *Бигль* во время его знаменитого похода с натуралистом Чарльзом Дарвином на борту. Как и его коллеги в других европейских странах, он начал с создания системы сбора данных, а затем сумел развернуть настоящую прогностическую службу. Задача этой службы заключалась в передаче в порты предупреждений об усилении ветра. В свою очередь, портовые власти оповещали стоявшие на якоре суда с помощью сигнальной системы, основанной на комбинациях шаров и конусов, поднимаемых на специальной мачте. Будучи зачарованным проблемой прогноза погоды, Фицрой решил пойти дальше, и в 1861 г. его прогнозы стали публиковаться в ежедневных газетах. Он написал несколько инструкций по применению барометра для прогнозов погоды, а затем опубликовал 47 правил прогноза, основанных на тщательных наблюдениях за изменениями

давления, ветра и температуры. Хотя он старался всегда использовать выражение „прогноз погоды“ (weather forecast), тщательно избегая слов „предсказание“ (prediction) или „пророчество“ (prophesy)², ученые сочли новую дисциплину разрушительной и слишком тесно связанной с деятельностью шарлатанов и астрологов. Даже Лавуазье направил Фицрою письмо, в котором советовал действовать осмотрительно, чтобы не дискредитировать и не погубить его службу оповещения об усилениях ветра.

После смерти Фицроя, последовавшей в 1866 г., британское правительство обратилось к самым выдающимся ученым страны с просьбой высказать их мнение о прогнозах погоды. Ученые сочли эмпирические правила Фицроя неубедительными и рекомендовали ликвидировать службы прогноза погоды и оповещения об усилениях ветра. Однако такое заключение вызвало возмущение как среди моряков, так и у общественности. Правительство, вынужденное учитывать и мнение общественности, и точку зрения ученых, предпочло не принимать никакого решения.

Следует отметить, что критика, высказанная научными кругами, не касалась качества прогнозов. Скорее, она концентрировалась на отсутствии четкой методики, в которой для анализа погоды использовалась бы математика. Именно по этой причине метеорологию нельзя было в то время называть наукой. Ведь и много лет спустя, на первом совещании Комиссии ВМО по синоптической метеорологии, состоявшемся в 1953 г., делегаты начали работу с обсуждения следующего вопроса: „Метеорология: наука или искусство?“ — и

² В отличие от французского слова „prediction“ его английский эквивалент не имеет негативного оттенка при использовании в метеорологическом контексте. Скорее он обозначает результат математического процесса, тогда как термин „forecast“ относится к результату процесса эмпирического. Поэтому само собой разумеется, что английские метеорологи применяют термин „numerical prediction“ для обозначения компьютерных прогнозов, основанных на уравнениях термодинамики и движения, тогда как термин „weather forecast“ используется ими как общее название для процесса и результатов метеорологического анализа и прогноза.

Мэттью-Фонтэн Мори

Мори, потомок гугенотов, изгнанных из Франции после отмены Нантского эдикта, в 1825 г. поступил в ВМС США, но уже в 1839 г. был уволен с действительной службы после того, как пострадал в аварии, случившейся с дилижансом. Занимая впоследствии пост управляющего, он многое сделал для совершенствования работы подразделения, ведавшего картами и приборами. Он был также основателем Военно-морской обсерватории и Гидрографического бюро, подготовил многочисленные карты ветров и течений, которые в то время были крайне важны для морской навигации.

Одним из увлечений Мори было выписывание из судовых борт-журналов всех данных, касавшихся силы и направления ветра, состояния моря, параметров облачного покрова, температуры и атмосферного давления, а также обработка этой информации путем группирования данных по месяцам и квадратам со сторонами 5' широты и долготы. Он занимался этим с 1844 по 1861 г. Первым опутным результатом такой деятельности стала его знаменитая карта ветров и течений в Северной Атлантике, опубликованная в 1848 г. и явившаяся прототипом лодки 1883 г.

Труды Мори по обработке метеорологических и океанографических данных привели к удивительно быстрому прогрессу в мире навигации. Так, 9 февраля 1848 г. капитан Джексон вышел из Балтимора на своем корабле *Райл* и за 24 дня прошел маршрут, на который обычно требовался 41 день. Среднее время перехода из Нью-Йорка до Сан-Франциско вокруг мыса Горн сократилось со 183 до 136 дней. Еще более впечатляла та экономия времени, которой удавалось достичь парусникам, перевозившим австралийскую шерсть из Сиднея в Лондон. В среднем плавание туда и обратно вокруг мыса Доброй Надежды занимало 250 дней. Когда Мори предложил плыть из Европы в Австралию вокруг мыса Доброй Надежды, а возвращаться в Европу вокруг мыса Горн, этот срок сократился до 160 дней, что соответствовало экономии времени на 36 %.

Помимо сокращения продолжительности рейсов существенно повысилась безопасность мореплавания. Значительно меньше судов терпело теперь кораблекрушения, поскольку штурманы пользовались информацией, содержащейся в подготовленных Мори картах и статистических сведениях о вероятности тех или иных погодных условий. Мори выдвинул также идею об установлении твердых морских маршрутов для пароходов, которые во все большем количестве пересекали Северную Атлантику. Смысл этой идеи заключался в том, чтобы сэкономить время и избежать столкновений с парусниками.

(Выдержка из *Истории метеорологии* Альфреда Фьерро, Денюэль, 1991)

лишь затем перешли к решению таких проблем, как создание кодов или атласа облаков. Сегодня вряд ли можно представить себе подобные дискуссии.

Международное сотрудничество продолжает развиваться

В 1872 г. в Лейпциге состоялась международная конференция, принявшая ряд решений относительно правил телеграфной связи. Однако главным предметом дискуссий на этой конференции был Первый Международный метеорологический конгресс, который намечалось провести в Вене в следующем году.

Этот конгресс можно рассматривать как исток создания постоянной международной структуры в области метеорологии. Со 2 по 16 сентября 1873 г. 32 участника, представлявшие европейские страны, США, Китай и Турцию, заложили основы того, что в 1905 г. пре-

вратилось в Международную Метеорологическую Организацию (ММО). Из великих держав не была представлена только Франция, поскольку вздорный характер Леверье стал причиной такого раздора среди французских ученых, что французское правительство предпочло не посылать своего представителя на это совещание. Тем не менее именно в Вене были установлены нормы и правила проведения наблюдений, а также был создан состоявший из пяти членов Постоянный комитет под председательством Бейс-Балло.

Полноценная международная организация была создана на Втором конгрессе, проходившем в Риме в 1879 г. Там был образован Международный метеорологический комитет. Этот комитет, состоявший из девяти членов, представлявших девять государств, организовал проведение Первого Международ-

ного полярного года, начавшегося летом 1882 г. и закончившегося следующим летом. За этот период 13 арктических и две антарктические экспедиции выполнили обширные метеорологические и магнитные наблюдения.

Затем последовали многочисленные международные встречи. Своего поворотного пункта международное сотрудничество достигло в сентябре 1889 г., когда в Париже в рамках Всемирной выставки состоялась Международная метеорологическая конференция. Отныне сотрудничество в области метеорологии не являлось более прерогативой правительств, представленных директорами метеорологических служб. Оно стало абсолютно неправительственным и неофициальным делом, возглавляемым учеными-метеорологами, вовсе не представляющими свои правительства.

Совещания по данной проблеме прошли во многих городах Европы, включая Санкт-Петербург, Уппсалу, Париж и Саутпорт. На этих совещаниях присутствовали представители Австралии, Аргентины, Канады, Кубы, Мексики, Филиппин и Японии. Научно-технические дискуссии концентрировались прежде всего на проблеме классификации облаков³, изучении магнетизма, высотных измерений с помощью аэростатов или бумажных змеев, на трудностях в деле налаживания международного обмена информацией посредством телеграфных средств связи.

В области морской метеорологии прогресс оказался несколько замедленным, поскольку с появлением пароходов военно-морские силы стали терять интерес к изучению ветров и течений. Так, французские ВМС хоть и продолжали придерживаться рекомендаций Мори о составлении карт распределения ветра на основе данных морских наблюдений, число наблюдателей, занимавшихся этой задачей, постоянно сокращалось.

³ Первый атлас облаков был опубликован в 1896 г. Он был основан на системе классификации, предложенной Гильдебрандтссоном (Швеция). Издание полностью финансировалось французом Тейссераном де Бором. Будучи настолько же увлеченным наукой, как и богатым, де Бор провел немало важных экспериментов по изучению верхних слоев атмосферы.

Положение осложнялось еще и тем, что моряки не имели возможности общаться друг с другом в реальном масштабе времени. Впрочем, эта трудность вскоре была преодолена в результате быстрого развития средств беспроводной телеграфии.

Появление беспроводной телеграфии и опыт Жака Картье

Идея использования беспроводного телеграфа для передачи метеорологических сводок впервые была высказана на Третьей конференции директоров метеорологических служб, состоявшейся в Инсбруке (Австрия) в 1905 г. После этой конференции компания Маркони выделила средства на изучение возможной стоимости реализации этой идеи.

Однако только в 1907 г. Международный метеорологический комитет, заседавший в Париже, предложил «обязать каждый корабль, имеющий телеграфное оборудование, проводить метеорологические наблюдения и передавать их результаты, а равно результаты любых иных наблюдений другим кораблям и прибрежным станциям». В том же году в рамках ММО была создана первая техническая комиссия, ведавшая морской метеорологией.

Вопрос о масштабах применения беспроводной телеграфии для обслуживания синоптической метеорологии часто обсуждался на различных совещаниях вплоть до начала первой мировой войны. Были введены в действие модифицированные и значительно упрощенные новые коды; работы по дальнейшему совершенствованию кодов велись непрерывно.

Первая мировая война, естественно, положила конец всякому международному научному сотрудничеству, однако она же стала катализатором значительного прогресса в некоторых областях техники, в том числе и в области беспроводной телеграфии.

В 1920 г. два преподавателя, работавших на борту учебного судна *Жак Картье*, принадлежавшего фирме *Compagnie générale transatlantique* и курсировавшего между Европой и США, начали читать своим студентам новый курс метеорологии. Тем самым они впер-



Второй Международный метеорологический конгресс, Рим, 1879 г.

Фото: Архив Метео-Франс

вые занялись, хоть и неофициально, обменом метеорологической информацией. Когда *Жак Картье* оказывался в пределах радиовидимости с любого из континентов, он получал метеорологическую информацию, а затем транслировал ее всем другим судам, находившимся поблизости и имевшим, как правило, менее совершенное радиооборудование. Очень скоро суда, получавшие эти метеорологические бюллетени, стали передавать результаты своих собственных наблюдений обратно на *Жака Картье*. Дальность действия радиосвязи увеличивалась с каждым годом. Вначале она не превышала 300 морских миль, но вскоре достигла 500, затем 1000 миль, а к марту 1923 г. была установлена прямая связь между французским и американским побережьями. Мертвая зона, существовавшая в центре Атлантики, ушла в прошлое.

В ноябре 1922 г. Бюро погоды США выступило с решительной поддержкой инициативы *Жака Картье*, напечатав на обратной стороне бланков своих карт следующий текст:

Бюро погоды США считает данный проект крайне интересным. Он может быть основой для создания прогностических служб, которые когда-нибудь станут неотъемлемым экономическим элементом судоходства. ... Сейчас имеется более 300 судов водоизмещением

5000 т и более, ежедневно выполняющих трансатлантические рейсы между Европой и Северной Америкой. Сотрудничество между судами всех государств гарантировало бы выполнение достаточно большого числа наблюдений, что даст возможность составлять надежные прогнозы заблаговременностью 24 ч и более. Такие прогнозы могло бы бесплатно получать любое судно, находящееся неподалеку от *Жака Картье*.

Вначале радиопередачи велись только в длинноволновом диапазоне, но в конце 1923 г. с помощью антенны, установленной на Эйфелевой башне, была испытана и коротковолновая аппаратура, применявшаяся вначале на суше, а с 1924 г. и для связи с *Жаком Картье*. Испытания показали, что короткие волны вполне пригодны для межконтинентальной связи, но иногда непредсказуемы.

Опыт, накопленный на *Жаке Картье*, обсуждался на Пятой конференции директоров, состоявшейся в Утрехте в 1923 г., и, конечно, получил поддержку международного метеорологического сообщества. В июне 1925 г. Международный метеорологический комитет провел двухнедельное международное совещание по метеорологии Северной Атлантики. За эти две недели по радио были переданы результаты 408 сеансов наблюдений, но, к сожалению, не все сооб-

щения дошли до Парижа из-за плохих условий распространения радиоволн.

В последующие годы к трансляционной сети, создание которой началось с *Жака Картье*, подключились и другие суда. Депрессия 1929 г. вынудила *Compagnie générale transatlantique* прекратить эксплуатацию учебного судна *Жак Картье*. Тем не менее концепция, согласно которой торговые суда должны были бесплатно проводить измерения и передавать их результаты, дополняя тем самым деятельность специальных кораблей, предназначенных для выполнения наблюдений и распространения метеорологических прогнозов, уже завоевала широкое признание.

Вторая мировая война и стационарные метеорологические суда

К 1936 г. эпизодические полеты над Атлантикой уходили в прошлое. Уже поговаривали о магистральном коммерческом сообщении над Северной Атлантикой. Между авиакомпаниями *Эр-Франс Трансатлантик* и *Пан Америкэн эйрвейз* установились самые тесные связи. Однако пилоты самолетов, все еще летавших на небольших высотах, крайне нуждались в метеорологической информации. Для того чтобы заполнить находившийся между Азорскими и Бермудскими островами пробел на карте метеорологических наблюдений, выполнявшихся с судов, Национальное метеорологическое бюро Франции арендовало судно *Каримаре* и направило его в район с координатами 35—40° с. ш. и 44—45° з. д.

Построенный как грузо-пассажирское судно этот пароход длиной 111 м был оснащен для выполнения своей новой миссии самой лучшей аппаратурой, а именно: барометром-анероидом, оборудованным, позволявшим проводить ночные измерения высоты нижней границы облаков с помощью установленно-го в носовой части прожектора; визиром, размещенным на носу парохода; системой радиозондирования, смонтированной на мачте, возвышавшейся над палубой на 3 м, чтобы радиозонд не мог запутаться в корабельных надстройках при запуске; теодолитом для измерений параметров ветра на высоте с помощью

шара-пилота и т. д. Не забыли и о создании комфортных условий для экипажа, радиооператоров и метеорологов. На пароходе имелись курительная комната, кинозал и плавательный бассейн. С лета 1937 г. до объявления войны осенью 1939 г. *Каримаре* успел совершить пять трехмесячных рейсов.

Хотя с началом второй мировой войны международное сотрудничество опять прекратилось, с 1939 по 1945 г. метеорология играла еще большую роль, чем во время предыдущей войны. Например, необходимость переправки войск из США в Европу заставила американцев отправить в океан несколько стационарных метеорологических судов. В начале 1940 г. два судна береговой охраны заняли позиции между Азорами и Бермудами. В 1943 г. к ним добавились еще два судна, осуществлявших мониторинг северной авиатрассы, а к 1944 г. число стационарных судов достигло восьми. В течение нескольких месяцев 1945 г. в океане работали 22 стационарных судна, обеспечивавших переброску войск и снаряжения с Атлантики в Тихоокеанский регион, где продолжала бушевать война. Сеть, охватившая как север, так и юг Атлантического океана, состояла из 13 американских, семи британских и двух бразильских станций.

В ходе войны произошло немало событий, подтвердивших необходимость сбора информации о метеорологических условиях и ценности метеорологической науки как таковой. Потребность в информации стала особенно очевидной после катастрофических людских и материальных потерь, понесенных американским флотом в Южно-Китайском море в результате двух тайфунов, разгравшихся там в декабре 1944 г. и в июне 1945 г. С другой стороны, успеху высадки в Нормандии в немалой степени способствовали качественные прогнозы погоды. К тому времени метеорологи уже лучше понимали процессы, происходящие в верхних слоях атмосферы, были усовершенствованы и методы прогноза состояния моря.

С учетом указанных обстоятельств не вызывает удивления тот факт, что после окончания войны международная метеорологическая деятельность резко активизировалась, а 23 марта 1950 г.

была создана Всемирная Метеорологическая Организация. Она получила статус правительственной организации и специализированного агентства Организации Объединенных Наций. Создание наблюдательных и телекоммуникационных сетей как на суше, так и на море; перспективы скорого появления метеорологических спутников требовали значительных средств. По этой причине международное метеорологическое сообщество потребовало провести специальный форум, делегаты которого получили бы возможность убедить свои правительства в необходимости финансирования различных программ.

Радиофаксимильная связь

Концепция передачи графических документов по телеграфу, а позднее и по беспроводному телеграфу, отнюдь не нова. Еще в 1843 г. Александер Бейн получил британский патент на автоматическое электрохимическое телеграфное записывающее устройство. Около 1910 г. между Парижем, Лондоном и Берлином была налажена связь с использованием белинографов (названных так в честь их французского изобретателя Эдуарда Белина), а в 1922 г. впервые по кабелю было передано изображение из Лондона в Нью-Йорк. В 1929 г. на Шестой конференции директоров была создана комиссия, которая должна была выбрать оптимальный метод радиоэлектрической передачи изображений в синоптической метеорологии. В 1949 и 1952 гг. состоялись международные совещания по техническим характеристикам факсимильного записывающего устройства, которое удовлетворяло бы запросам метеорологических служб. В работе этих совещаний участвовали как метеорологи, так и специалисты по телевязи. На вход подобных записывающих устройств подавались сигналы, передаваемые по кабелю или по радио. Вначале они разрабатывались для того, чтобы дать возможность метеорологическим службам обмениваться документами, но оказались полезными и при метеорологическом обслуживании морских судов, поскольку отныне на судах могли получать документы, содержавшие уже проанализированную информацию (например, карты изобар и фронтов), а не первич-

ные данные, которые передавались ранее в метеорологических сводках. Учитывая все эти обстоятельства, в 1960 г. Комиссия ВМО по морской метеорологии (КММ) рекомендовала странам—Членам ВМО оснастить свои суда радиофаксимильными приемниками, согласовать программы передачи информации, необходимой для нужд морской навигации, и довести эти программы до сведения экипажей судов.

Сеть морских станций в Северной Атлантике

После войны интенсивность воздушного сообщения между Европой и США выросла настолько, что в Северной Атлантике потребовалось развернуть новую сеть морских станций. Суда, входившие в состав этой сети, должны были проводить метеорологические наблюдения как на уровне моря, так и на различных высотах, рассылать метеорологические сводки судам и самолетам, осуществлять радиосопровождение самолетов, проводить спасательные операции в случаях авиакатастроф и кораблекрушений. Поскольку деятельность этих судов была направлена почти исключительно на обслуживание авиации, она стала предметом оживленных дискуссий на совещаниях Международной организации гражданской авиации (ИКАО). Естественно, что большую роль на таких совещаниях играли и представители ММО, а позднее представители Всемирной Метеорологической Организации.

Первое соглашение по данной проблеме было достигнуто в 1947 г. Оно предусматривало создание сети из 10 станций, обслуживаемой 25 судами. Однако высокая стоимость содержания подобной сети стала предметом ожесточенных споров, касавшихся распределения расходов между заинтересованными странами. На проходившей в Париже с 9 по 25 февраля 1954 г. Четвертой конференции ИКАО по морским станциям в Северной Атлантике было принято следующее решение: число станций сокращалось с 10 до 9, а число обслуживаемых судов уменьшалось до 21 (11 европейских и 10 американских). Распределение расходов должно было определяться прежде всего процентным соотношением выгод, получаемых авиацией,

с одной стороны, и всеми другими секторами экономики — с другой. Это соотношение оценивалось тогда в 80 и 20 % соответственно. К выгодам, не связанным с авиацией, было отнесено общее прогностическое метеобслуживание, которым пользовалась прежде всего Европа (поскольку она расположена с подветренной стороны от всякого рода погодных возмущений); для США эта информация имела меньшее значение. Поэтому соответствующие расходы были поделены между Европой и Соединенными Штатами в соотношении 3 : 1. Распределение расходов между европейскими государствами должно было осуществляться в соответствии с величиной их вкладов в бюджет ВМО при учете коэффициента близости. Последний основывался на принципе: чем дальше от океана расположена та или иная страна, тем меньшую ценность представляет для нее информация, получаемая морскими станциями. Что касается обслуживания авиации, то тут расходы распределялись между государствами пропорционально числу трансатлантических полетов, выполняемых самолетами каждой из стран.

Нетрудно представить себе многочисленные дискуссии в ходе подготовки подобного соглашения, особенно если учесть, что решение о ликвидации одной станции, т. е. одного из пунктов метеорологических наблюдений, затрагивало страны в разной степени. Тем не менее описанная система успешно функционировала до 1974 г., когда удалось достичь нового соглашения. К тому времени запросы авиации совершенно изменились. ИКАО отказалась от участия в содержании сети, так же поступили и США, мотивируя это решение большими расходами на содержание системы геостационарных и полярных метеорологических спутников. Поэтому в 1975 г. была создана новая сеть, финансируемая европейскими государствами и состоявшая из четырех станций. Эта сеть действовала до 1985 г., когда Франция отказалась участвовать в обслуживании пункта R. Через несколько лет ее примеру последовал СССР, обслуживавший до этого пункт C. Тем не менее за период своего существования морские станции в Северной Атлантике внесли большой

вклад в развитие таких направлений, как морская климатология, приборные методы исследований, изучение верхних слоев океана.

1950-е годы

В 1952 г. состоялось первое после создания ВМО совещание КММ. С тех пор такие совещания проводятся каждые четыре года, и на последнем из них (Куба, март 1997 г.) было решено сохранить такой порядок. Оставшаяся часть настоящей статьи основана главным образом на материалах подобных совещаний.

К 1952 г. морская метеорология занимала прочные позиции. Уже существовали распространяемые по радио метеорологические бюллетени в той форме, которая используется и поныне. Она будет сохраняться более или менее неизменной до 1 февраля 1999 г., а затем будет использоваться только Глобальная система по обнаружению терпящих бедствие и по безопасности мореплавания (ГМДСС).

В течение 1950-х годов наиболее жаркие споры вызвала проблема проведения морских наблюдений с борта торговых судов. Обсуждались многие вопросы: как побудить китобоев (традиционно не желающих сообщать свои координаты по соображениям конкуренции) участвовать в выполнении программ наблюдений; как организовать сотрудничество с Международным союзом электросвязи (МСЭ), чтобы оплачивать передачу метеорологических сводок по радио на основе льготных тарифов; как измерять характеристики осадков в открытом море; как кодировать данные о высоте ветровых волн и зыби. Интенсивно обсуждались и такие вопросы, как классификация и мониторинг морского льда, поскольку эти вопросы надо было решить к моменту начала Международного геофизического года, проводившегося в 1957—1958 гг. В 1960 г. в ответ на запрос Лондонского центра по изучению саранчи Комиссия приняла рекомендацию, в соответствии с которой любое судно, с которого заметили стаи мигрирующих насекомых, должно тут же передать соответствующее сообщение.

Интересно отметить, что в повестке дня всех без исключения совещаний Комиссии фигурировал обсуждающийся и

пониже пункт, представляющий собой прямо-таки неразрешимую проблему. Речь идет об установлении эквивалентной связи между силой ветра по шкале Бофорта и скоростью ветра, выраженной в метрах в секунду или узлах⁴. В 1947 г. значительного успеха добились участники Восьмой конференции директоров, проходившей в Вашингтоне. Опираясь на результаты исследований, выполненных еще на рубеже веков, они согласовали „временную“ эквивалентность между двумя шкалами. Несмотря на жестокую критику, это соглашение действует и по сей день, хотя многие, в том числе климатологи, считают его неудовлетворительным. Вплоть до 1949 г. моряки пользовались при передаче информации о скорости ветра шкалой Бофорта, но при вычислении климатических средних данные, представленные в шкале Бофорта, необходимо преобразовывать в узлы. Проблема заключается в том, что никто не знает, какое именно значение в узлах следует присвоить каждому баллу.

Исследование океанов

Еще одной темой, постоянно фигурирующей в повестке дня КММ, является *сближение (rapprochement)* между метеорологами и океанографами. Последние представляет на международной арене Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) ЮНЕСКО. Эта тема впервые прозвучала в 1956 г., когда было рекомендовано следующее: учитывая научные планы, составленные на период Международного геофизического года, метеорологам и океанографам надлежит работать совместно, исследуя энергетический обмен между океаном и атмосферой. *Сближение* стало еще более явным в 1964 г., после обсуждения Комиссией вопроса о буях, применяемых для наблюдений как метеорологами, так и океанографами. В то же время рассматривались вопросы океанографической подготовки метеорологов, и было предложено сделать только что создан-

ную рабочую группу „океан—атмосфера“ совместной группой ВМО/МОК. К следующему совещанию Комиссии, состоявшемуся в 1968 г., *сближение* между метеорологами и океанографами еще более укрепилось, что позволило создать Объединенную глобальную систему океанских служб (ОГСОС). Система ОГСОС является для океанов тем же, чем является Всемирная служба погоды для атмосферы. Ее функции заключаются в том, чтобы организовать сеть измерений океанических параметров (таких, как температура воды на разных глубинах, соленость морской воды, характеристики течений), добиться свободного доступа как к данным измерений, так и к информационной продукции для всех стран.

В августе 1968 г., незадолго до пятого совещания КММ, ООН призвала свои многочисленные агентства интенсифицировать мониторинг океанов и океанских ресурсов. История с танкером *Торри Каньон*, потерпевшим в марте 1967 г. крушение при входе в Английский канал, в результате чего на поверхности моря и на французском побережье оказались 100 000 т сырой нефти, несомненно, способствовала тому, что общество стало более четко понимать необходимость изучения океана и методов его защиты. Четырьмя годами позже Организация Объединенных Наций поручила ОГСОС подготовить программу мониторинга загрязнения морей. В соответствии с этим поручением работающие на определенных позициях метеорологические суда, научно-исследовательские и торговые суда, с борта которых уже проводились метеорологические наблюдения и даже батиметрические зондирования, получили приглашения принять участие в работах по этой программе и сообщать обо всех случаях обнаружения нефтяных пятен, брать образцы морской и дождевой воды для их последующего анализа на берегу. Цель программы состояла в том, чтобы оценить состояние океана в избранных районах. Полученные результаты намечалось использовать в будущем в качестве исходных точек для сравнения.

В 1976 г. потребность в метеорологических и океанографических данных, полученных на поверхности моря и на раз-

⁴ Шкала была предложена в 1805 г. адмиралом Бофортом и основывалась на оценке способности его корабля идти под парусами. Впоследствии эта шкала уточнялась с тем, чтобы отразить состояние моря.

Краткая история развития телесвязи

Развитие метеорологии тесно связано с достижениями в области телесвязи, поэтому нельзя изучать историю метеорологической науки без знания основных дат, характеризующих прогресс средств телесвязи.

- 1832—1844 гг.: Сэмюэль Морзе изобретает электрический телеграф и начинает использовать его в США;
- 1849 г.: электрический телеграф используется для передачи результатов метеорологических наблюдений в Англии и США;
- 1851 г.: между Довером (Англия) и Кале (Франция) проложен первый подводный телеграфный кабель;
- 1865 г.: компания *Грейт Истерн* прокладывает первый трансатлантический кабель между Ирландией и Ньюфаундлендом;
- 1897 г.: в Париже впервые установлена радиосвязь между Эйфелевой башней и Пантеоном;
- 1901 г.: Маркони впервые устанавливает радиосвязь между Корнуоллом и Ньюфаундлендом;
- 1910 г.: Эйфелева башня используется в качестве радиорелейной вышки, с которой транслируются данные метеорологических наблюдений из Гибралтара в Лондон, где эти данные публикуются в ежедневных газетах;
- 1921 г.: учебное судно *Жак Картье* передает по радио результаты судовых наблюдений;
- 1930 г.: по радиофаксимильной связи передана первая метеорологическая карта;
- 2 апреля 1960 г.: запущен американский спутник „Тайрос-1“, передающий на Землю изображения облачного покрова;
- Апрель 1965 г.: запущен спутник *Early Bird*, обеспечивающий трансатлантическую связь;
- Декабрь 1966 г.: запуск первого геостационарного метеорологического спутника;
- 1978 г.: вводится в действие система передачи данных „Аргос“;
- 1 февраля 1982 г.: введена в строй сеть ИНМАРСАТ;
- 21 сентября 1993 г.: старт кругосветной гошки „Уайтбрэд“. Через систему ИНМАРСАТ-С каждая команда получает метеорологическую информацию (прогнозы по узлам сетки) в цифровой форме, которая затем обрабатывается с помощью разработанных Метео-Франс микрокомпьютеров „Нептун“

ных глубинах, стала более острой. Подобные данные требовались как для изучения явления Эль-Ниньо, так и для работ, проводившихся в рамках Программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП). В 1974 г. уже начался Тропический эксперимент ПИГАП и готовился Первый глобальный эксперимент ПИГАП (ПГЭП). Программой этого эксперимента предусматривалось проведение особо интенсивных измерений в январе—феврале и в мае—июне 1979 г. Впоследствии Комиссия организовала под эгидой ОГСООС сбор сводок **BATHY** (температура на глубине) и **TESAC** (температура, соленость и параметры течений). В 1974 г. ежедневно передавались по радио 40 сводок

BATHY/TESAC. В 1976 г. это число выросло до 60, а в 1997 г. каждые сутки передаются 140 таких сводок.

Передача информации всеми способами

В повестке дня совещаний регулярно появляется и вопрос о передаче по радио данных наблюдений с судов на сушу и прогнозов погоды с суши на суда.

В 1972 г. Комиссия отметила, что число судов, проводящих метеорологические наблюдения, увеличилось с 5000 в 1968 г. до 7000 в 1972 г. (столько же их и сегодня), однако число передаваемых сводок не увеличилось в той же пропорции. Причины такого положения дел были в то время теми же, что и сегодня:

автоматизация управления судами ведет к уменьшению численности экипажей, кроме того, увеличивается число судов, плавающих под „удобными“ флагами и не связанных ни с какими метеорологическими службами. Помимо прочего, большое число сводок не попадает в Глобальную систему телесвязи (ГСТ) из-за отсутствия радиста на борту либо из-за того, что он отдыхал как раз в те часы, когда проводились наблюдения. Нередки и случаи, когда свои обязанности не исполняет персонал береговых станций либо метеостанция, получившая сводку с судна, не транслирует ее в ГСТ. Комиссия отметила, что единственным путем для решения этой проблемы является оснащение судов и буев автоматическими станциями, данные которых транслируются через спутники. (К 1972 г. американцы уже вывели на орбиты первые геостационарные метеорологические спутники, близки к этому были и японцы. Хотя первые спутники и не были приспособлены к сбору и приему данных, уже существовали планы оснащения их соответствующей аппаратурой в ближайшем будущем.) В качестве одного из способов стимуляции экипажей рассматривалось присуждение премий ВМО самым отличившимся торговым судам, однако эту идею скоро пришлось оставить из-за трудностей, связанных с составлением глобального списка лауреатов.

Обсудив вопрос рассылки бюллетеней, Комиссия в 1968 г. впервые рекомендовала рассылать некоторые бюллетени по УКВ-каналам, причем было рекомендовано зарезервировать одну частоту, общую для всех стран, исключительно для передачи метеоинформации. Однако эта идея так и не была реализована. В 1972 г. Комиссия отметила, что радиотелефония и радиофаксимильная связь быстро вытесняют азбуку Морзе, а в 1976 г. появился высокочастотный радиотелепринтер. В том же 1976 г. Межправительственная морская консультативная организация (впоследствии Международная морская организация (ММО)) призвала к стандартизации и четкому разграничению областей ответственности при передаче консультативных сообщений для моряков, метеорологической информации, при obsлу-

живании исследовательских работ и спасательных операций. Эта идея была воплощена в жизнь лишь в 1992 г., когда была стандартизована система ГМДСС (см. ниже).

В 1981 г., когда метеорологические службы начали испытывать затруднения, связанные с бюджетными ограничениями, появились два новых средства для передачи данных. Одним из них был ИНМАРСАТ, представлявший собой сеть геостационарных спутников, специально предназначенную для обеспечения связи на море, а вторым — „Аргос“, система, обеспечивавшая ретрансляцию данных и определение координат измерительных платформ с использованием спутников, находящихся на полярных орбитах. Собранные данные передавались через небольшие радиомаяки, установленные на буйах, небольших судах и даже на животных. Затем появилась программа по дрейфующим буйам, которые измеряли атмосферное давление и температуру моря. Отслеживаемые через систему „Аргос“, эти буйи передавали информацию о поверхностных течениях и оказались особенно полезными в южном полушарии, где проводилось очень мало судовых наблюдений.

Система ИНМАРСАТ была введена в эксплуатацию в 1984 г. К тому времени ММО уже заложила основы для развертывания ГМДСС, в рамках которой выбирались и координировались все средства, необходимые для передачи любой информации, касающейся безопасности мореплавания. ВМО было поручено организовать распространение бюллетеней и справочных метеорологических сводок. Настало время для пересмотра областей ответственности отдельных государств.

К 1989 г. 15 % судов, выполнявших метеорологические наблюдения, уже имело передающее оборудование ИНМАРСАТ, и число таких судов продолжало быстро увеличиваться. Отныне метеорологические службы сами несли ответственность за сбор результатов таких наблюдений. Между тем, Комиссия завершила работы по включению бюллетеней и справочных метеорологических сводок в поток информации, подлежащей распространению через ГМДСС. Ввод в действие этой системы

был намечен на 1 февраля 1992 г. 1 февраля 1999 г. ГМДСС должна полностью заменить старую систему, функционировавшую в течение 40 лет.

Возрождение морской метеорологии

За прошедшие годы был достигнут большой прогресс в области морской климатологии. Это особенно относится к такому направлению, как обмен данными, начавшийся в 1950-е годы с обмена перфокартами, а затем — магнитными лентами. Первые климатологические базы данных содержали только результаты метеорологических наблюдений, но развитие численных моделей в начале 1980-х годов оказалось столь бурным, что применение их для анализа метеорологических полей позволило получать и климатологическую информацию. Начались работы по подготовке всемирного климатического атласа. К сожалению, этот труд так и не был опубликован, прежде всего потому, что в 1970-е годы подобные атласы уже были изданы в США и СССР. В 1984 г. в отчетах о совещаниях КММ впервые появилось упоминание о различиях в подходах стран — Членов ВМО к вопросу коммерциализации климатологических данных.

КММ работала и над составлением кодов, предназначенных для обмена информацией новых типов, такой, как данные о траекториях движения дрейфующих буев, полные данные о спектральных характеристиках морского волнения, сведения о колебаниях среднего уровня моря.

В 1989 г. Комиссия отметила, что в следующем году истекает срок действия Соглашения об океанских станциях в Северной Атлантике (ОССА), после чего метеорологические суда не будут более постоянно находиться в этом районе, так как метеорологические службы предпочитают финансировать Программу автоматизированных аэрологических измерений на борту судна (АСАП), в которой принимали участие и торговые суда. Так, в 1989 г. аппаратура радиозондирования была установлена на девяти судах, работавших в Северной Атлантике, и на трех судах, плававших на севере Тихого океана. К 1996 г. насчитывалось уже 23 таких судна. Пыта-



Запуск зонда с борта судна *Отариа*. Француз Тейссеран де Бор, бывший большим энтузиастом, предпринял на своей яхте немало путешествий, цель которых состояла в изучении вопроса о том, как меняется структура атмосферы в зависимости от широты

Фото: Метео-Франс

ясь компенсировать продолжавшееся уменьшение количества наблюдений, выполняемых с борта торговых судов, Комиссия поддерживала инициативы, в рамках которых предлагалось использовать судовые радиостанции для автоматической передачи результатов измерений либо через геостационарные метеорологические спутники (такие, как GOES, METEOSAT и ГМС), либо через спутники, находящиеся на полярных орбитах (система „Аргос“). Комиссия отметила также, что примерно 150 из 200 дрейфующих буев, включая 60 буев, находящихся в Антарктике, передают информацию через ГСТ. Большинство буев было введено в строй в рамках двух крупных научно-исследовательских программ, выполнявшихся в то время: Программы исследования глобальной атмосферы и тропической зоны океана и Эксперимента по циркуляции Мирового океана.

Наконец, в 1989 г. КММ выступила с инициативой о подготовке международного координационного проекта, в рамках которого должно было осуществляться метеорологическое обеспечение чрезвычайных операций при загрязнении моря. Проект, известный под названием „Система поддержки операций по реагированию на аварийное загрязнение морской среды” (МПЕРСС), охватывал 16 океанских районов, обслуживаемых системой ГМДСС. В каждом таком районе имелись один или несколько центров, занимавшихся сбором метеорологической информации, необходимой для прогноза дрейфа нефтяных пятен.

Основные достижения 1990-х годов оценивать рано — для такого ретроспективного анализа прошло еще слишком мало времени. Однако с технической точки зрения, 1990-е годы, несомненно, будут названы десятилетием природоресурсных спутников, таких, как ERS-1 и ERS-2, TOPEX/POSEIDON, RADARSAT и ADEOS (точно так же, как 1980-е годы считаются десятилетием космической телесвязи).

Моряки будут нужны всегда

Вопреки мнению, получившему распространение в конце века, моряки всегда будут зависеть от метеорологических условий, а метеорология всегда будет зависеть от моряков.

В этом контексте историю морского транспорта можно разбить на три эры: век парусников, деятельности Мори и начала международного сотрудничества в области метеорологии; век появления пароходов и зарождения авиации, когда морская метеорология заметно сдала свои позиции, уступив ряд приоритетов метеорологии авиационной; наше время и будущее. Эра многоцелевых судов, рассчитанных на 30 лет эксплуатации и приспособленных к плаванию в любых водах, уходит в прошлое. В наши дни морской транспорт все более нуждается в специализированных судах, предназначенных для перевозки конкретных грузов, адаптированных к условиям именно тех маршрутов, по которым они плавают, и именно к тем погодным условиям, которые характерны для данных маршрутов. Самым ярким примером, иллюстрирующим указанную тенденцию,

может служить появление высокоскоростных пассажирских судов. Способные ходить со скоростью 35 узлов и более, такие суда получают разрешение на выход из порта лишь в том случае, если прогнозируемая высота волн не превышает 4 м. Подобная специализация лишь усиливает зависимость судоходства от прогнозов погоды; между тем, имеются основания полагать, что данная тенденция только начала формироваться.

С другой стороны, и метеорологи, и океанографы, интересы которых все более сближаются, по-прежнему зависят от моряков в вопросах проведения наблюдений. Данные дистанционных наблюдений Земли, проводимых со спутников, должны подтверждаться и калиброваться на основе результатов прямых измерений. Кроме того, электромагнитные волны не проникают в океанские глубины, поэтому со спутников невозможно измерять такие параметры, как температура воды на разных глубинах, ее соленость и характеристики подводных течений. Вместе с тем, перечисленные параметры играют ключевую роль в процессах эволюции климата нашей планеты, а эта проблема вызывает сегодня серьезную озабоченность, и для ее изучения выполняются важнейшие научно-исследовательские программы. Для того чтобы справиться с трудностями, метеорологи вынуждены использовать буи, устанавливаемые на поверхности моря, платформы, дрейфующие под водой, и результаты выполненных моряками наблюдений, пусть и традиционных, но от этого не менее важных.

Таким образом, морская метеорология, рожденная для того, чтобы обслуживать парусный флот в условиях, которые уже давно ушли в прошлое благодаря достижениям в таких областях, как кораблестроение, механизация, авиация, снова оказалась в центре внимания, хотя сегодня она служит прежде всего изучению климата. Действительно, несмотря на наличие спутников и автоматических средств, таких, как подводные дрейфующие платформы, все более ощущается потребность в данных прямых измерений, проводимых людьми с борта судна. Более того, сегодня подобные данные важнее, чем когда бы то ни было. Только международное сотрудничество,

в котором должны активно участвовать метеорологи, океанографы и моряки (будь то экипажи торговых судов, военных кораблей, рыболовных траулеров или даже круизных лайнеров), позволит успешно осуществлять мониторинг климата и готовить надежные сезонные прогнозы.

Список литературы

Histoire de la météorologie, by Alfred Fierro, Denoël, 1991.

The Meteorological Magazine, 996, (84) (June 1955).

La météorologie, 8e série, numéro spécial "histoire", April 1995.

The Marine Observer, 1, 1924, and 2, 1925.

The WMO Achievement, WMO-No. 729, 1990.

One hundred years of international co-operation in meteorology, WMO-No. 345, 1973.

WMO Bulletin: April 1952, April 1953, July 1953, April 1954, January 1954, July 1954.

Chronologie de quelques événements météorologiques en France et ailleurs, Jacques Dettwiller, *Direction de la météorologie nationale*, 1988.

Met Mar Nos. 86, 87, 97, 98, 114, 146 and 172, *Météo-France*

Reports of the WMO Commission for Marine Meteorology, 1952—1997.

РАЗВИТИЕ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МОРСКИХ СЛУЖБ В РАЗВИВАЮЩИХСЯ СТРАНАХ

Сакуда РАГООНАДЕН*

Введение

В контексте общего научно-технического прогресса в развивающихся странах вопросам совершенствования морских служб уделялось не слишком много внимания. Причин тому много. Приоритетные направления финансирования всегда относились к областям метеорологии, имеющим жизненно важное значение для населения, таким, как продовольственное снабжение и водные ресурсы. В морских службах постоянно ощущается нехватка грамотных и опытных специалистов. В большинстве стран эти службы не в состоянии самостоятельно обеспечить свои потребности. Слабо развита инфраструктура морских служб, что затрудняет надлежащее использование имеющихся исследовательских возможностей.

Однако за последние годы на международной арене произошли события, которые могут служить для развивающихся стран поводом к тому, чтобы их правительства и политики наконец заинтересовались вопросами совершенствования морских служб в целях обеспечения устойчивого развития экономики. 16 ноября 1994 г. вступила в силу Конвенция Организации Объединенных Наций по морскому законодательству (UNCLOS), в соответствии с которой прибрежные и островные государства получили большие права. Многие страны обнаружили, что их географическая площадь увеличилась в несколько раз. Распространение национальной юрисдикции на эксклюзивные экономические зоны (до 200 миль) и континентальные шельфы дает многим развивающимся странам возможность расширить существующие у них возможности до такого уровня, который позволил бы им изучать и использовать морские ресурсы, как биологические, так и иные, внести свой вклад в

* Сотрудник Метеорологических служб Маврикия, вице-президент Комиссии ВМО по морской метеорологии.

исследование морской окружающей среды. Такое развитие событий наверняка будет связано с повышением требований, предъявляемых к метеорологическим службам в части предоставления квалифицированных специализированных услуг в области морской метеорологии и океанографии, которые необходимы для эффективной деятельности на море и обеспечения ее безопасности.

Еще одним важным событием стала Конференция Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (ЮНКЕД), состоявшаяся в июне 1992 г. в Рио-де-Жанейро. В принятой на Конференции Повестке дня на XXI в. определен ряд задач по морскому обслуживанию, которые предстоит решать развивающимся странам. Основная цель заключается при этом в развитии наук о море в интересах обеспечения устойчивого развития. Прямое отношение к деятельности метеорологических служб имеет Рамочная конвенция Организации Объединенных Наций по изменению климата, особенно в том, что касается динамических характеристик системы океан—атмосфера, оценки и прогнозов изменений уровня моря.

Необходимо упомянуть, что в Повестке дня на XXI в. подчеркивается важность изучения прибрежных зон, где сконцентрирована значительная доля населения. Изменения параметров окружающей среды и климата, происходящие в таких зонах, ведут к серьезным переменам, способным вызвать разрушительные последствия, особенно для развивающихся стран. Со многих точек зрения прибрежные зоны представляют как важнейший самостоятельный ресурс. Это и пространство для строительства, и гавани, и развитие туризма и индустрии отдыха, и среда обитания многочисленных морских организмов. Все это требует углубленного изучения различных аспектов. Как было подчеркнуто на Конференции ЮНКЕД, важной предпосылкой успеха подобных исследований является создание соответствующего координационного механизма комплексного управления и устойчивого развития прибрежных зон.

Прежде чем перейти к рассмотрению путей и средств совершенствования морских служб, уместно обсудить запросы потребителей и современное положение в области морского обслуживания.

Запросы потребителей

Требования, предъявляемые к морским метеорологическим и океанографическим службам, можно разделить на две четко определенные группы. К первой группе относится обслуживание международного судоходства, рыболовства и других работ, проводимых в открытом море; ко второй группе следует отнести обслуживание различных видов деятельности в прибрежных и нейтральных водах.

В настоящее время реализуются программы, касающиеся обслуживания деятельности в открытом море. В этих программах принимают участие страны, располагающие необходимыми возможностями и ресурсами. Так, вопросы обеспечения безопасности мореплавания, подготовки и распространения морских оповещений и прогнозов погоды для международного судоходства решаются главным образом развитыми государствами в рамках Программы ВМО по морской метеорологии. Однако следует иметь в виду, что такого рода обслуживание ориентировано на специфический круг потребителей, использующих английский язык, а для распространения информации применяются сложные коммуникационные системы.

В большинстве развивающихся стран существует потребность в обеспечении местного судоходства, особенно национальных рыболовных флотилий, специализированными метеорологическими и морскими прогнозами по конкретным регионам, составленными на языках, понятных для местных жителей, и распространяемыми с помощью простых средств связи. Необходимы метеорологические и морские прогнозы по областям, относящимся к национальным интересам той или иной страны. Именно такую задачу должны ставить перед собой метеорологические службы развивающихся стран.

Метеорологические службы развивающихся стран могут внести свой вклад в решение проблем, касающихся второй группы. Все морские операции в прибрежных и нейтральных водах зависят от состояния окружающей среды. В прибрежных районах концентрируются такие виды деятельности человека, как торговля, промышленность и рыболовство. Постоянно развивается морское сообщение между соседними государствами и прибрежными городами, осуществляемое с помощью судов различного тоннажа. Прогнозы экстремальных значений волнения и скорости ветра играют огромную роль для обеспечения безопасности людей и имущества. Необходимы и сведения о не столь экстремальных ситуациях, которые не представляют особой опасности, но влияют на эффективность и комфортность работ на море.

Информация о ветре, волнении, солёности, температуре поверхности моря, течениях и уровне моря требуется для обеспечения таких видов деятельности, как прибрежное строительство, отдых и туризм, спасательные операции, океанское и портовое обслуживание, мониторинг загрязнения морской окружающей среды, марикультура.

Состояние морской метеорологии в развивающихся странах

К концу XIX в. метеорология стала играть важную роль в деле обеспечения безопасности мореплавания. В середине нашего века был достигнут большой прогресс в части обеспечения растущих потребностей в метеорологической информации, предназначенной для эффективной и надёжной работы авиации. В результате скромные ресурсы развивающихся стран в основном были направлены на укрепление авиационной метеорологии.

Лишь немногие страны уделяли хоть какое-то внимание развитию морской метеорологии и сопутствующих океанографических исследований. В большинстве развивающихся стран морское обслуживание ограничивается подготовкой метеорологических и морских прогнозов по прибрежным зонам и открыто-

му океану. Занимаются этим метеорологи, которых обучали только общим методам прогноза погоды.

Проведенное ВМО обследование запросов стран-Членов в области подготовки кадров показало, что приоритет морской метеорологии весьма низок. Поэтому региональные метеорологические учебные центры (РМУЦ) ВМО всегда уделяли мало внимания подготовке специалистов всех классов в этой области.

Морская наблюдательная сеть развита слабо. Используются немногочисленные суда, добровольно выполняющие наблюдения, а также береговые радиостанции, принимающие сводки OBS. В результате метеорологи не имеют высококачественных и своевременно поступающих данных по обширным районам Мирового океана.

Однако экономическая значимость морских служб и приносимые ими выгоды могут стать стимулом к их развитию в целях метеорологического и океанографического обеспечения различных видов деятельности на море, включая рыболовство, добычу нефти и газа в открытом океане, управление развитием прибрежных районов и мониторинг загрязнения морской окружающей среды. Сейчас важность подобных специализированных запросов находит все более широкое признание.

Подходы к развитию

Обычно от метеорологических служб требуют предоставления следующих основных видов информации:

- Среднемесячные скорость и направление ветра в виде розы ветров с указанием экстремальных значений;
- Климатические параметры волн (высота, направление распространения и период);
- Прибрежные течения (включая продольный дрейф и радиальные течения);
- Приливной цикл (осредненные характеристики прилива и экстремальные значения уровня моря);

- Температура воздуха и морской поверхности;
- Среднее количество осадков с указанием экстремальной интенсивности.

Во многих развивающихся странах получить метеорологические данные по прибрежной зоне бывает непросто по причине отсутствия береговых морских метеорологических станций.

Поэтому первый шаг должен заключаться в создании и совершенствовании морских береговых станций. Вероятно, для начала лучше всего разместить такие станции на территории портов, если их там еще нет. Подход судов к порту становится все более зависимым от резких изменений погоды, поскольку экономические соображения стимулируют постоянное увеличение тоннажа судов и танкеров. Неудивительно, если в будущем крупным судам для плавания в узких портовых фарватерах понадобятся регулярные сводки о текущих погодных условиях точно так же, как авиации необходима метеорологическая информация для взлета и посадки воздушных судов. Сеть нужно будет постепенно расширять с тем, чтобы на каждые 500 км побережья приходилась по меньшей мере одна станция. Когда будут накоплены метеорологические данные по прибрежным районам за достаточно длительный период времени, нужно будет подготовить морские климатологические обзоры, составленные в форме, удобной для пользователей.

Однако все это может оказаться бесполезным, если морские данные и информационная продукция будут готовиться без учета запросов и ожиданий потребителей. Те, кто предоставляет услуги в области морской метеорологии, обязаны заботиться о своих клиентах и прилагать все усилия к тому, чтобы их продукция была нужной и привлекательной, полностью удовлетворяющей конкретные запросы.

Среди общественных и частных секторов, нуждающихся в морских данных и информационной продукции для повседневной работы, судоходство, океанское и портовое обслуживание, рыболовство, контроль загрязнения морской

окружающей среды и здравоохранение, марикультура, прибрежное строительство, индустрия отдыха и туризма, подготовка к борьбе со стихийными бедствиями и предотвращение таких бедствий, спасательные операции. Все эти потребители скорее всего захотят иметь сведения о ветре, волнении, температуре поверхности моря и солености морской воды, течениях, уровне моря и суммарной концентрации взвешенных твердых частиц. Однако наиболее разумной стратегией будет установление непосредственных контактов с перечисленными секторами с целью получения точной информации об их запросах.

Следует отметить также многодисциплинарный и междисциплинарный характер морской метеорологии и физической океанографии. Обычной проблемой является отсутствие координации и сотрудничества между морскими организациями, особенно в развивающихся странах. Необходимо подчеркнуть, что прогресс в этой области определяется развитием междисциплинарных и внутридисциплинарных связей. Следует разработать надлежащие механизмы укрепления подобных связей. В некоторых странах уже созданы национальные координирующие организации высокого уровня, занимающиеся науками о море. Метеорологическим службам нужно подключаться к таким организациям и активно участвовать в их деятельности. Подобный порядок необходим для обеспечения эффективной координации работ, для оказания содействия развитию морских метеорологических и сопутствующих океанографических служб на национальном уровне.

Еще один подход к укреплению взаимодействия и определению требований, предъявляемых к морской метеорологии, заключается в подготовке сводок о состоянии наук о море в каждой стране (MSCP). К этой работе следует привлечь соответствующие органы власти и научно-исследовательские институты. В подобные национальные сводки можно было бы включить информацию о положении дел в таких областях, как морские исследования, развитие обслуживания потребителей и системы специ-

ального образования. Там же можно дать описание общей научной, административной и организационной структуры, в рамках которой осуществляется деятельность, связанная с морем. Сводка MSCP могла бы строиться следующим образом:

Общая информация

- Демография
- Экономика

Эксплуатация ресурсов прибрежных зон и открытого океана

- Судоходство
- Порты и гавани
- Рыболовство
- Туризм
- Энергетика
- Промышленность прибрежных зон
- Развитие прибрежных зон и управление ими
- Охрана природы и охраняемые территории

Политическая и организационная структура

- Национальные морские институты
- Политические подходы
- Законодательство
- Международные конвенции

Существующие возможности и потребности

- Национальные институты
- Людские ресурсы
- Проекты в области наук о море — прошлые, текущие и планируемые
- Характеристика потребителей, работающих на море, и их запросов

Справка о потребностях в области подготовки кадров, в том числе и со стороны потребителей, и сводка MSCP были бы полезны для определения направлений, представляющих интерес для метеорологических служб, и могли бы дать четкое представление о запросах

потребителей в области морской метеорологии и физической океанографии.

Существует озабоченность, связанная с тем, что развивающиеся страны недостаточно активно привлекаются к участию в глобальных морских программах, таких, как Объединенная глобальная система океанских служб, Глобальная система наблюдения за климатом, Глобальная система наблюдения за океаном, Всемирная программа исследований климата и Эксперимент по циркуляции вод Мирового океана. Были приложены большие усилия и затрачены огромные средства на то, чтобы разработать и укрепить эти международные программы, нацеленные на изучение процессов, происходящих в морской окружающей среде, взаимодействия атмосферы и океана. Результаты, полученные в ходе выполнения таких программ, могут оказать непосредственное влияние на социально-экономическое развитие всех стран. Совершенно необходимо, чтобы развивающиеся страны также могли воспользоваться этими результатами, определив методы их оптимального применения в интересах дальнейшего развития морской метеорологии и физической океанографии на национальном уровне. В рамках многих программ оказывается содействие в решении таких вопросов, как приобретение оборудования для создания прибрежных морских станций. Благодаря финансированию, осуществляемому через Программу „Исследование глобальной атмосферы и тропической зоны океана” (ТОГА), в ряде стран уже открыты станции, осуществляющие мониторинг колебаний уровня моря и его климатического увеличения. Участие в глобальных морских программах поможет накопить знания и создать условия, необходимые для определения конкретных морских направлений, для развития которых можно было бы наиболее эффективно использовать внешние источники финансирования, предназначенного именно для развивающихся стран.

Хотя все прибрежные государства сталкиваются с проблемами, имеющими отношение к морю и требующими для своего решения принятия определенных

мер на местном уровне, некоторые из требований могут быть удовлетворены только при условии сотрудничества и координации в более широких географических масштабах. Следует признать, что отдельно взятой развивающейся стране крайне трудно подключиться к выполнению программы, в рамках которой готовится такая информационная продукция, как параметры ветра и температуры воздуха у поверхности моря, поле океанского волнения, запас тепла в верхних слоях океана, характеристики уровня моря и крупномасштабные поля цвета океанских вод. Для этого требуются не только большие средства, но и опыт проведения исследований в конкретных областях. Ни того, ни другого развивающиеся страны, как правило, не имеют. Учитывая такое положение дел, ВМО оказывает содействие при создании региональных морских метеорологических центров, занимающихся разработкой региональных и глобальных моделей. Такие центры отвечают за подготовку морской информационной продукции регионального масштаба, передачу этой продукции странам-Членам для ее адаптации к национальным условиям. Преимущества подобного подхода очевидны. Активное участие в этих работах, проводимых в соответствующих регионах, выгодно для всех развивающихся стран.

Данная концепция вовсе не нова. Впервые предложение о создании программы регионального сотрудничества в области изучения морской окружающей среды было выдвинуто в регионе нефтедобывающих стран Ближнего Востока. 21 января 1981 г. в Джидде (Саудовская Аравия) было подписано соглашение, участниками которого стали все страны, заинтересованные в надлежащем обеспечении разного рода морских и сопутствующих им работ, проводимых в регионе, а также в защите морской окружающей среды. В настоящее время заканчивается подготовка аналогичного соглашения между странами АСЕАН. По результатам двух обследований, выполненных ВМО в течение 1990 г., готовится проект предложений о расширении возможностей стран АСЕАН в части

решения таких задач, как долгосрочный мониторинг в области морской метеорологии и физической океанографии, оценка соответствующих параметров, их моделирование и прогноз. К числу основных участников проекта относятся ВМО, Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) ЮНЕСКО, океанографические и метеорологические учреждения стран АСЕАН (Бруней-Дарассалам, Вьетнам, Индонезия, Малайзия, Сингапур, Таиланд и Филиппины).

На двенадцатой сессии Комиссии ВМО по морской метеорологии (Куба, март 1997 г.) была принята рекомендация о начале работ по проекту развертывания морских исследований в регионах Южной и Восточной Африки. После проведения первого совещания по планированию (Маврикий, май 1997 г.) в адрес ПРООН были направлены для рассмотрения предложения о развертывании программы морских приложений для запада Индийского океана (WOMAP). Подобные проекты со временем будут подготовлены для региона Западной Африки и других регионов ВМО.

Расширение существующих возможностей

Любая программа, как бы хорошо она ни была сформулирована и сколько бы ни стоила, не будет успешной, если она не реализуется силами опытных специалистов, имеющих надлежащую подготовку в соответствующих областях и опирающихся на помощь хорошо обученного технического персонала. Хотя за последние годы многие развивающиеся страны добились значительного прогресса, по-прежнему ощущается нехватка хорошо подготовленных и квалифицированных специалистов по морской метеорологии и физической океанографии, уровень которых был бы сопоставим с уровнем людей, работающих в других областях метеорологии. За малыми исключениями, РМУЦ не проводят сейчас учебных курсов по морской метеорологии. Однако следует отметить, что ВМО прилагает определенные усилия к решению данной проблемы, организуя передвижные семинары и краткосроч-

ные курсы продолжительностью одну-две недели.

Долгосрочный план ВМО предусматривает переориентацию на подготовку более специализированной морской информационной продукции и организацию обслуживания как в открытом море, так и в прибрежных водах с применением компьютерных информационных систем. Для того чтобы соответствовать новым требованиям, необходимо совершенствовать морскую инфраструктуру и расширять имеющиеся возможности. ВМО уже учитывает необходимость подготовки кадров по морской метеорологии. В последнее время университеты выделили несколько стипендий для обучения специалистов класса I на магистерских курсах по физической океанографии. Однако с учетом нехватки средств подобные меры заведомо не смогут обеспечить подготовку такого количества профессионалов, которое необходимо для стабильного расширения исследований и организации морских служб. По этой причине в РМУЦ Найроби предпринимаются попытки организации аспирантуры по морской метеорологии и физической океанографии с привлечением современных методов обучения, таких, как обучение с использованием компьютеров. В случае успеха этот пилот-проект будет распространен и на другие регионы.

На национальном уровне все страны должны прилагать усилия к подготовке своего персонала классов IV и III, используя для этого существующие инфраструктуру и оборудование. В качестве учебника можно использовать *Курс лекций по морской метеорологии для специалистов классов III и IV*, подготовленный Дж. М. Уокером (Compendium on Lecture Notes in Marine Meteorology for Class III and Class IV Personnel, by J. M. Walker, WMO-No. 434). В настоящее время дорабатывается *Курс лекций по морской метеорологии для специалистов классов I и II*. Во многих странах существуют морские школы для подготовки членов экипажей торговых и рыболовецких судов. Надлежит использовать любые возможности для организации базовых морских курсов, уделяя

особое внимание изучению методов морских наблюдений и обслуживания, направленного на обеспечение безопасности жизни и имущества на море. Те, кто занимается морским обслуживанием, должны иметь возможность рекламировать и продавать свою продукцию.

Многие потребители вообще не знакомы с перечнем морских услуг, предоставляемых метеорологическими службами. Рыбаки зачастую не знают, что применение морской информации поможет им увеличить уловы, а инженеры, занимающиеся строительством в прибрежных зонах, не имеют понятия о том, что для решения таких проблем, как эрозия берегов, необходима информация о состоянии окружающей среды, которую можно получить от метеорологических служб. Даже профессиональные моряки обычно плохо разбираются в погодных системах и связанных с ними рисках для жизни. Разъяснение порядка функционирования систем оповещения в морских кругах должно стать непрерывным процессом, так как моряки нередко забывают об опасностях, угрожающих им на море. С учетом сказанного, в рамках общей учебной программы ведущее место должно быть отведено просвещению потребителей.

Заключительные замечания

На протяжении многих лет главным компонентом морской деятельности большинства метеорологических служб развивающихся стран была подготовка метеорологических и морских прогнозов для обеспечения безопасности плавания в прибрежных зонах и открытом океане. Нет сомнения, что этот компонент и впредь будет очень важным. Тем не менее ключевая роль, которую океаны играют в мировой экономике, а также растущее влияние состояния морской окружающей среды на деятельность человека уже не позволяют ограничиться только рассмотрением проблем, связанных с морским транспортом. Так, по мере повышения интереса к океану как источнику продовольствия все большее значение приобретает метеорологическое и океанографическое обслуживание рыболовства. Прибрежные районы стра-

дают от перегрузок, поскольку туда переселится все больше людей. Для сведения к минимуму разрушительных последствий стихийных бедствий и спасения жизней необходимо создавать специализированные морские службы. Еще одна проблема, требующая своего решения, — это оздоровление и охрана морской окружающей среды, снижение рисков ее загрязнения.

Метеорологические организации в развивающихся странах уже пользуются преимуществами, обусловленными прогрессом в области методов наблюдений и компьютерной технологии, для того чтобы увеличить вклад, вносимый ими в дело достижения национальных целей, связанных с морем. Если в этих странах не будут приняты незамедлительные эффективные меры по совершенствованию квалификации персонала и инфраструктуры, которые дадут возможность готовить и оказывать морские метеорологические и океанографические услуги в интересах обеспечения устойчивости национального социально-экономического развития, то научно-технический разрыв между развитыми и развивающимися странами будет и далее расширяться до тех пор, пока данный процесс не станет необратимым.

Организация Объединенных Наций объявила 1998 г. Международным годом океанов. Тем самым перед правительствами, политиками и морскими организациями открывается блестящая возможность для организации пропагандистской кампании, направленной на освещение той ключевой роли, которую океан может играть в процессе устойчивого развития, а также для обдумывания мер по совершенствованию методов проведения морских работ. Во многих странах мероприятия, посвященные этому событию, начнутся в третьей неделе мая и будут продолжаться до конца сентября. Они принесут реальную пользу, если все страны приложат усилия к просвещению общественности и администраторов, а правительства предпримут необходимые шаги, выделив достаточные средства и обратив на океанские и при-

брежные районы то внимание, которого они заслуживают в качестве невозобновимых экономических ресурсов.

Среди мероприятий, которые можно организовать в связи с этим, национальные морские семинары, где ученые смогут представить свои работы и подготовить план дальнейших действий, конкурсы посвященных океану рефератов среди студентов, морские программы и дебаты, транслируемые по телевидению и радио, статьи в печатных изданиях, учебные материалы и пособия, необходимые для изучения океана в школах.

Время летит быстро, и нужно немедленно приступить к работе. Если сейчас не будут приняты меры для внедрения новых технологических разработок, новых идей и знаний в интересах совершенствования и расширения морских служб к выгоде всего морского сообщества, то возникший разрыв может оказаться непреодолимым.

Благодарность

Автор благодарит директора Метеорологических служб Маврикия, постоянного представителя Маврикия при ВМО г-на Ранджитрай Р. Ваджи за оказанное содействие и прочтение рукописи.

Список литературы

- WALKER, J. M., 1991: *Compendium of Lecture Notes in Marine Meteorology for Class III and Class IV Personnel*, WMO-No. 434, Arabic, English, French, Spanish in preparation, 320 pp., WMO, Geneva.
- WMO, 1992: *Third WMO Long-term Plan, Part II, Volume 4—The WMO Applications of Meteorology Programme 1992—2001* WMO-No. 764, 73 pp., WMO, Geneva.
- WMO, 1997: *Commission for Marine Meteorology—twelfth session* (Havana, 10-20 March 1997). WMO-No. 860. English, French, Russian and Spanish. 101 pp., WMO, Geneva.
- WMO/IOC, 1997: *Final report of the WMO/IOC First Implementation Planning Meeting, Western Indian Ocean Marine Application Project (WIOMAP)* (Mauritius, 20-22 May 1997).

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ОКЕАНОМ (ГСНО)

Колин САММЕРХЕЙС*

Введение

Будущее, в котором охрана окружающей среды, оценка и прогноз ее характеристик будут играть ключевую роль в обеспечении экономического процветания, качества жизни, защиты жизни и имущества, зависит от долгосрочных систематических наблюдений и составления прогнозов условий, господствующих на 70 % территории нашей планеты, покрытых водой (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), 1995).

Миссия Глобальной системы наблюдений за океаном (ГСНО) заключается в том, чтобы организовать долгосрочный комплексный и оперативный мониторинг морей и океанов на основе следующих предпосылок:

- Разработка и распространение надежных оценок текущего и прогнозов будущего состояния окружающей среды в целях обеспечения ее эффективного, надежного и устойчивого использования;
- Содействие усилиям по прогнозу изменения климата в интересах широкого круга пользователей;
- Руководство научно-техническими исследованиями, разработками и обучением в разных разделах океанографии, как морской, так и космической, с целью ускорения развития ГСНО.

Эта концепция аналогична той, что принята в рамках развертывания Глобальной сети метеорологических наблюдений, где система Всемирной службы погоды (ВСП) ВМО получает поддержку от национальных правительств и внедряется за счет вкладов со стороны

национальных агентств, организаций и промышленных фирм при поддержке национальных и международных учреждений, занимающихся применением и распространением данных. ГСНО — это весьма амбициозное начинание, в рамках которого должны быть охвачены многие виды морских наблюдений, которые ранее проводились недостаточно систематически или оперативно (Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC), 1996(a); National Research Council (NRC), 1997).

Создание ГСНО стало результатом решений, принятых на Второй Всемирной конференции по климату (Женева, 1990 г.) и Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, 1992 г.). Эта программа должна помочь всем странам выполнить постановления всемирных конференций, касающиеся изменения климата, биологического разнообразия и других комплексных проблем, а также положения Всемирного плана мероприятий по защите морской окружающей среды от вредных последствий деятельности человека.

Концепция ГСНО иллюстрируется рисунком на с. 1 в цветной вкладке. На этом рисунке отражены многие дополняющие друг друга элементы, имеющие отношение к проведению наблюдений, а также системы связи, система использования данных, создание и предоставление информационной продукции и услуг, являющиеся частью производственной линии (или системы „от начала до конца“), в рамках которой можно проследить за продвижением и сбором данных, а также оценить их качество. Основой ГСНО является максимально эффективное использование существующих систем и организаций (таких, как Объединенная глобальная система океанских служб (ОГСОС) и Программа по между-

* Директор Бюро проекта ГСНО, МОК, ЮНЕСКО, Париж, Франция.

народному обмену океанографическими данными (ИОДЕ)), которые должны модифицировать и усовершенствовать свою деятельность с тем, чтобы привести данные наблюдений в соответствие с требованиями, установленными скоординированным планом ГСНО, повысить качество данных до стандартов ГСНО (в физическом плане соответствующих требованиям, установленным стандартами Эксперимента по циркуляции Мирового океана (ВОСЕ)).

Финансирование ГСНО осуществляют четыре международные организации: МОК, Международный совет научных союзов, Программа по окружающей среде Организации Объединенных Наций (ЮНЕП) и ВМО. Развертывание ГСНО осуществляется в пять отдельных, но накладывающихся один на другой этапов:

- Планирование, включая разработку проектных и технических решений;
- Оперативные демонстрации (пилот-проекты);
- Учет существующих и новых видов работ по проведению наблюдений;
- Постепенное внедрение постоянных или временных компонентов ГСНО в оперативную практику;
- Непрерывное проведение качественных оценок и внедрение усовершенствований.

Ожидается, что ГСНО будет развиваться в результате национальных и региональных усилий в сочетании с рядом глобальных инициатив, которые уже существуют либо планируются. По мере выявления существующих потребностей и определения мер их удовлетворения система будет постепенно становиться глобальной.

Для того чтобы способствовать поступлению инвестиций на нужды развития ГСНО, мы должны показать, что преимущества, которые обещает развертывание данной системы, превосходят необходимые для этого затраты. Для того чтобы получить единовременные ассигнования, направленные на получение долгосрочных выгод, нужно обеспечить политических деятелей надлежащими консультациями (WMO, 1995(a)).

Поскольку надежность прогнозов, готовящихся в рамках климатических модулей, нельзя будет подтвердить практически в течение десяти и более лет, такого рода консультации должны быть направлены на разъяснение особенностей океанской системы. Эта задача облегчается путем ссылок на уже имеющиеся успехи и примерами удачного прогноза климатической изменчивости в прошлом.

Все согласны с тем, что соотношение прибылей и расходов при развертывании ГСНО составит примерно 10 : 1 (Organization for Economic Cooperation and Development (OECD), 1994). В качестве аналога экономической эффективности при обосновании необходимости инвестиций в развитие ГСНО обычно берется ВСП. Многие правительства не требуют каких-либо дополнительных экономических обоснований для того, чтобы начать финансирование развертывания базовых компонентов ГСНО. Тем не менее могут потребоваться значительные усилия для доказательства практических выгод, если мы хотим, чтобы целесообразность участия в развитии системы поняли и развивающиеся страны. С целью обсуждения данной проблемы в мае 1996 г. в Вашингтоне (округ Колумбия, США) был созван семинар по социально-экономическим аспектам Глобальной системы наблюдений за океаном (NOAA/IOC, 1996). Участники семинара решили, что в некоторых регионах следует провести исследования по оценке расходов и прибылей, связанных с развертыванием ГСНО. Среди таких регионов были указаны юго-восток Африки, Средиземноморье (включая Северную Африку) и Латинская Америка. Скоро подобные исследования должны начаться. Однако и без их результатов достаточно очевидно, например, существование связей между океанами, климатом и сельским хозяйством, что само по себе является мощным аргументом в пользу налаживания мониторинга океанов и прогноза их свойств. Так, в одном из последних выпусков *Бюллетеня ВМО* Моура (1994) рассказал о наличии связей между явлениями Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНСО) и урожаями зерновых в Бразилии и Замбии. Он про-

демонстрировал, что потери зерна в таких районах могли бы быть куда меньше, если бы там сеяли культуры, более приспособленные к прогнозируемым климатическим условиям.

Развертывание ГСНО проходит стабильно (ИОС, 1997(a)). Сейчас полным ходом идут работы по первому этапу — этапу планирования, который должен завершиться согласительным совещанием представителей правительств и глав оперативных и финансирующих организаций, намеченным на середину 1998 г., — Международного года океана. К этому совещанию готовятся два дополнительных документа, регламентирующие развитие ГСНО: „Стратегический план и принципы ГСНО” и „ГСНО-1998”. Последний документ обрисовывает перспективы развертывания ГСНО и устанавливает предварительные правила этого развертывания. Принципы ГСНО перечислены на с. 46.

Модули ГСНО

На стадии планирования (этап I) научно-техническая структура ГСНО для удобства разделена на пять модулей в соответствии с интересами конкретных групп потребителей:

- Прибрежные районы;
- Здоровье океана (ЗО). Посвящен главным образом вопросам загрязнения;
- Биологические ресурсы моря (БРМ). Здесь рассматриваются такие проблемы, как пищевые цепи, опасные разрастания водорослей и связь этих явлений с морскими экосистемами;
- Климат (океанский компонент ГСНК);
- Обслуживание. В данном модуле изучаются вопросы привлечения потребителей, предъявляемые этими потребителями требования, проблемы разработки комплексных систем обслуживания („от данных к информационной продукции или услуге”), учитывающих такие требования.

Климатический модуль

Планы развертывания климатического модуля разрабатываются Климатической группой экспертов по океанским наблюдениям (КГОН). Эта группа занимается оценкой, модификацией и доработкой проекта климатического модуля ГСНО, опубликованного в 1995 г. существовавшей тогда Группой экспертов по Программе развития океанских наблюдательных систем (ПРОНС). Текст проекта можно получить через Всемирную сеть (OOSDP, 1995) по адресу: <<http://www.ocean.tamu.edu/oosdp/oosdp.html>>. Климатическая группа экспертов по океанским наблюдениям сотрудничает с разработчиками ГСНО и ГСНК, а также с учеными, проводящими такие эксперименты, как ВОСЕ, Совместный глобальный эксперимент по изучению океанских течений, Эксперимент по исследованию климатической изменчивости и предсказуемости климата.

Задачи климатического модуля состоят в мониторинге, описании и изучении физических и биогеохимических процессов, определяющих океанскую циркуляцию и ее влияние на углеродный цикл, а также роли океана во временных масштабах изменений климата от сезона до нескольких десятилетий. Кроме того, предусматривается проведение наблюдений, необходимых для долгосрочного прогноза погоды и изменения климата (ИОС, 1996(b)). Климатическая группа экспертов по океанским наблюдениям определила, что важным направлением исследований является усвоение данных. В указанной области особенно необходимо внедрять новейшие технические достижения, что позволит наилучшим образом использовать в рамках ГСНО данные дистанционных спутниковых наблюдений. С учетом этого предлагается провести Глобальный эксперимент по усвоению океанских данных (GODAE) (более подробные сведения можно получить от Невилла Смита по адресу: nrgs@bom.gov.au).

Модуль „Здоровье океана”

Значительный вклад в подготовку стратегического плана развертывания моду-

для ЗО внесли члены рабочего комитета МОК по глобальным исследованиям загрязнения морской окружающей среды (ГИПМЕ). Этот модуль предназначен для определения условий и тенденций выбросов загрязняющих веществ в океан (ИОС, 1996(d)). Главная задача заключается в получении информации о природе и масштабах отрицательного влияния подобных выбросов на здоровье людей, морские ресурсы и экологическое состояние океана с учетом естественной изменчивости. Как в глобальном, так и в региональных масштабах будут проводиться биомониторинг и оценка биологических последствий; при этом будут использоваться согласованные стандарты и методики, предусматривающие на первом этапе решение следующих задач:

- Выбор ряда надежных и сравнительно простых в применении индикаторов биологического неблагополучия в состоянии окружающей среды;
- Мониторинг концентраций загрязняющих веществ и тенденций их изменения в прибрежных районах с определением экологических последствий;
- Разработка методик оценки естественных возможностей прибрежных районов по нейтрализации и переработке загрязнений;
- Оценка имеющихся данных об уровнях загрязнения и действиях по его предотвращению на региональном и национальном уровнях с целью разработки основ мониторинга.

В стратегическом плане развертывания модуля ЗО рассмотрены проблемы, наиболее важные в настоящий момент. В плане перечислены параметры, подлежащие измерению, и те факторы, которые определяют временные и пространственные масштабы измерений. В настоящее время модуль ЗО занимается региональными аспектами внедрения, разрабатывая пилот-проекты, в которых основное внимание уделяется здоровью населения и разработке прогностических моделей. Прототипом проектов модуля ЗО можно считать Международ-

ную программу наблюдений за моллюсками.

Модуль „Биологические ресурсы моря”

Изменения морской окружающей среды могут привести к изменениям состава и поведения биологических ресурсов моря. Такие процессы могут затрагивать человека непосредственно через изменение продовольственного обеспечения, а также косвенным образом вследствие изменений окружающей среды. Возможно, например, взрывообразное размножение водорослей. Задача модуля БРМ состоит в создании системы мониторинга биологических, химических и физических параметров, необходимых для описания морских экосистем и их изменчивости, для прогноза возможных изменений. Для этого потребуются выявить запросы потребителей, касающиеся океанографических данных о биологических ресурсах моря и использования таких данных, поскольку такая информация должна стать основой проектирования и развертывания системы наблюдений. Сейчас нам нужен план, который определял бы объем и правила проведения наблюдений и исследований, направленных на изучение и прогнозы существенных изменений наличия и/или добычи основных биологических ресурсов моря во временных масштабах от сезона до нескольких десятилетий с учетом изменений допустимой нагрузки на эти ресурсы и/или экологического состояния океана. С учетом сказанного становится очевидным существование неразрывных связей между рассматриваемым модулем, климатическим модулем и модулем ЗО. Поскольку же многие виды морских биологических ресурсов сконцентрированы в прибрежных водах, подобные связи существуют и с модулем „Прибрежные районы”, составление плана которого только началось (Scientific Committee on Oceanic Research (SCOR), 1996)). Учет этих связей потребует разработки крупных исследовательских и оперативных программ, таких, как Глобальный проект по изучению динамики океанских экосистем, а также создания соответствующих

органов типа Международной комиссии по исследованию моря.

Модуль „Прибрежные районы”

Этот модуль имеет важнейшее значение для многих прибрежных государств. Многие такие государства уже имеют собственные планы внедрения ГСНО, опережая процесс планирования, проходящий на международном уровне (NOAA, 1997). Проектирование системы наблюдений за этим компонентом окружающей среды представляет собой сложную задачу, поскольку требует учета планов и рекомендаций, принятых Группой экспертов по климатическому модулю, модулям ЗО и БРМ. Необходимо учитывать и запросы более широкого по сравнению с последними тремя модулями круга потребителей, включая тех, кто занимается эксплуатацией прибрежных зон, защитой окружающей среды, портами и судоходством, обслуживанием судов, строительством, добычей нефти и газа, эксплуатацией водных ресурсов, поисково-спасательными операциями, вопросами отдыха и туризма и т. д. Мониторинг, документирование и прогноз изменений параметров этой сложной окружающей среды потребует объединения данных физических, химических, биологических и геологических наблюдений, учета социально-экономических потребностей. В идеале в рамках модуля „Прибрежные районы” должна быть создана инфраструктура, способная предоставить набор информационной продукции и услуг самому широкому кругу потребителей. Это позволило бы детально изучить многочисленные процессы и проблемы, имеющие большое значение для прибрежных районов, последовательно применяя в этих целях глобально согласованные подходы. Были бы созданы условия для определения экономических подходов, применения проверенных технологий и процедур, использования оптимальных методов хозяйствования с учетом глобальных методик и единой структуры наблюдений (IOC, in press). Сейчас налаживается сотрудничество с Глобальной системой земных наблюдений (ГСЗН) и с руководством Проекта по изучению

взаимодействий между океаном и сушей в прибрежной зоне, которые тоже интересуются перечисленными выше вопросами.

Модуль „Обслуживание”

В рамках ГСНО будут осуществляться сбор и обработка данных об океане, преобразование этих данных в информационную продукцию, необходимую для широкого круга конечных пользователей. Частично такие работы уже выполняются национальными учреждениями и частными компаниями, предоставляющими друг другу во всем мире многие виды морских метеорологических и океанографических услуг, в которых заинтересованы морские отрасли хозяйства, судоходство, рыболовство, освоение прибрежных зон, индустрия отдыха и туризма, структуры, отвечающие за безопасность на море.

Задача модуля „Обслуживание” состоит в том, чтобы определить способы, используя которые ГСНО могла бы расширить перечень и повысить качество услуг и информационной продукции, предоставляемых конечным пользователям. Так, для развивающихся стран можно предложить организацию учебной программы, в рамках которой этим странам оказывалась бы помощь при создании оперативных служб и практическом применении информационной продукции. Уже составлен предварительный перечень услуг (IOC, 1997(b)). Рекомендаций, содержащихся в этом перечне, следует трансформировать в план мероприятий, для чего потребуются установить связи с такими учреждениями, как Комиссия ВМО по морской метеорологии, ОГСОС и ИОДЕ.

Применение данных и информации

Надлежащее применение данных и информации должно стать основой ГСНО. Поэтому в ближайшем будущем разработке соответствующего плана будет уделено самое пристальное внимание. Моделью для такой разработки послужит план применения данных и информации в рамках ГСНК (WMO, 1995(b)); кроме того, будут учтены особенности

Принципы ГСНО

Принципы планирования

- D1** Развитие ГСНО основывается на плане, предусматривающем достижение определенных целей, обусловленных запросами потребителей.
- D2** Планирование предусматривает, что вклады в развитие ГСНО будут долгосрочными и систематическими.
- D3** Планы подлежат регулярному пересмотру.
- D4** Планы должны предусматривать гибкое применение различных методов.
- D5** Система ГСНО предназначена для решения глобальных проблем и/или таких текущих вопросов, которые требуют получения данных от глобальной сети наблюдений.
- D6** Проектирование охватывает все вопросы — от получения данных до производства конечной продукции и обслуживания потребителей.
- D7** Применение, обработка и распределение данных будут осуществляться в соответствии с конкретными политическими принципами.
- D8** При проектировании учитывается существование систем, не входящих в состав ГСНО, которые могут внести свой вклад в ГСНО и/или воспользоваться услугами ГСНО.
- D9** При планировании принимаются во внимание методы обеспечения качества данных.

Принципы участия

- P1** Любое участие в ГСНО должно соответствовать планам, разработанным и согласованным на основе перечисленных выше принципов планирования.
- P2** Любое участие должно согласовываться с принятой в рамках ГСНО политикой в отношении использования данных.
- P3** Любое участие предполагает готовность к проведению постоянных наблюдений.
- P4** Стандарты качества распространяются на всех участников ГСНО.
- P5** Развертывание системы будет происходить на основе существующих национальных и международных систем и организаций во всех случаях, когда это будет признано необходимым.
- P6** Внедрение будет происходить постепенно с учетом перспективных задач.
- P7** Участие в ГСНО предполагает принятие на себя обязательства по оказанию помощи менее развитым странам, которая позволила бы им участвовать в эксплуатации системы и извлекать из этого соответствующие преимущества.
- P8** Участники ГСНО полностью самостоятельны в вопросах определения собственного вклада в ГСНО.
- P9** Участвующие страны и организации сохраняют все права на определение и ограничение своих вкладов в развитие системы.
- P10** Использование „марки“ ГСНО должно соответствовать принципам ГСНО.

* Политика ГСНО в своих главных чертах должна соответствовать политике, проводимой организациями-учредителями (ВМО, МОК, ЮНЕП и МСНС), и способствовать свободному обмену данными.

деятельности ОГСОС и ИОДЕ. По возможности, при создании системы применения данных и информации ГСНО в качестве основы будут использоваться существующие аналогичные системы. В плане будут определены пути преобразования данных в услуги и информационную продукцию. Пользователи примут самое непосредственное участие в отборе видов услуг и продукции. Эксперименты в области обмена данными и информацией и их применения уже на-

чаты в рамках пилот-проекта NEAR-ГСНО (ЮС, 1996(c)). План будет разрабатываться членами Группы экспертов ГСНО, ГСНК, ГСЗН по применению данных и информации (J-DIMP), которые недавно собирались в Токио (GOOS, 1997).

По всей вероятности, система применения данных и информации будет основана на распределенной компьютерной сети, к которой будут подключены центры данных и обработки данных, а в

ее состав войдет служба применения данных и информации, аналогичная по своим функциям отделу ВОСЕ по данным и информации. Эта служба будет осуществлять общую координацию, а также консультировать прибрежные страны по практическим аспектам применения рекомендаций, сформулированных Группами экспертов по отдельным модулям, в целях создания информационной продукции, необходимой на локальном уровне. Кроме того, такая служба может способствовать развитию возможностей, существующих в развивающихся странах.

Наблюдения за океаном из космоса

Для успешной работы ГСНО должна иметь возможность влиять на развитие системы дистанционных наблюдений из космоса и использовать результаты таких наблюдений. Сотрудники ГСНО решают эту задачу совместно с представителями ГСНК и ГСЗН путем сотрудничества с Группой экспертов по глобальным космическим системам наблюдений (ГЭГКСН), которая является преемником Группы экспертов по космическим аспектам ГСНК. Так же, как и в случае применения данных и информации, здесь можно воспользоваться имеющимся опытом, взяв за основу Космический план ГСНК (WMO, 1995(a)). Можно ожидать, что требования ГСНО будут приняты космическими агентствами сравнительно быстро, поскольку эти агентства и сами понимают всю важность создания глобальных систем наблюдений и через Комитет по спутниковым наблюдениям за поверхностью Земли (КЕОС) настаивают на принятии Комплексной стратегии глобальных наблюдений (КСГН). Для того чтобы ГСНО могла влиять на КЕОС, нам следует в ближайшие годы активно участвовать в усилиях по включению ГСНО в планы разработки КСГН.

ГСНО может внести непосредственный практический вклад в расширение возможностей, существующих в развивающихся странах, путем создания описанной выше службы применения данных и информации, содействуя созданию в этих странах центров приема дан-

ных дистанционных измерений и подключения таких центров к сетям распространения данных прямых измерений, необходимых для местных администраторов.

Внедрение

В настоящее время, когда уже практически выполнены работы по первому этапу, предусматривавшему составление планов, разработчики системы уделяют все большее внимание этапу 2 — выполнению пилот-проектов, а также этапу 3 — интеграции существующих систем. Прежде всего речь идет об организации ряда национальных, двусторонних, региональных и глобальных пилот-проектов, призванных продемонстрировать тот факт, что ГСНО намерена работать с применением ключевых технологий. Успех таких демонстраций совершенно необходим для того, чтобы убедить оперативные ведомства, которые и будут внедрять ГСНО, в оправданности требуемых для такого внедрения инвестиций.

Первым официальным пилот-проектом ГСНО является Проект NEAR-ГСНО, работы по которому ведутся в Японском море с участием Китая, Республики Корея, Российской Федерации и Японии. Первый этап проекта, на котором основное внимание уделяется вопросам обмена данными, начался 1 октября 1996 г. (ИОС, 1996(c)).

Первым успешным прототипом пилот-проекта (мы называем его прототипом, поскольку его выполнение началось еще до развертывания работ по ГСНО) можно считать развертывание международной сети буев по изучению тропической атмосферы и океана (ТАО) в экваториальной зоне Тихого океана, которая стала основой для прогнозов явления ЭНСО, оказывающего большое влияние на страны Тихоокеанского бассейна и даже гораздо более удаленные страны (Mangum *et al.*, 1997). Уже согласовано, что сеть ТАО станет частью ГСНО. Подобная концепция распространяется и на экваториальную зону Атлантики в рамках бразильско-французско-американского проекта PIRATA (план создания сети заякоренных исследова-

тельских буев в тропической зоне Атлантики) (Mangum *et al.*, 1997). Проект PIRATA имеет статус пилот-проекта ГСНО.

Эксперимент по усвоению данных GODAE, предложенный КГОН, также получил этот статус в качестве демонстрационного пилот-проекта по технологиям ГСНО. Он же является и пилот-проектом CEOS, в рамках которого через КСГН должны быть уточнены потребности агентств, ведающих спутниками.

Консорциум ЕвроГСНО, в состав которого входят 22 оперативные организации из 14 стран, представляет собой скорее региональную программу, а не проект как таковой, и организует в настоящее время шесть пилот-проектов на Балтике, в Арктике, Средиземноморье, на Черном море, северо-западном шельфе (включая Северное море) и в Атлантике (Woods *et al.*, 1996(a),(b)). Для реализации намеченных пилот-проектов необходимо финансирование (в качестве примера можно привести Проект развертывания Средиземноморской прогностической системы).

Пилот-проекты ГСНО разрабатывают и другие региональные группы. Региональная группа МОК по Юго-Восточной Азии (WESTPAC) готовит развертывание ГСНО на юго-востоке Азии. Страны, расположенные на западе Индийского океана, приступили к реализации совместного Проекта ВМО/МОК по морским приложениям на западе Индийского океана (WIOMAP). Страны юга Тихоокеанского региона заинтересованы в создании региональной программы ГСНО, которая выполнялась бы при поддержке МОК и Южнотихоокеанской комиссии по прикладным наукам о Земле (SOPAC). В Сингапуре недавно открылся Совместный центр ВМО/МОК по моделированию и прогнозу характеристик климата и океана (SEACAMP), создание которого может служить примером реализации проекта, в свое время способного стать частью Программы ГСНО.

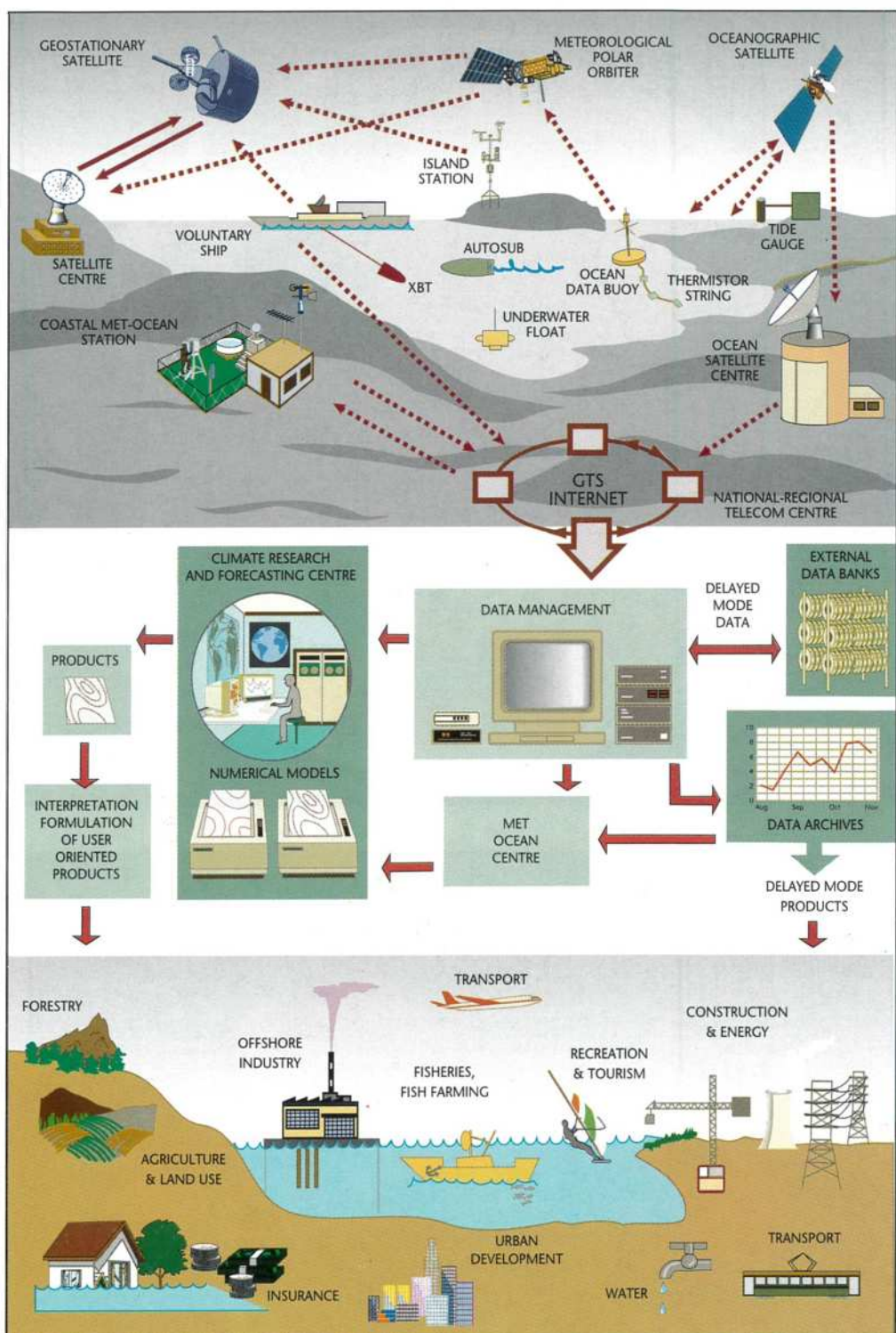
Кроме того, отдельные страны разрабатывают собственные проекты и программы ГСНО. Это соответствует мне-

нию, что система ГСНО должна создаваться постепенно на основе существующих систем, как национальных, так и международных. Если подходить к вопросу с данной точки зрения, можно сказать, что многие страны уже выполняют оперативные работы, которые следует отнести к ведению ГСНО и которые направлены на развитие глобальной системы. С учетом сказанного при НУОА США на основе Атлантической океанографической и метеорологической лаборатории был создан отдел ГСНО. Этот отдел собирает данные, поступающие от Глобальной программы по дрейфующим буям и Программы по использованию одноразовых батитермографов, выполняемой на судах, добровольно проводящих измерения. Главная задача отдела состоит в создании океанской сети наблюдений, которая обеспечивала бы будущие потребности НУОА в сведениях о погоде и данных, необходимых для прогноза климата. Поскольку в дальнейшем эти программы могут иметь большое значение для развертывания системы ГСНО, НУОА прибавило к их наименованиям соответствующие дополнения. Еще одним примером страны, развертывающей собственные программы ГСНО, может служить Индия. Для того чтобы оценить значение приставки „ГСНО“ к названиям программ, следует обратиться к принципам ГСНО, перечисленным на с. 46. Среди прочих, там содержится и принцип предоставления данных для обмена.

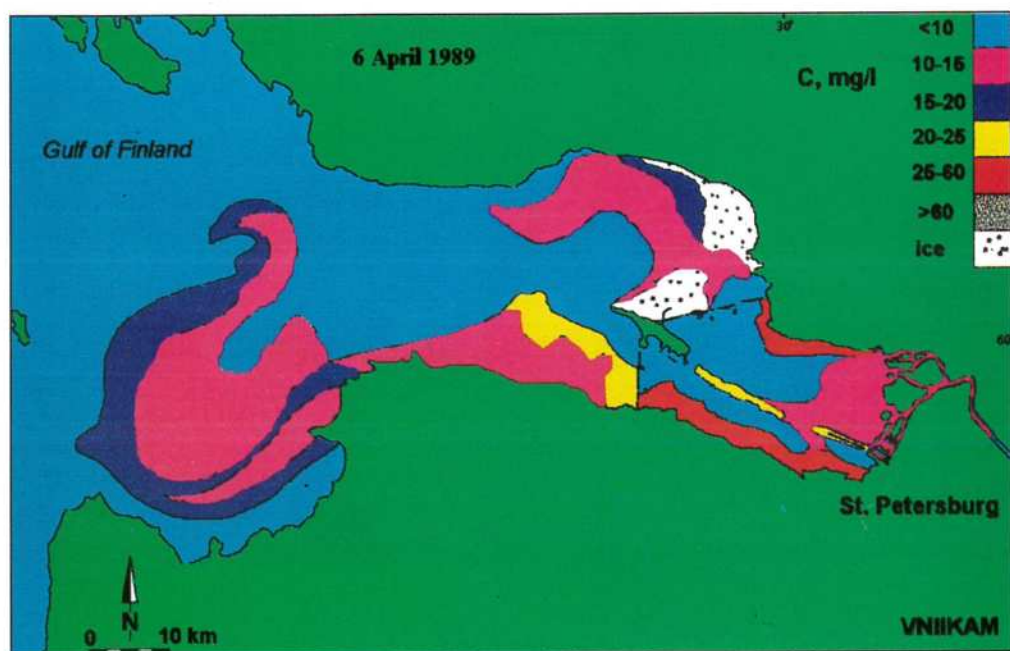
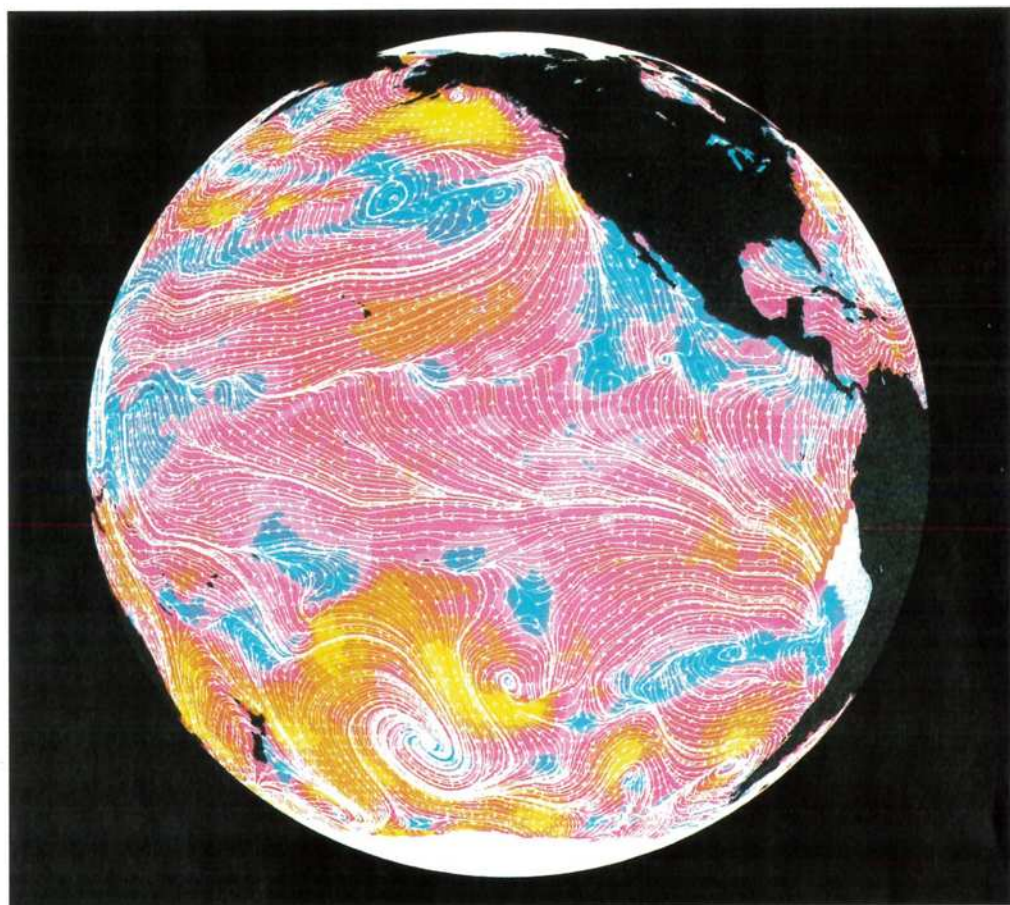
В настоящее время еще не выполняется никаких пилот-проектов по модулям БРМ и 3О, хотя представители Группы экспертов 3О недавно посетили Юго-Восточную Азию для изучения возможностей реализации здесь пилот-проектов 3О.

Многие пилот-проекты непосредственно перерастают в оперативные программы, как это случилось с Глобальным проектом ОГСКОС по изучению профилей температуры и солености. Теперь это оперативная программа под названием „Глобальная программа изучения профилей температуры и солености“.

В свое время, когда будет закончена разработка стратегии и плана ГСНО по



Концепция ГСНО



применению данных и информации, когда будет опубликован документ „ГСНО-1998”, нам придется пересмотреть составленные ранее пилот-проекты, чтобы обеспечить их соответствие стандартам и политике ГСНО. После этого новые пилот-проекты с самого начала будут готовиться с учетом требований указанных документов.

Внедрение ГСНО не происходит по модулю, поскольку разбиение системы на отдельные модули служит лишь упрощению планирования, но никоим образом не определяет процесс развертывания комплексной системы ГСНО. Основное внимание уделяется созданию тех элементов системы, планирование которых наиболее разработано (например, GODAE), либо развитию реально существующих на региональном уровне минисоставляющих ГСНО (таких, как WlOMAP и NEAR-GSNO).

Расширение существующих возможностей

Для того чтобы ГСНО была успешно реализована как глобальная программа, к ее развертыванию следует привлечь все прибрежные государства, что означает необходимость расширения возможностей таких стран, которые в настоящее время не в состоянии внести подобающий вклад в эти работы. Для того чтобы привлечь внимание развивающихся стран к созданию ГСНО, были организованы семинары, посвященные расширению существующих возможностей (Гоа, 18—19 ноября 1996 г.; Момбаса, 11—15 марта 1997 г.). На момент написания настоящей статьи (конец 1997 г.) на Мальте проходил третий подобный семинар; другие мероприятия такого рода планировалось провести в регионе SOPAC и в Южной Америке. Эти семинары способствуют выявлению запросов потребителей и показывают, что именно надлежит сделать на местном уровне для обеспечения успешного развертывания ГСНО.

Заключение

Система ГСНО развивается вполне устойчиво. Сейчас достигнут пиковый период первого этапа — этапа планирова-

ния. Он должен завершиться согласительным совещанием глав оперативных и финансирующих организаций, назначенным на середину 1998 г. — Международного года океана. Разрабатывается план применения данных и информации, а также космический план. Начато планирование работ по развертыванию модулей „Прибрежные районы”, „Биологические ресурсы моря”. Предварительно проанализированы расходы и выгоды, однако необходимы дальнейшие исследования в этом направлении.

Сейчас внимание исполнителей перемещается на этап 2 и на реальное внедрение. Начато выполнение ряда пилот-проектов; немало таких проектов находится в стадии планирования. Некоторые из ранее существовавших проектов включены в Программу ГСНО (например, проект ТАО). Многие страны сформировали официальные группы, занимающиеся вопросами ГСНО, либо уже формируют такие группы. Начаты работы по расширению существующих возможностей, примером чему могут служить семинары в Момбаса и Гоа.

Этап 3 начинается с преобразования сети ТАО в оперативную систему, которую в США рассматривают в качестве ключевого элемента ГСНО. Еще предстоит определить роль других существующих систем (таких, как ИОДЕ, ОГСОО, Группа экспертов по сотрудничеству в области использования дрейфующих буев, Программа использования судов, добровольно выполняющих наблюдения, Глобальная система наблюдений за уровнем моря и т. д.) в создании системы ГСНО. В отдельных случаях не все компоненты существующих систем (по меньшей мере в настоящее время) вписываются в рамки ГСНО. Тем не менее все подобные системы рассматриваются как необходимые в том или ином отношении; они уже адаптируются и совершенствуются с целью приведения в соответствие к новым требованиям. На семинаре, который намечено провести в марте 1998 г. в Австралии, планируется уточнить требования к новым разработкам, особенно в том, что касается климатического модуля.

В организационном плане было предложено изменить структуру ГСНО в целях повышения эффективности системы. Эти предложения должны вступить в силу в начале 1998 г. Большим достижением можно считать то обстоятельство, что МОК получила от ЮНЕСКО разрешение на введение постоянной должности директора Проектного бюро ГСНО в Париже и на назначение директора в начале 1997 г. Однако те большие ожидания, которые страны — члены МОК связывают с парижским бюро, не могут быть реализованы без выделения соответствующих средств, а возможным источником таких средств являются только те же самые страны, которые должны откомандировать своих специалистов для решения вопросов планирования и внедрения, перечислить средства в трастовый фонд ГСНО, участвовать в совещаниях по планированию и расширению существующих возможностей, нести все косвенные расходы, связанные с созданием ГСНО (IOC, 1997(a)).

ГСНО вышла из стадии планирования: мы наблюдаем рождение международной оперативной океанографии глобального уровня. Уже существуют действующие прототипы системы наблюдений ГСНО. Однако предстоит пройти еще большой путь, прежде чем это дитя станет уважаемым взрослым, способным внести солидный вклад в решение проблем использования глобальной окружающей среды.

ГСНО в системе „Интернет“

Те, кто желает получить более подробную информацию, могут обратиться по специальному адресу сети „Интернет“: <http://www.unesco.org/ioc/gnos/IOCGOOS.html>

Список литературы

- GOOS, 1997: *Report of the GCOS/GOOS/GTOS Joint Data and Information Management Panel*. Third session, Tokyo, July 1997, 29 pp.
- IOC, 1996 (a): *Towards Operational Oceanography: the Global Ocean Observing System*. IOC/INF-1028, Paris, 14 pp.

- IOC, 1996 (b): *Joint GCOS-GOOS-WCRP Ocean Observations Panel for Climate*. IOC, UNESCO, Paris, 12 pp plus annexes.
- IOC, 1996 (c): *First Meeting Report of the IOC/ WESTPAS Co-ordinating Committee for the North-East Asian Regional-Global Ocean Observing System*. IOC, UNESCO, Paris, 6 pp plus annexes.
- IOC, 1996 (d): *A Strategic Plan for the Assessment and Prediction of the Health of the Ocean: a Module of the Global Ocean Observing System*. IOC/INF-1044, IOC, UNESCO, Paris, 39 pp plus annexes.
- IOC, 1997 (a): *Report of the Director of the GOOS Project Office*. IOC-WMO-UNEP/I-GOOS-III/8, IOC, UNESCO, Paris, 11 pp.
- IOC, 1997 (b): *GOOS Marine Meteorological and Oceanographic Services Module*. IOC-WMO-UNEP/I-GOOS-III/21, IOC, UNESCO, Paris, 8 pp.
- IOC, in press: *GOOS Coastal Module Planning Workshop*. Report to J-GOOS-IV. April 1997. IOC, UNESCO, Paris, 53 pp.
- MANGUM, L. J., T. B. WRIGHT and M. J. MCPHADEN, 1997: *Proceedings of the Fifth Meeting of the TAO Implementation Panel*. NOAA/Pacific Marine Env. Lab., 52 pp.
- MOURA, A. D., 1994: *Prospects for seasonal-to-inter-annual climate prediction and applications for sustainable development*. *WMO Bulletin* 43 (3), 207-215.
- NOAA, 1996: *NOAA Strategic Plan—a Vision for 2005: Executive Summary*. NOAA, US Dept. of Commerce, Washington DC, 20 pp.
- NOAA, 1997: *The US Coastal Module of the Global Ocean Observing System*. Workshop report on the sustainable healthy coastal component. US GOOS Inter-agency Project Office, NOAA, Silver Spring, Maryland, 64 pp.
- NOAA/IOC, 1996: *NOAA-IOC Workshop on Socio-economic Aspects of the Global Ocean Observing System: Assessing Benefits and Costs of the Climate and Coastal Modules*. US GOOS Inter-agency Office, NOAA, Silver Spring, Maryland, 54 pp.
- NRC, 1997: *The Global Ocean Observing System: Users, Benefits and Priorities*. National Academy Press, Washington DC, 82 pp.
- OCEAN OBSERVING SYSTEM DEVELOPMENT PROGRAMME, 1995: *Scientific Design for the Common Module of the Global Climate Observing System and the Global Ocean Observing System: an Ocean Observing System for*

- Climate*. Dept., of Oceanography, Texas A & M University, College Station, 265 pp.
- OECD, 1994: *Megascience: the OECD Forum: Oceanography*. Paris, 167 pp.
- SCOR, 1996: *Report of the Planning Workshop for the Living Marine Resources Module of the Global Ocean Observing System*. John Hopkins University, Baltimore, 68 pp.
- WMO, 1995 (a): *Plan for space-based observations*. GCOS 15 WMO/TD-No. 684, WMO, Geneva, 79 pp.

- WMO, 1995 (b): *Data and Information Management Plan Version 1.0*. GCOS 13, WMO/TD-No. 677, WMO, Geneva, 29 pp.
- WOODS, J. D., H. DAHLIN, L. DROPPERT, M. GLASS, S. VALLERGA and N. C. FLEMMING, 1996 (a): *The Strategy for EuroGOOS*. Southampton Oceanography Centre, United Kingdom, 132 pp plus annexes.
- WOODS, J. D., H. DAHLIN, L. DROPPERT, M. GLASS, S. VALLERGA and N. C. FLEMMING, 1996 (b): *The Plan for EuroGOOS*. Southampton Oceanography Centre, United Kingdom, 28 pp.

СПУТНИКОВАЯ ОКЕАНОГРАФИЯ

Сергей ВИКТОРОВ*

Введение

В конце 1970-х годов, когда бурно развивались методы дистанционного зондирования, был запущен спутник SEASAT, предназначенный исключительно для океанографических исследований (26 августа — 10 октября 1978 г.). Многие ученые стремились определить истинное значение новых методов для океанографии и надлежащее место результатов дистанционного зондирования в ряду традиционных данных, а также идентифицировать конкретные характеристики, которые превращают спутниковую океанографию в самостоятельный раздел науки о наблюдениях Земли из космоса. Многочисленные авторы обсуждают ход развития этого междисциплинарного научного направления, анализируя первые достижения и препятствия на пути дальнейшего продвижения, излагают свое видение перспектив в области разработки соответствующих методов и технических средств (Szekiela, 1976; Apel, 1977; Fedorov, 1977; Allan, 1979; Nelepo, 1979).

С самого начала существовал определенный опыт применения методов дистанционного зондирования в науках о Земле. Этот опыт в сочетании с анали-

зом трудностей и препятствий, стоящих на пути развития спутниковой океанографии, свидетельствовал о необходимости использования системного подхода к проектированию и разработке технических средств, а также методов сбора спутниковых данных, их обработки и применения. Подобный подход предполагает: а) одновременное проектирование всего набора технического оборудования, включая бортовую аппаратуру, системы связи, наземные системы получения данных и компьютерный центр (центры) для обработки данных космических и прямых измерений; б) создание баз данных спутниковых и прямых измерений, сетей наземных наблюдений, разработку наборов методов, алгоритмов и компьютерных программ для общей и специализированной обработки информации с удобными интерфейсами пользователя, для редактирования информации и рассылки результатов обработки; в) создание системы образования и обучения для подготовки нового поколения океанографов и просвещения общества потребителей.

Однако эта идеальная схема еще никогда не была реализована. В действительности развитие спутниковой океанографии пошло другим путем. В 1980-х годах велись обширные метеорологические исследования, направленные на создание системы наблюдений за состоя-

Санкт-Петербургское отделение Государственного океанографического института, Санкт-Петербург, Российская Федерация.

нием Земли (включая и океанский компонент); вместе с тем, в этот период возникло и новое явление: участились случаи перехода к практическому использованию тех или иных методов еще до того, как была завершена сбалансированная разработка всех их аспектов, при отсутствии специализированных, чисто океанографических спутников, не говоря уже о спутниковой океанографической системе. Более того, начиная с 1970-х годов концепция создания океанографического спутника постоянно менялась, да и сам термин (специально разработанная платформа с бортовой аппаратурой, содержащей возможно большее количество датчиков, позволяющих проводить измерения над океаном и выдающих информацию только об океанографических параметрах) постепенно утратил свое первоначальное значение. Сейчас, в 1990-е годы, нам придется иметь дело с океанскими датчиками, рассеянными по спутникам различных типов, а также с космическими сенсорами, данные с которых представляют интерес для многих наук, в том числе и для океанографии. Таким образом, идея создания спутниковой океанографической системы трансформировалась в концепцию океанского сегмента комплексной системы глобальных наблюдений.

Спутниковую океанографию (СО) нельзя рассматривать просто как изучение Мирового океана из космоса. В наши дни она представляет собой многодисциплинарное научное направление, смесь традиционных наук о море, методов дистанционного зондирования и современных информационных технологий. Некоторые океанографические параметры можно определить с помощью различных космических приборов, работающих в разных диапазонах электромагнитного спектра. Часть таких приборов пассивна (т. е. они, будучи ориентированы на поверхность океана, принимают солнечное излучение, подвергшееся воздействию верхнего слоя моря и/или отраженное от морской поверхности), другие могут использоваться и в активном режиме (т. е. они сами излучают электромагнитные волны, направляя их к поверхности моря, а затем

анализируют отраженный сигнал). Надлежащая комбинация установленных на спутнике приборов, работающих в видимом, инфракрасном и микроволновом (пассивные и активные устройства) диапазонах позволяет определять цвет океана, температуру поверхности моря, характеристики волн и ледовую обстановку. Ниже будут рассмотрены некоторые реалистичные оценки качества полученных с помощью космических измерений величин океанографических параметров с точки зрения их точности, размеров зондируемой области (горизонтальное разрешение) и частоты проведения наблюдений (временное разрешение).

Глобальная и региональная спутниковая океанография

Примерно десять лет тому назад наметилась тенденция разделения СО на два направления: глобальное (ГСО) и региональное (РСО). ГСО имеет дело преимущественно с явлениями и процессами, происходящими в Мировом океане, который рассматривается как единое целое, тогда как РСО основана на анализе спутниковых изображений с целью изучения явлений и процессов, протекающих в морях, прибрежных зонах и отдельных океанских районах. В наши дни ГСО концентрируется на общих проблемах крупномасштабных термогидродинамических взаимодействий между океаном и атмосферой, на проблеме глобального изменения климата и соответствующих программах, на вопросах прогноза погоды и состояния моря и изучения распределения фитопланктонной биомассы в верхних слоях Мирового океана. РСО занимается изучением динамики водных масс в пределах отдельных водоемов, распространения выбросов, приносимых реками, вопросами биологической продуктивности конкретных районов, проблемами, связанными с состоянием окружающей среды (качество воды, перенос загрязняющих веществ), исследованием взаимодействий между прибрежной зоной и открытым океаном, вопросами морфологии ледяного покрова и т. п. (Victorov, 1988; 1996).

PCO и GCO различаются по своим конкретным характеристикам во всем спектре проводимых ныне работ, а именно в том, что касается следующих вопросов:

- Требования, предъявляемые к первичным спутниковым данным;
- Конфигурация спутниковых датчиков и режимы их функционирования;
- Алгоритмы и методы обработки и анализа спутниковых данных;
- Средства сбора референсных данных морских наблюдений;
- Конфигурация баз данных;
- Требования к линиям связи, используемым для передачи информации;
- Запросы потребителей и существующие стандарты;
- Форматы представления информационной продукции;
- Системы распространения конечных результатов.

Требования, предъявляемые к первичным спутниковым данным

При определении океанографических параметров огромное значение имеют такие характеристики, как область охвата наблюдениями, пространственное разрешение, частота получения изображений и задержка в передаче данных. Различия между требованиями, предъявляемыми GCO и PCO, влияют и на все другие аспекты, которые будут рассмотрены ниже.

Конфигурация спутниковых датчиков и режимы их функционирования

Здесь речь идет не только о перечне датчиков, но и об общей структуре бортовой аппаратуры (датчики, устройства накопления данных, средства связи и т. д.). Во многих случаях для удовлетворения требований PCO важнее обеспечить прямую передачу данных, нежели накопление данных на борту, тогда как в

случае GCO стоит прямо противоположная задача. Важно также учитывать существующие различия при планировании различных операций, особенно в тех случаях, когда один и тот же сенсор используется для сбора данных как для PCO, так и для GCO. Например, при изучении прибрежных районов следует использовать высокое пространственное разрешение, тогда как при наблюдении открытого океана данные можно осреднять. Подлежит рассмотрению и проблема оптимизации состава бортовой аппаратуры с учетом требований и PCO, и GCO.

Алгоритмы и методы обработки и анализа спутниковых данных

Они различаются не только вследствие принципиальных отличий между требованиями, предъявляемыми к первичным спутниковым данным и конечной информационной продукции, но и по той причине, что отличаются массивы данных прямых измерений, которые могут быть использованы в том и другом случае. Сложность численных моделей и схем усвоения данных, а значит, и требования к компьютерным системам также разные.

Способы сбора референсных данных о состоянии моря

Предполагается, что такие данные можно использовать для проверки алгоритмов и программного обеспечения, используемых при обработке спутниковой информации, для оценки ошибок определения океанографических параметров и калибровки результатов спутниковых измерений. Ясно, что если речь идет о проблемах PCO, то в конкретном районе можно собрать больше данных прямых высококачественных измерений за любой заданный период и обеспечить их оперативное применение. Для сбора информации о прибрежных районах можно использовать существующие метеорологические и гидрологические сети; в отдельных районах имеются данные, поступающие от береговой охраны. Для сбора океанографических и метеорологических данных можно использовать

морские газо- и нефтедобывающие платформы. Наличие результатов прямых измерений помогает получить более надежную и точную спутниковую информацию, необходимую для решения проблем РСО.

Конфигурация баз данных

Базы данных, обеспечивающие решение проблем РСО и ГСО, различны вследствие существенных отличий их пространственных и временных масштабов, а также типов численных моделей, используемых в этих двух областях.

Требования к системам передачи данных и информационной продукции

Во многих странах серьезной проблемой остается доведение спутниковых данных до различных категорий пользователей. Многие пользователи РСО нуждаются в изображениях высокого разрешения (заливы, бухты, прибрежные воды, открытое море), поступающих ежедневно не позднее, чем, скажем, через три часа после съемки. Службам прогноза погоды столь высокое разрешение не требуется, но им необходимы данные глобального масштаба, поступающие дважды в сутки, тогда как для климатологов время передачи информации, судя по всему, вовсе не играет роли. Поэтому полная протяженность, структура и пропускная способность линий связи, используемых для передачи спутниковых данных и/или информационной продукции, могут быть существенно разными при оперативном обслуживании РСО и ГСО.

Требования потребителей и стандарты

В случае ГСО главными потребителями являются немногие (зачастую единичные) научные центры, обладающие высокотехнологичным оборудованием, обеспечивающим обработку, анализ и накопление больших объемов данных, имеющие связь с национальными и международными станциями приема спутниковой информации. РСО ориентирована

прежде всего на потребителей, занимающихся региональными и локальными проблемами, а число таких потребителей даже в одном отдельно взятом районе может достигать сотни. Их техническое оснащение, если вообще можно говорить о таковом, обычно очень скромно, поэтому многие хотя и имеют информационную продукцию, уже более или менее адаптированную к их задачам. Некоторым нужны только первичные спутниковые данные, зато они придают большое значение своевременности поступления сведений. Следовательно, в рамках РСО все действия необходимо планировать исходя, среди прочего, из использования автономных станций приема спутниковых данных, предназначенных для прямого приема информации, передаваемой на Землю и охватывающей регион, представляющий интерес для группы пользователей или какого-либо конкретного пользователя. Эти простые и недорогие станции должны обеспечивать обработку и архивацию данных, а по возможности, и их рассылку другим пользователям. Типичными конечными потребителями спутниковой информации в региональном масштабе являются местные административные органы, институты, научно-исследовательские и рыболовные суда. В последние годы такими потребителями становятся также различные учреждения, занимающиеся мониторингом и контролем морской окружающей среды. РСО как научное направление должна учитывать интересы таких потребителей и предоставлять в их распоряжение методы, программное обеспечение, наставления и руководства, составленные в соответствии с их требованиями и учитывающие фактический уровень их опыта, технических и штатных возможностей.

Форматы представления конечной информационной продукции

Централизованная система, предназначенная для предоставления информации и услуг многим потребителям, должна соответствовать запросам последних и предлагать широкий набор информационной продукции. Пользователи ГСО

обычно имеют ограниченный и стабильный перечень форматов, тогда как пользователи PCO более гибкие, и их требования к форматам могут быть самыми разнообразными.

Глобальная информационная продукция

Ниже будут обсуждены достижения ГСО в области предоставления данных, необходимых для прогноза погоды и состояния моря, а также для моделирования океанской циркуляции. Это обсуждение основано на докладе, в котором нашли отражение различные аспекты использования природоресурсных спутников нового поколения (ERS) в интересах океанографии. Более подробно будут рассмотрены спутниковые данные, имеющие отношение к определению цвета океана и характеристик морского льда.

Сообщается, что набор активных микроволновых приборов, установленных на борту ERS-1 и ERS-2 (альтиметр, радиолокатор с синтезированной апертурой (САР), скаттерометр для определения параметров ветра), обеспечивает непрерывное и регулярное получение данных о глобальном ветре и волнении в квазиреальном масштабе времени (в пределах 3 ч с момента проведения наблюдений). Это дает возможность вводить поступающие данные в оперативные модели, предназначенные для расчета краткосрочных прогнозов погоды и состояния моря. В сводках о поле ветра используются и дополнительные данные измерений параметров ветра у поверхности, выполняемых с помощью альтиметра (ветер в находящейся под спутником полосе шириной около 7 км с разрешением 7 км) и скаттерометра (данные о скорости и направлении ветра в полосе шириной 500 км при разрешении у поверхности 50 км). Глобальный обзор осуществляется за трое суток. Ввод поступающих со спутника скорректированных первичных данных о поле ветра в численные модели позволяет получать более надежные прогнозы погоды. Так, учет данных скаттерометра повышает точность краткосрочных прогнозов примерно на 5 %. Начиная с 1992 г. данные,

поступающие со скаттерометров, установленных на ERS, совместно с данными специального микроволнового сенсора SSM/I и оперативного измерителя вертикальных профилей TOBC (которые установлены на двух других американских спутниках), а также результаты традиционных измерений, проводимых с аэростатов, самолетов, буев, судов и на сети метеорологических станций, учитываются при составлении полей начального анализа, выпускаемых ежедневно в 12.00 по Гринвичу Европейским центром среднесрочных прогнозов погоды (Рединг, Соединенное Королевство). Затем с помощью модельных расчетов исходные данные экстраполируются вперед на период до 5 суток с шагом в 6 ч или на период 5—10 суток с шагом 12 ч. Получаемые прогнозы каждые шесть часов передаются через глобальную систему телесвязи национальным метеорологическим службам (Duchossois and Johannessen, 1996).

Информация о состоянии моря, поступающая с ERS, является результатом комплексирования данных двух приборов: радиолокационного альтиметра, предоставляющего сведения о высоте волн вдоль траектории полета спутника, и аппаратуры САР, измеряющей спектр океанских волн. При работе в так называемом волновом режиме САР выдает спектры морского волнения по прямоугольникам размерами 10 × 5 км каждые 200 км вдоль трассы, охватываемой скаттерометрическими измерениями. Не более чем через 3 ч после проведения наблюдений данные транслируются через ГСТ метеорологическим службам, которые используют их для оперативного мониторинга волнения, анализа и прогноза. Те же службы поставляют глобальные данные о двумерном спектре волнения ученым, занимающимся моделированием такого рода процессов.

Анализ альтиметрических данных, собранных спутником TOPEX/POSEIDON за четырехлетний период, показал, что этот спутник дает информацию о динамической топографии океана с абсолютной точностью около 4 см. Ожидается, что ошибка альтиметрических данных, поступающих с ERS, будет сниже-

на до 8—10 см. Все это превращает спутниковую альтиметрию в дополнительный источник данных, которые, будучи скомбинированы с результатами прямых измерений и введены в численные модели, откроют путь к дальнейшему совершенствованию методов прогноза характеристик океанской циркуляции. При периоде прохождения ERS, составляющем 35 суток, существует возможность наблюдения волн Кельвина и Россби в экваториальных районах, вихрей в средних широтах и даже изучения маломасштабной изменчивости в высоких широтах. Можно также вести временной мониторинг всех этих характеристик (Duchossois and Johannessen, 1996). Карты распределения температуры поверхности моря (ТПМ), получаемые со спутниковых инфракрасных сенсоров, таких, как усовершенствованный радиометр очень высокого разрешения (УРОВР), устанавливаемый на спутниках Национального управления по исследованию океанов и атмосферы США (НУОА), или сканирующий вдоль трассы полета микроволновый радиометр ATCP/M, имеющийся на борту ERS, обладающих горизонтальным разрешением около 1 км, используются для детального описания океанской циркуляции в зонах фронтов.

Менее всего повезло такому определяемому со спутников океанографическому параметру, как цвет океана. С того момента как в 1986 г. прекратил свое существование спутник „Нимбус-7“, который был оснащен сканером цвета, предназначенным для изучения прибрежных зон (CZCS), на орбиту уже не выводились специализированные узкополосные приборы, работающие в видимом и близком ИК-диапазоне электромагнитного спектра, которые удовлетворяли бы запросам океанографического сообщества. С помощью прибора CZCS удалось получить важные сведения о глобальном распределении хлорофилла, о сезонных и годовых вариациях цветовых характеристик океана. В региональном масштабе с помощью этого прибора были получены интересные данные о биологической деятельности в прибрежных зонах, что побудило морских биологов исполь-

зовать и другие спутниковые океанографические данные. Океанографическое сообщество ожидает вывода в космос цветковых сканеров нового поколения. Однако запуск спутника SeaWiFS, оснащенного подобным датчиком, был отложен на несколько лет.

Японский усовершенствованный спутник для наблюдений за поверхностью Земли (ADEOS), функционировавший с августа 1996 г. по июнь 1997 г. и оборудованный сканером цвета и температуры океана (восемь каналов в видимом и близком ИК-диапазонах и четыре канала в термическом диапазоне), доказал возможность получения данных о концентрациях хлорофилла-а и растворенных веществ по районам размерами около 1000 × 1100 км при разрешении у поверхности 700 м, однако эти изображения не получили широкого распространения среди океанографов.

Поскольку на орбите вот уже свыше десяти лет нет настоящей „цветной фотокамеры“, для получения информации о качестве воды, развитии водорослей, переносе взвесей и т. п. приходится обходиться изображениями, получаемыми в широких полосах видимого спектра с помощью таких приборов, как NOAA/УРОВР, SPOT, оборудования, установленного на спутниках LANDSAT, „Ресурс“, „Океан“. Остается лишь удивляться, как много новых сведений, особенно по прибрежным зонам, удалось получить, используя эти изображения!

Информационная продукция регионального масштаба

Много интересных примеров использования спутниковых данных при изучении региональных морей, прибрежных зон и дельт рек приведено в работах Викторова (1996) и Крэкнелла (1997). Ниже рассказано о некоторых областях, в которых находит применение спутниковая информационная продукция.

Изучение динамики вод

В региональном масштабе параметры течений определяются преимущественно путем спутниковых наблюдений за различными индикаторами, такими, как

температура, ледяной покров, водоросли и взвешенные вещества. Спутниковые карты ТПМ широко используются для обнаружения и изучения явлений апвеллинга в прибрежной зоне (определение интенсивности в терминах температурных градиентов и пространственных характеристик — длины, ширины, формы, а также оценка структуры, продолжительности существования и повторяемости). Были предприняты удачные попытки обнаружения связей между типичными формами атмосферной циркуляции и явлениями апвеллинга, что позволило достичь определенного прогресса в решении проблемы прогноза подобных явлений в некоторых прибрежных регионах. Изучались вихри различных типов: „раковинообразные“ структуры, прибрежные струйные течения, „штилевые зоны“. Это принесло новые сведения о динамике погоды в региональных и локальных масштабах, помогло в изучении экологических проблем, связанных с состоянием морской и прибрежной окружающей среды.

Понятие мониторинга загрязнения моря в настоящее время употребляется в самом общем смысле для обозначения комплекса таких работ, как мониторинг качества воды, обнаружение, мониторинг и прогноз цветения водорослей, определение замутненности воды, изучение переноса отложений и веществ, приносимых реками, обнаружение нефтяных пятен. Все эти работы основываются прежде всего на результатах обработки спутниковых изображений видимого и инфракрасного диапазонов, которые могут быть получены только в дневное время в условиях безоблачной погоды. При благоприятных условиях (т. е. при соответствующих параметрах ветра и морского волнения) нефтяные пятна могут быть обнаружены и прослежены с помощью радиолокатора, однако всегда бывает трудно определить, имеют ли такие пятна естественное либо антропогенное происхождение. Сложные процедуры мониторинга и прогноза эволюции и траекторий перемещения пятен загрязнения основываются на знании региональных или локальных особенностей динамики вод.

Частью программы оперативных спутниковых наблюдений за региональными морями становится мониторинг судоходства, в том числе слежение за перемещениями рыболовных судов в зонах экономического интереса прибрежных государств. Такой мониторинг основывается прежде всего на анализе изображений высокого разрешения (около 10 м), поступающих от почти всепогодных и не зависящих от времени суток спутниковых радиолокаторов.

Наряду с мониторингом загрязнений важной задачей космического зондирования становится топографическая съемка прибрежных зон, побережья и дна океана, которая позволяет получить информацию, необходимую для мониторинга прибрежной зоны и ее эксплуатации. Спутниковые снимки участков чистого моря вблизи побережий дают возможность определить глубину моря и структуру его дна (при условии, что эти снимки анализируются совместно с данными прямых измерений, проведенных в референсных точках). Радиолокационные изображения высокого разрешения также могут быть полезными в тех случаях, когда за счет разного рода механизмов модуляции поверхностных течений структура морского дна проявляется в распределении параметров волнения, которые могут быть оценены на основе подобных изображений.

Подписи к рисункам на с. II цветной вкладки

Вверху: приводный ветер над океаном по спутниковым данным. Направление ветра указано стрелками. Зоны слабого ветра окрашены в голубой цвет, а зоны сильного ветра выделены цветами от красного до желтого (источник: P. Woiceshyn, JPL; M. G. Weertele, UCLA and S. Peieherych, AES/CND, in ERS-1. A New Tool for Global Environmental Monitoring in the 1990s, ESA, Paris, 1989)

Внизу: карта распределения концентрации взвешенных веществ в восточной части Финского залива по состоянию на 6 апреля 1989 г., составленная на основе изображений видимого диапазона, полученных с ИСЗ „Космос-1939“. (Компьютерная версия подготовлена в октябре 1997 г. Л. Сухачевой и И. Бычковой)

Наибольшего развития в рамках РСО получили спутниковые наблюдения за морским льдом. В настоящее время для картирования океанографических параметров (ледяной покров, толщина и кромка льда) могут быть использованы пять типов спутниковых приборов: радиометры видимого и инфракрасного диапазонов, САР, микроволновые радиометры и альтиметры. Существуют два способа оказания оперативной помощи судам, работающим в покрытых льдом морях. Выбор того или иного из них определяется наличием спутниковых изображений на борту судна и качеством этих изображений, а также опытом экипажа в их применении. Первый способ основан прежде всего на услугах Ледового центра, который принимает и анализирует спутниковые изображения, готовит карты ледовой обстановки, передаваемые затем на суда. Вторая возможность предполагает подготовку подобных карт непосредственно на борту с использованием принимаемых здесь же спутниковых изображений. Для обеспечения безопасности и экономичности транспортных операций в полярных регионах предпочтительно комбинировать оба указанных способа.

С 1972 г. совместный Ледовый центр ВМС США/НУОА еженедельно готовит карты ледовой обстановки в Арктике путем соответствующей интерпретации имеющихся спутниковых изображений. Эти карты рассылаются через традиционные системы телесвязи. Группы по анализу арктических льдов в Канаде, Норвегии и других странах также используют спутниковые изображения. Российская космическая система ледовых наблюдений состоит из трех основных частей: спутников, являющихся источниками первичных данных; наземного аналитического центра и линий связи (наземных и космических), а также оборудования для конечных потребителей, размещенного непосредственно в Арктике (Nikitin, 1991). Основой всех анализов является первичная информация, поступающая со спутников различных типов (радиолокационные изображения, изображения видимого и инфракрасного диапазонов со спутников „Океан”,

„Космос” и NOAA). Конечной продукцией системы являются наборы цветных изображений с текстовыми комментариями. Они передаются по обычным спутниковым телевизионным каналам (ЭКРАН, Москва) или по электронным каналам связи (ГОРИЗОНТ, ИНМАРСАТ) и могут приниматься практически в любом районе Мирового океана. Могут получать их и ледоколы, работающие в Арктическом регионе, которые принимают также радиолокационные изображения разрешением около 3 км со спутников „Океан” и изображения инфракрасного диапазона со спутников NOAA.

Более сложная оперативная система используется на борту ледоколов береговой охраны США. Поток спутниковой информации, поступающей на эти ледоколы, состоит из данных видимого и термического ИК-диапазонов прибора УРОВР с пространственным разрешением 1 км и метеорологических данных с прибора ТОВС, передаваемых со спутников NOAA; данных с буев системы „Аргос”, транслируемых через те же спутники; оперативных данных видимого и инфракрасного диапазонов с линейного сканера с пространственным разрешением 500 м; изображений SSM/I с разрешением 12—40 км, передаваемых с метеорологических спутников оборонного назначения (DMSP) (Jendro and Bernstein, 1994).

В рамках выполнявшегося в 1992 г. в Норвегии демонстрационного проекта было показано, что радиолокационные изображения низкого разрешения (100 м), поступающие с ERS, могут быть с успехом использованы для „специального мониторинга небольших регионов с целью обслуживания ледоколов, рыболовных и туристических судов, буровых работ в открытом море, для контроля загрязнений, обеспечения спасательных операций и других видов морской деятельности в Арктике” (Sandven *et al.*, 1993), хотя экспериментальный, не предназначенный для оперативной работы, спутник и не мог передавать данные, удовлетворяющие всем требованиям.

Важным сегментом РСО становится использование региональных комплексных географических информационных

систем (ГИС) и баз спутниковых данных в морских приложениях и при обеспечении эксплуатации прибрежных зон. Дистанционное зондирование уже стало частью ряда региональных программ по исследованию биологических ресурсов прибрежных зон (Mohamed, 1994). Программа НУОА по наблюдению за прибрежными районами при поддержке со стороны программы НУОА по изучению прибрежных зон океана и в сотрудничестве с линейными бюро НУОА обеспечивает ученых, исследующих море и работающих в федеральных институтах, в институтах отдельных штатов и в местных учреждениях, а также администраторов прибрежных районов спутниковой информационной продукцией и данными прямых измерений (NOAA CoastWatch, 1993). В состав информационной продукции входят цифровые карты ТПМ и карты распределения замутненности. В дальнейшем будет предоставляться также информация SeaWiFS об океанском хлорофилле и мутности морской воды. Сеть CoastWatch охватывает восемь регионов. Региональный узловой пункт по Мексиканскому заливу, введенный в строй в конце 1992 г., предоставляет спутниковые изображения высокого разрешения (1,47 км) по любому району залива. Обычно такие изображения (в меркаторской проекции) можно получать четыре раза в сутки не позднее чем через 3 ч после пролета спутника. Возможно, самой впечатляющей публичной демонстрацией перспектив использования мощной региональной базы спутниковых данных, предназначенных для морских приложений и обслуживания работ в прибрежной зоне, стало создание базы биооптических данных CZCS разрешением 800 м, отражающих пространственную и временную изменчивость в бассейне Мексиканского залива (Oriol *et al.*, 1994). Планируется использовать эту уникальную региональную базу данных для разработки методов прогноза оптических свойств воды в семи прибрежных районах вдоль северного побережья Мексиканского залива. Среди других исследований, выполненных в этом регионе, можно упомянуть разработку и внедрение набора протоко-

лов картирования, предназначенных для обнаружения подводных полей водорослей, а также создание системы классификации типов почвенного покрова в прибрежных зонах. Результаты дистанционного зондирования будут использоваться для разработки базы данных о таких типах и для регулярного мониторинга происходящих изменений (Klemas *et al.*, 1994). Мексиканский залив является полигоном для отработки новых ГИС и методик применения дистанционного зондирования, для внедрения новых концепций в области эксплуатации прибрежных зон.

В наши дни спутниковый сегмент считается одним из краеугольных камней, лежащих в основе региональных систем оперативного мониторинга и прогноза характеристик океана в таких странах, как Дания, Нидерланды, Норвегия, США и Швеция, не говоря о многих других странах (Victorov, 1996). Наряду с перечисленными национальными системами создаются система мониторинга Северного моря (Sea Net) и оперативная океанографическая система Балтийского моря (BOOS). Эти разработки могут служить примерами регионального подхода, учитывающего особенности конкретных морских бассейнов.

Характеристики и тенденции

Основные тенденции

Бортовая аппаратура

В этой области существует тенденция к одновременному проектированию нескольких спутников, каждый из которых оснащается одним или несколькими приборами, но ни один не несет полного набора океанографических датчиков. Еще одна тенденция состоит в использовании данных, поступающих с таких датчиков и спутников, которые исходно не были предназначены для получения океанографической информации. По мере внедрения методов системного анализа наметилась и тенденция к применению в океанографии таких видов измерений, которые еще 10 лет назад не считались ценными. Так, в рамках космической программы мониторинга тропических дождей можно получить оценки количе-

ства осадков над поверхностью океана, а значит, и последующих изменений солености воды в поверхностном слое. Данные, поступающие со спутника для исследований верхних слоев атмосферы, способны дополнить скатерометрические данные о приземном ветре, а также дают возможность получить сведения о полном потоке солнечного излучения и его изменениях, т. е. информацию, необходимую для описания океанской и морской окружающей среды. Представляется, что выполняемые из космоса измерения концентраций озона будут интересны для специалистов по биологической океанографии, поскольку снижение содержания озона в стратосфере ведет к повышению интенсивности ультрафиолетовой радиации на поверхности океана, что, в свою очередь, заметно подавляет развитие фитопланктона (WMO, 1996).

Базы данных

Существует тенденция к созданию распределенных децентрализованных (региональных) баз данных, содержащих результаты спутниковых измерений. По мере расширения использования ГИС наметилась и тенденция к сохранению как спутниковых данных, так и данных прямых измерений, к их совместному анализу в рамках структуры ГИС.

Обработка данных

В этой области тенденция заключается в появлении множества методов с ярко выраженным региональным акцентом (т. е. адаптированных к условиям конкретных региональных морей и заливов). Многие существующие алгоритмы используют числовые коэффициенты и параметры, отражающие региональные или местные особенности того или иного водоема. Поэтому в полной мере сохраняется значение прямых измерений, и нет никаких оснований ожидать, что роль таких измерений уменьшится.

Информационная продукция, ориентированная на потребителя

Существует много видов ориентированной на потребителя информационной

продукции, основанной на результатах спутниковых наблюдений. Однако до сих пор нет общепризнанных стандартов. Тенденция состоит в разработке таких стандартов на региональном уровне (например, в пределах Европейского Союза). В этом контексте нельзя не отметить необходимость обеспечения надлежащего качества данных.

Система образования

Представляется, что все более острой становится необходимость создания предназначенных для ученых, конечных потребителей и потенциальных клиентов постоянных служб, занимающихся вопросами образования и подготовки кадров.

Уязвимость космических источников океанографической информации

Океанографы считают, что для естественного и бесконфликтного развития океанографических приложений спутниковой информации необходимо быстрое совершенствование характеристик космических датчиков (в том, что касается спектрального, временного и пространственного разрешения). Это даст возможность определять широкий круг океанографических параметров, обеспечить охват регулярными наблюдениями районов, представляющих особый интерес, и непрерывное поступление данных, что необходимо для накопления длинных временных рядов. Кроме того, требуется определенная стандартизация сенсоров с тем, чтобы обеспечить разумную совместимость данных, поступающих с новых приборов, с предыдущими данными. Должен быть гарантирован доступ к массивам данных. Увы, история спутниковой океанографии полна драматическими событиями и может быть охарактеризована как непрерывная цепь ожиданий, невыполненных обещаний и нестабильностей.

За два десятилетия, прошедшие после запуска единственного действительно океанографического спутника SEASAT, функционировавшего всего 106 дней в 1978 г., не было больше ни

одного оперативного спутника, который давал бы возможность получать даже самый скромный набор надежной информации о состоянии океана. Тем не менее несколько экспериментальных спутников продемонстрировали ускоряющийся прогресс в таких областях, как разработка сенсоров и методы обработки данных. Прибор CZCS на борту ИСЗ „Нимбус-7“ дал много полезных сведений о цветовых характеристиках океана; американо-французская программа TOPEX/ POSEIDON открыла новые горизонты для спутниковой альтиметрии и получения сопутствующей информации (в том числе информации о параметрах течений); спутники Европейского космического агентства (ЕКА) типа ERS продемонстрировали большие возможности активных и пассивных микроволновых приборов по сбору данных, характеризующих состояние морской поверхности и ледяного покрова. Российские спутники типа „Океан“, оснащенные радиолокаторами с обычными антеннами, оказались эффективными при обслуживании судов, оказавшихся в тяжелой ледовой обстановке в условиях полярной ночи. Тем не менее, хотя каждый из приведенных примеров свидетельствует о триумфе той или иной конкретной миссии, рано говорить об успешном развертывании оперативной системы спутниковых океанских наблюдений. Поскольку такой системы не существует, каждое отдельное начинание, каждый отдельный датчик остаются в высшей степени уязвимыми, поскольку нет резервных спутников и датчиков. В случае отказа или неправильного функционирования подобные источники информации будет нечем заменить, и результатом станут пропуски в рядах данных.

Можно привести лишь два примера истинно оперативных спутников. На протяжении многих лет пассивный прибор SSM/I, установленный на борту американского спутника DMSP, был, вероятно, самым главным источником информации о скорости приводного ветра, содержании водяного пара и характеристиках осадков над океанами. К концу века срок службы этого прибора уже превысит 20 лет, что позволит накопить

соответствующий непрерывный временной ряд однородных наблюдений. Это ли не впечатляющий пример действительно надежной работы!

Более 20 лет функционируют и устанавливаемые на спутниках NOAA (исходно не предназначавшихся для использования в качестве океанографических спутников) приборы УРОВР. Эти приборы дают надежную информацию о ТПМ в реальном масштабе времени. Проверенная и широко признанная способность данной системы (состоящей из двух идентичных спутников, постоянно находящихся на орбите) обеспечить получение данных по меньшей мере четыре раза в сутки (утром и после полудня, а в высоких широтах и гораздо чаще), прямая трансляция данных местным пользователям сделали УРОВР самым популярным космическим прибором во всем мире. Данные УРОВР используются при составлении прогнозов для рыболовных судов, для мониторинга прибрежных зон, а также при решении многих региональных проблем, имеющих отношение к океану. Не будет преувеличением сказать, что именно данные УРОВР, непосредственно транслируемые со спутников NOAA, стали тем фактором, который обеспечил комплексное развитие PCO (Victorov, 1996). В недавно вышедшей книге Крэкнелла (Cracknell, 1997) представлен обширный и детальный обзор многочисленных видов использования спутниковых изображений, получаемых с этого прибора, в том числе и при изучении океана. „Серия спутников NOAA иллюстрирует ценность международного сотрудничества на примере выполненных совместно с Францией работ по созданию системы сбора данных, получившей название „Аргос“. Как датчики, устанавливаемые на спутниках NOAA, так и датчики для прямых измерений, входящие в состав системы „Аргос“, обеспечивают долговременный сбор информации глобального масштаба“ (WMO, 1996).

Уязвимость и хрупкость космических источников данных еще раз выявилась 30 июня 1997 г., когда наземный центр управления Японского космического агентства потерял связь со спутни-

ком ADEOS. К тому времени НУОА США стало применять при составлении прогнозов погоды данные, поступающие с разработанного НАСА радиолокационного скаттерометра NSCAT, измеряющего параметры приводного ветра, поэтому потеря оказалась особенно ощутимой. Хотя в 1999 г. намечено вывести на орбиту новый спутник типа ADEOS, самая большая утрата заключается „в утере непрерывности долгосрочных рядов наблюдений” (*New Scientist*, 7 July 1997).

Практическое использование спутниковой океанографии

Прежде чем перейти к серьезному обсуждению данной проблемы, сообщество пользователей должно определить свои требования к спутниковым данным в том, что касается их пространственного разрешения, частоты проведения измерений и времени доставки информации. Поскольку это сообщество крайне неоднородно, подобные требования вряд ли будут четко сформулированы в ближайшем будущем. Поэтому представляется разумным остановиться на официальных требованиях, установленных ВМО для модуля океанических служб Глобальной системы наблюдений за океаном (ГСНО). Наряду с другими требованиями они анализировались совместной подгруппой по океанским спутникам и дистанционному зондированию Комиссии по морской метеорологии, Объединенной глобальной системы океанских служб, Международной программы по обмену данными и информацией об океане (КММ/ОГСОС/ИОДЕ). Эта подгруппа была создана Межправительственной океанографической комиссией ЮНЕСКО и ВМО. Члены подгруппы рассмотрели вопросы установления подобных требований (по мере необходимости) и те технические меры, которые необходимы для их удовлетворения (WMO, 1996).

В качестве примера можно сказать, что для глобальных применений нужны данные о векторе ветра с разрешением 25 км, поступающие каждые 6 ч и имеющие точность 1 м/с (по скорости) и 10° (по направлению). Один скаттерометр с

двусторонним обзором требует около 42 ч для сканирования 95 % территории земного шара. Таким образом, чтобы обеспечить существующие требования в части временного разрешения, необходимо иметь от шести до восьми таких приборов.

Данные о ТПМ, предназначенные для глобальных применений, должны иметь точность 0,1 К, пространственное разрешение 1 км и поступать каждые 6 ч. Один микроволновый радиометр способен измерять ТПМ практически при любых погодных условиях, однако ошибка таких измерений превосходит 2,0 К. Для того чтобы обеспечить необходимое временное разрешение, требуются четыре или пять подобных приборов. Горизонтальное разрешение инфракрасных сенсоров близко к требуемому значению. Для обеспечения нужного временного разрешения требуется система приборов и спутников, число которых зависит от класса инфракрасных радиометров, применяемых в каждом конкретном случае, поскольку характеристики радиометров УРОВР и АТСР существенно различны. Последние имеют точность 0,5—1,0 К при ширине полосы обзора 500 км, тогда как точность приборов УРОВР составляет около 1,6 К.

Информация о ледяном покрове регионального масштаба должна иметь разрешение 10 км при точности 2 % и поступать каждые 24 ч. Все пять типов спутниковых приборов, т. е. радиометры видимого и инфракрасного диапазонов, САР, микроволновые радиометры и альтиметры, удовлетворяют требованиям, предъявляемым к горизонтальному разрешению (хотя разрешающая способность микроволновых радиометров близка к предельно допустимой). Один прибор САР класса RADARSAT каждые три дня охватывает полосу шириной 400 км, следовательно, для обеспечения необходимого временного разрешения требуются три таких прибора. Что касается остальных четырех типов приборов, то в этих случаях достаточно иметь на орбите один экземпляр. Аппаратура САР обеспечивает необходимую точность в любых погодных условиях, тогда как ра-

диометры видимого и инфракрасного диапазонов удовлетворительно функционируют только при отсутствии облаков. Точность данных микроволнового радиометра составляет около 10 %, а точность альтиметра с узкой диаграммой направленности еще подлежит исследованию.

Судя по изложенным выше сведениям, имея на орбите по одному экземпляру прибора каждого типа, нельзя удовлетворить требованиям, предъявляемым сейчас к оперативной спутниковой океанографии. Поскольку в ближайшие десять лет едва ли можно ожидать появления на соответствующим образом выбранных орбитах наборов из четырех, пяти, шести или восьми дополняющих друг друга приборов, становится ясной роль оперативных схем усвоения данных и оперативных методов моделирования в дальнейшем развитии служб прогноза погоды и океанских характеристик.

Заключительные замечания

О будущих стартах

НУОА уже объявило о своем намерении и в следующем столетии обеспечивать в рамках программы „Полет к планете Земля” измерения, выполняемые с помощью приборов типа УРОБП (с большим числом каналов). ЕКА планирует запустить в 1999 г. свой спутник ENVISAT, аналогичный спутникам ERS, но с некоторыми изменениями в бортовой аппаратуре. На этом спутнике будет установлен картирующий спектрометр MERIS, предназначенный для измерения цветности океана (не являющийся, однако, скаттерометром). В 2002 г. такой прибор будет выведен на орбиту и на борту первого из оперативных спутников серии ЕКА/ЕВМЕТСАТ МЕТОП*. В предстоящие годы принять участие в спутниковых наблюдениях океанов и региональных морей планируют и многие национальные агентства.

Таким образом, в ближайшие 10—15 лет можно ожидать появления многих

возможностей для непрерывного измерения океанских и морских метеорологических параметров из космоса.

Организационные вопросы

По мере того как все больше и больше стран, правительственных учреждений и частных компаний начинают интересоваться вопросами оперативной спутниковой океанографии, в международном масштабе возникает и все больше организационных вопросов, связанных с согласованием конструкции датчиков, состава бортового оборудования, структурой потоков данных и конечной информационной продукции, с использованием информации и ее обменом. Существует много нерешенных проблем, имеются разные взгляды на первичные спутниковые данные и основанную на них информационную продукцию. Одним из примеров может служить политика в области цен на такого рода информацию. С учетом сложившейся ситуации особое значение приобретает международное сотрудничество. В рамках космических сегментов трех глобальных программ, а именно ГСНО, Глобальной системы наблюдения за климатом и Глобальной системы земных наблюдений, руководство которыми передано недавно Совету по комплексной объединенной глобальной системе космических наблюдений, в настоящее время предпринимаются определенные усилия в этом направлении.

Программа ГСНО, долгосрочной задачей которой в отношении океанографии является достижение такого уровня в области сбора и обработки данных, обмена данными, такого уровня практического использования информации и развития международного сотрудничества, которые уже реализованы ВМО в метеорологии, нуждается в спутниковой океанографии как в одном из главных факторов своего развития.

... и наконец

Спутниковая океанография развивается на протяжении трех десятилетий, преодолевая многочисленные преграды и становясь постепенно зрелой научной

* См. Бюллетень ВМО, 46 (3).

отраслю. В той или иной мере она уже обладает всеми признаками, присущими сформировавшейся науке (Ogurtsov, 1988):

- Упорядочение имеющихся знаний;
- Существование общепризнанных этических правил проведения научных исследований;
- Повышение информированности научного сообщества;
- Существование специализированных научных публикаций;
- Установление определенных правил общения между специалистами;
- Создание профессиональных учреждений, занимающихся вопросами образования и подготовки кадров.

В наше время спутниковая океанография, являющаяся междисциплинарной наукой, имеет достаточно хорошие перспективы дальнейшего развития. Если учесть, что после окончания холодной войны стало уделяться больше внимания океанографическим исследованиям литоральных и прибрежных районов океана, можно надеяться, что в соответствующие области спутниковой океанографии будет направляться больше высокотехнологичных средств и более квалифицированные кадры, что даст возможность получить результаты, имеющие истинную ценность для всех.

Благодарности

Я с удовольствием выражаю мою благодарность сотрудникам ВМО (Женева) Питеру Декстеру и Дональду Хинсмену за ценные замечания и комментарии, которые они высказали, ознакомившись с первым вариантом данной статьи.

Список литературы

ALLAN, T. D., 1979: Monitoring the sea surface. In: *Proceedings of Technical Conference on Use of Data from Meteorological Satellites* (Lannion, France, October 1979). Document ESA SP-143, 205-215.

APEL, J. R., 1977: *Past, Present and Future Capabilities of Satellites Relative to the Needs of Ocean Science*. Report to IOC, UNESCO, Paris, 42 pp.

CRACKNELL, A. P., 1997: *The Advanced Very High Resolution Radiometer*, Taylor and Francis, London, 534 pp.

DUCHOSSOIS, G. and J. A. JOHANNESSEN, 1996: *ESA's Support of Operational Oceanography: Current Status and Future Plans*. Presentation at the First International Conference on EuroGOOS, 7—11 October 1996, The Hague, The Netherlands.

FEDOROV, K. N., 1977: Remote sensing methods of ocean studies (a review) (in Russian), *Progress in Science and Technology, Oceanology*, 4, Moscow, 132-165.

JENDRO, L. M. and R. L. BERNSTEIN, 1994: The US Coast Guard's initial use of a modern environmental satellite receiving system on polar icebreakers. In: *Proceedings of the Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments* (New Orleans, USA, 31 January—2 February 1994), 2, 201-212.

KLEMAS, V. V., J. E. DOBSON, R. L. FERGUSON and K. D. HADDAD, 1994: A coastal land cover classification system for use with remote sensors. In: *Proceedings of the Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments* (New Orleans, USA, 31 January—2 February 1994), 1, 131-141.

MOHAMED, M. I., 1994: Remote sensing applications to environmental monitoring of the coastal zone. In: *Remote Sensing and Global Climate Change* (R. A. Vaughan and A. P. Cracknell (Eds.), *Proceedings of the NATO Advanced Study Institute Summer School* (Dundee, Scotland, 19 July—8 August 1992), NATO ASI Series, 1, 24, Springer-Verlag, 429-438.

NELEPO, B. A., 1979: Space-based oceanography: problems and perspectives (in Russian). In: *Problems of Exploration and Mastery of the World Ocean*, Leningrad, 111-133.

NIKITIN, P. A., 1991: The sea ice satellite monitoring. In: *Proceedings of the 5th AVHRR Data Users Meeting*, Tromsø, Norway, 25—28 June 1991. EUM P 09 (Darmstadt-Eberstadt; EUMETSAT), 411-414.

NOAA CoastWatch, 1993: *Information flyer*, December 1993.

ORGURTSOV, A. P., 1988: *Disciplinary Structure of Science* (in Russian), Moscow, Nauka, 256 pp.

ORIOI, R. A., P. M. MARTINOLICH and R. A. ARNONE, 1994: Development of an 800 meter bio-optical database from satellite ocean color for applications in coastal processes. In: *Proceedings of the Second Thematic Conference on Remote Sensing for Marine and Coastal Environments* (New Orleans, USA, 31 January—2 February 1994), 2, 271-280.

SANDVIEN, S., O. M. JOHANNESSEN and K. KLOSTER, 1993: Pre-operational use of Synthetic Aperture Radar (SAR) images from the ERS-1 satellite in sea ice monitoring. In: *Proceedings of International Symposium on Operationalization of Remote Sensing*, 19—23 April 1993, Enschede, The Netherlands), 7, 161-172.

SZEKIELDA, K.-H., 1976, *Spacecraft oceanography, oceanography and marine biology annual review*, 25, 4, 403-410.

VICTOROV S V, 1988: *Regional Satellite Oceanography*. (In Russian), Gidrometeoizdat, Moscow, 16 pp.

VICTOROV, S. V., 1996: *Regional Satellite Oceanography*. Taylor and Francis, London, 312 pp.

WMO, 1996: *Polar Orbiting Satellites and Applications to Marine Meteorology and Oceanography*. Report of the CMM/IGOSS-IODE Sub-group on Ocean Satellites and Remote Sensing. Marine Meteorology and Related Oceanographic Activities Report No. 34. WMO/TD-No. 763.

ПОСТУПЛЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ АТМОСФЕРЫ В ОКЕАН

Роберт А. Дьюс^{*}

Аннотация

Все большее признание находит та точка зрения, что атмосфера может быть весьма эффективным, а иногда и доминирующим звеном в цепочке переноса загрязняющих веществ, попадающих в прибрежные воды и открытое море. Свою роль играют процессы как влажного, так и сухого осаждения с участием твердых и газообразных компонентов. Оценки, выполненные для некоторых полужамкнутых морей в Европе и вдоль восточного побережья Северной Америки, показывают, что в некоторых регионах через атмосферу в море поступает такое же количество загрязняющих веществ, как и из рек, несущих сточные воды, разного рода отходы и т. п. Речь идет при этом о некоторых примесных металлах (таких, как свинец, кадмий, цинк, медь, никель, ртуть) и о ряде синтетических органических соединений (гексахлоран ГХ, полихлорбифенил ПХБ, гексахлорбензол ГХБ, линдан). В прибрежные районы моря могут поступать через атмосферу значительные количества соединений азота антропогенного происхождения, которые играют в океане роль питательных веществ. Такие ситуации наиболее характерны в тех случаях, когда загрязняющие вещества из атмосферы осаждаются на всей территории водосбора и затем вместе со стоком сносятся в прибрежную зону моря.

Некоторые соединения поступают через атмосферу и в открытый океан. Так, атмосфера является, по-видимому, главным источником свинца, кадмия и цинка, растворенных в водах Мирового океана, через нее в открытое море попадает свыше 90 % ГХ, ГХБ, дилдрин и ДДТ, более 80 % хлордана и ПХБ. В некоторых районах открытого моря заметную роль могут играть эпизодические поступления азота антропогенного происхождения, служащие источником питательных веществ. Это наблюдается с подветренной стороны крупных промышленных и густо населенных регионов, таких, как Восточная Азия, восток Северной Америки и Европа. Подобные антропогенные выбросы в отдельных случаях могут влиять на первичную продуктивность моря. Ожидается, что в связи с продолжением индустриализации и ростом населения в таких районах, как Азия, Центральная и Южная Америка, Африка, выбросы окислов азота и их последующее осаждение в океан возрастут к 2020 г. в 4—6 раз. Значительно меньший рост ожидается для Северной Америки, Европы, Австралии и Японии. Современные оценки параметров атмосферного притока загрязняющих веществ в океан остаются весьма ненадежными и для больших площадей могут отличаться от истинных значений в 2—4 раза.

Введение

На протяжении многих десятилетий ученые, исследующие море, пытались разобраться в процессах, связанных с поступлением в океан различных ве-

* Сотрудник кафедры океанографии и метеорологии Университета А&М штата Техас, Колледж-Стейшн, Техас 77843, США.

шеств, как естественного, так и антропогенного происхождения. В прошлом многие работы были посвящены изучению самого очевидного источника разного рода веществ, попадающих в океан, т. е. рек и других континентальных стоков. Рассматривались сбросы в моресточных вод и других отходов, иные прямые пути поступления в воды океана загрязняющих веществ. Однако за последние 10—20 лет стало ясно, что атмосфера представляет собой не только существенное, но иногда и доминирующее звено в цепочке переноса соединений естественного происхождения и загрязняющих веществ с континентов в прибрежные воды и открытое море. Это касается минеральной пыли и растительных частиц, тяжелых металлов, соединений азота, выбрасываемых двигателями внутреннего сгорания и содержащихся в удобрениях, пестицидов и широкого класса других органических соединений промышленного и бытового происхождения.

Некоторые из веществ, переносимых в океан через атмосферу (свинец, хлоруглеводороды), потенциально опасны для морских биологических систем и ухудшают качество воды. Другие вещества являются питательными (соединения азота, фосфор и железо) и влияют на продуктивность моря. Для некоторых субстанций, таких, как алюминий и отдельные редкоземельные элементы, атмосферный перенос является важным компонентом их естественных химических циклов. Таким образом, атмосфер-

ный перенос оказывает на морскую окружающую среду самое разнообразное воздействие. В связи с этим необходимо разобраться в характеристиках и географическом распределении атмосферного притока перечисленных выше веществ в прибрежные воды и открытый океан. К сожалению, существующие на сегодняшний день оценки параметров рассматриваемых потоков как из атмосферы, так и из других источников, весьма неточны. Следует считать, что приводимые величины поступлений тех или иных веществ из атмосферы могут отличаться от истинных в 2—4 раза, если не будет указано иное.

Приток веществ в устья рек и прибрежные морские воды

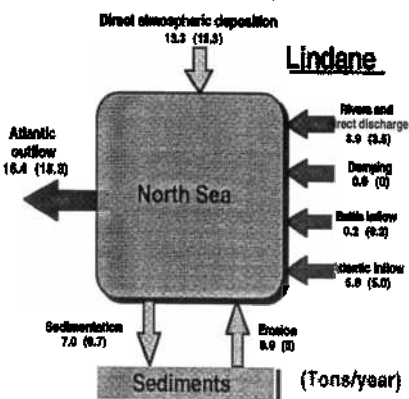
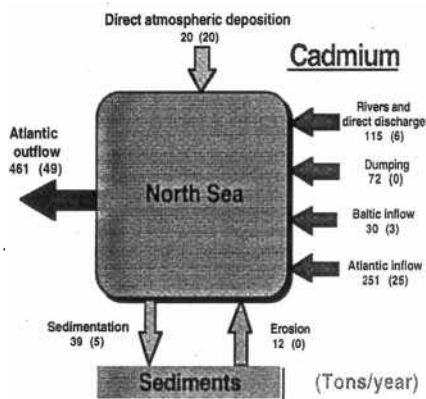
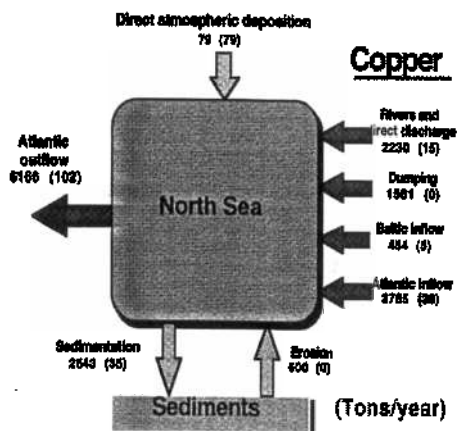
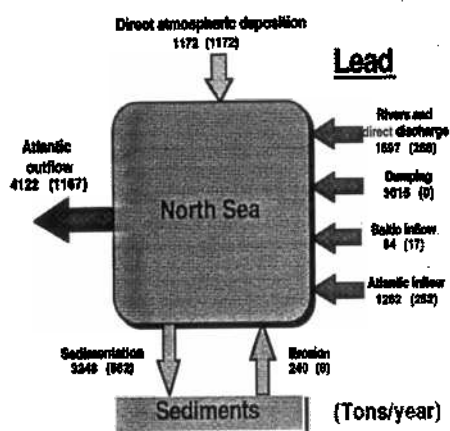
Примесные металлы

Вероятно, атмосферный перенос в прибрежные воды и устья рек наиболее детально изучен для металлов. Самому тщательному исследованию в Северной Америке подвергся Чесапикский залив (см. например Baker *et al.*, 1997; Quinn *et al.*, 1992; Scudlark *et al.*, 1994; Wu *et al.*, 1994). В табл. I, взятой из работы Скадлерка (Scudlark *et al.*, 1994), сравниваются количества примесных металлов, поступающих в Чесапикский залив через атмосферу и из рек. Значения для атмосферы учитывают как влажное, так и сухое осаждение непосредственно на поверхность залива. Следует отметить, что эти значения колеблются в пределах от 1 % для марганца до 82 % для алюми-

ТАБЛИЦА I

Вклад атмосферы и рек в общее количество примесных металлов, поступающих в Чесапикский залив (с изменениями из Scudlark *et al.*, 1994)

Металл	Атмосферный перенос	Речной перенос ($10^6 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	% атмосферных поступлений ($10^6 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)
Алюминий	710	156	82
Мышьяк	0,79	5,3	13
Кадмий	0,37	2,6	12
Хром	1,5	14,7	9
Медь	3,5	59,0	6
Железо	400	618	39
Марганец	13	1280	1
Никель	4,2	98,7	4
Свинец	6,6	14,7	31
Цинк	18,0	49,5	27



Поступление меди, свинца, кадмия и линдана в Северное море. Цифры в круглых скобках соответствуют атмосферному вкладу. Так, для меди атмосферный вклад по рекам и прямым сбросам составляет 15 т (13 608 кг) в год (1 т = 907,185 кг) (adapted from Van den Hout, 1994)

ния. За исключением алюминия и железа, источником которых являются главным образом естественные процессы выветривания (например, минеральные частицы), примесные металлы поступают в основном из антропогенных источников. Если говорить именно о таких примесных металлах, то атмосферный перенос играет наибольшую роль для свинца (31 %), тогда как для большинства других металлов доля атмосферного переноса не превышает 10 %.

Был опубликован ряд работ, посвященных изучению поступления примесных металлов в Северное море (см., например Baart *et al.*, 1995; Kane *et al.*, 1994; Ottley and Harrison, 1993; Struyf and Van Grieken, 1993; van den Hout,

1994; van Jaarsveld, 1992; Warmenhoven *et al.*, 1989). Ван ден Хут (Van den Hout, 1994) построил подробную модель Северного моря, изучив с ее помощью потоки, поступающие из атмосферы, рек, за счет сброса отходов в море и в результате прямых выбросов, а также приток различных веществ из Балтийского моря, приток из Атлантического океана и вынос в этот океан, обмен металлами с отложениями. Для всех этих случаев была оценена доля атмосферного притока. На рисунке схематически проиллюстрированы результаты, полученные для свинца, меди и кадмия. Следует отметить, что атмосферный приток меди на общем фоне незначителен. Он несколько больше для кадмия и весьма сущест-

вен для свинца, будучи сопоставимым с притоком из Атлантического океана, но не достигая величины, обусловленной сбрасыванием отходов непосредственно в Северное море. Примерно 20 % свинца, поступающего в Северное море из Атлантики, имеют атмосферное происхождение. Такой подход позволяет наиболее точно и глубоко проанализировать роль атмосферного притока по сравнению с другими источниками для той или иной конкретной субстанции, содержащейся в водной массе. Существует обширная литература, посвященная исследованию поступления примесных металлов в европейские моря. На Балтике эти процессы изучались в рамках проектов ГЕЗАМП (1989) и HELCOM (1991). Наиболее полная информация по Средиземному морю содержится в работах Эрдмана и Мартина (Erdman *et al.*, 1994; Martin *et al.*, 1989).

В Азии атмосферный перенос примесных металлов в прибрежные зоны океана изучен сравнительно мало. Гао (Gao *et al.*, 1992) оценил атмосферный перенос 23 металлов для региона Желтого моря, но не смог сопоставить полученные значения с притоком из рек и других источников, существующих в этом регионе. В этой работе проведено сравнение атмосферного притока минеральных веществ с их притоком из рек для залива Бохайвань и Желтого моря, а также для восточной части Восточно-Китайского моря, непосредственно примыкающих к Азиатскому континенту и вбирающих в себя сток двух крупнейших рек мира: Хуанхэ и Янцзы соответственно, — атмосферный вклад составляет лишь от 1 до 12 % общего притока.

Однако для Желтого моря атмосферный приток минеральных веществ из азиатских пустынь и лессовых плато достигает 20—70 % общего поступления минералов.

Соединения азота

Атмосферный перенос соединений азота представляет особый интерес, поскольку азот является важнейшим питательным веществом, участвующим в биологическом воспроизводстве и влияющим на рост различных организмов в океане. Публикацией, вызвавшей наибольший интерес к атмосферному переносу азота в устья рек, можно считать доклад Фишера (Fisher *et al.*, 1988) о роли кислотных дождей в загрязнении прибрежных вод на северо-востоке США, в том числе и Чесапикского залива. Результаты этой работы, приведенные в табл. II, свидетельствуют, что примерно 40 % общего количества поступающего в Чесапикский залив азота антропогенного происхождения приносится с осадками, выпадающими непосредственно на поверхность залива или на территорию его водосбора. Эти результаты отличаются от данных большинства предыдущих исследований, поскольку при оценке вклада атмосферы учитывалось не только прямое осаждение на поверхность воды, но и осаждение из атмосферы на территорию водосбора с последующим переносом в залив. Так, 23 % азота попадают в залив непосредственно, а остальные 77 % приходятся на территорию водосбора. (Такие данные позволяют заключить, что в ходе более ранних исследований учитывалось только прямое осаждение

ТАБЛИЦА II
Поступление соединений азота в Чесапикский залив
(с изменениями из Fisher *et al.*, 1988)

Источник	Общее поступление ($10^9 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Поступление на единицу площади ($\text{г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$)	% общего поступления
Осадки			
нитраты	35	3,1	25
аммиачная селитра	19	1,7	14
Животные отходы	5	0,4	3
Удобрения	48	4,2	34
Точечные источники	33	2,9	24
Всего	140	12,3	100

ТАБЛИЦА III

Поступление азота в прибрежные районы

Регион	Общее атмосферное поступление* (10^9 г · год ⁻¹)	Общее поступление из всех источников (10^9 г · год ⁻¹)	% атмосферного притока	Источ- ник
Чесапикский залив	54	140	39	(1)
Пролив Лонг-Айленд	11	49	22	(1,2)
Дельта реки Нойзе,				
Северная Каролина	1,7	7,5	23	(1,3)
Северное море	400 ⁺	1500	27 ⁺	(4)
Запад Средиземного моря	400 ⁺	577 [@]	692	(5)
Средиземное море	1067 ⁺	—	—	(6)
Балтийское море	500	~1200	42	(7,8)

* Сумма прямого атмосферного осаднения и притока атмосферных веществ с территории водосбора
⁺ Прямое атмосферное осаднение непосредственно на воду
[@] Сумма атмосферного и речного вкладов

Источник: (1) Fisher *et al.*, 1988; (2) Farro *et al.*, 1986; (3) North Carolina Div. of Environmental Management, 1985;
 (4) North Sea Conference, 1987; (5) Martin *et al.*, 1989; (6) Erdman *et al.*, 1994; (7) HELCOM, 1991;
 (8) HELCOM, 1993.

ние на поверхность воды (см., например, табл. I), что и вело к серьезной недооценке истинной роли атмосферного переноса.) Фишер (Fisher *et al.*, 1988) отметил, что общее количество удобрений, вносимых на поля в окрестностях Чесапикского залива, составляет около $5,4 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$, тогда как через атмосферу в залив попадает примерно $4,8 \text{ г} \cdot \text{м}^{-2} \cdot \text{год}^{-1}$ азота и аммиачной селитры. Чесапикский залив „удобрен” атмосферным азотом, преимущественно антропогенного происхождения, почти столь же хорошо, как и сельскохозяйственные угодья на территории его водосбора!

В табл. III обобщены результаты ряда других исследований, посвященных изучению поступления азота в устья рек и прибрежные воды. Здесь атмосферный приток азота сравнивается с его поступлениями из других источников. Доля атмосферного притока составляет от 10 до примерно 70 % общего поступления. Следует отметить, что некоторые оценки относятся к сравнению только прямого атмосферного притока со всеми остальными источниками, тогда как в других оценках в атмосферный приток включено и осаднение на территории водосбора с последующим выносом в устья рек и на побережье.

Среди других работ, относящихся к изучению атмосферного переноса азота в устья рек и прибрежную зону, можно упомянуть статьи Кейна, Перла, Скадлерка и Черча (Kane, 1994; Paerl, 1985; Scudlark and Church, 1993).

Синтетические органические соединения

Интерес к проблеме переноса широкого класса синтетических органических соединений в прибрежные зоны океана постоянно растет. Многие из этих веществ первоначально находятся в атмосфере в газообразном виде, а время пребывания в атмосфере для большинства из них велико в сравнении с примесными металлами и соединениями азота. Поэтому потенциальные источники такого рода соединений, попадающих в прибрежные воды, могут находиться далеко от берегов и в самых разных местах. Используя ту же методику, что и при изучении примесных металлов, Ван ден Хут исследовал атмосферный перенос линдана в Северное море и сравнил его с вкладом других источников (Van den Hout, 1994). Полученные результаты иллюстрируются рисунком на с. 67. Следует отметить, что атмосферный перенос линдана превышает поступления из всех других источников. В табл. IV сравнива-

ТАБЛИЦА IV

Поступление синтетических органических веществ в Северное море
(с изменениями из Warmenhoven *et al.*, 1989)

Органические вещества	Атмосферное поступление ($10^6 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Поступление из других источников ($10^6 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	% атмосферного притока
Трихлорэтан	920	55	94
Тетрахлорэтан	110	8	93
Трихлорэтен	330	84	80
Углеродистый тетрахлорид	6	42	13
Бензол	420	488	46
Линдан	36	3	92
Полициклические ароматические углеводороды	83	91	48
ПХБ	39	3	93

ется доля атмосферного переноса и доли всех остальных путей притока в Северное море ряда синтетических органических соединений. Почти во всех случаях атмосфера играет доминирующую роль, перенося больше соответствующих веществ, чем все остальные механизмы вместе взятые. Данные других работ, посвященных изучению атмосферного переноса синтетических органических соединений в устья рек и прибрежные воды, обсуждаются в статьях Баарта и Бейкера (Baart *et al.*, 1995; Baker *et al.*, 1997).

Перенос в воды Мирового океана

В последнее время появилось немало работ, в которых рассматривается атмосферный перенос примесных веществ в открытое море. Поскольку аэрозольные частицы размерами в несколько микрометров и менее могут находиться в атмосфере от одних до нескольких суток в зависимости от распределения по разме-

рам и локального характера осадков, а большинство газообразных веществ остаются в атмосфере в течение такого же или более продолжительного времени, они могут переноситься на сотни и тысячи километров, прежде чем окажутся на поверхности океана.

Примесные металлы

В табл. V приведены оценки глобального атмосферного переноса ряда примесных металлов в воды океана. Атмосферные потоки указанных веществ сравниваются с поступлениями из рек. Даются соответствующие оценки как для растворенных металлов, так и для металлов, переносимых в форме частиц. Видно, что реки являются, как правило, основным источником частиц примесных металлов, поступающих в океан, хотя значительная доля таких частиц может и не выйти за пределы прибрежной зоны. Для растворенных металлов вклады атмосферы и рек примерно одинаковы для

ТАБЛИЦА V

Глобальное поступление примесных металлов в Мировой океан
(из Duce *et al.*, 1991)

	Свинец ($10^9 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Кадмий ($10^9 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Медь ($10^9 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Никель ($10^9 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Цинк ($10^9 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Мышьяк ($10^9 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Железо ($10^{12} \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)
Атмосферный приток							
Раствор	50—100	1,9—3,3	14—45	8—11	33—170	2,3—5	1,6—4,8
Твердый	6—12	0,4—0,7	2—7	14—17	11—55	1,3—3	14—42
Речной приток							
Раствор	2	0,3	10	11	6	10	1,1
Твердый	1600	15	1500	1400	3900	80	110

ТАБЛИЦА VI

Атмосферный приток свинца в Мировой океан
(с изменениями из Duce *et al.*, 1991)

Океан	Влажный (нг · см ⁻² · год ⁻¹)	Сухой (нг · см ⁻² · год ⁻¹)	Сумма (нг · см ⁻² · год ⁻¹)
Север Тихого океана	18	3	21
Юг Тихого океана	2	0,3	2
Север Атлантического океана	88	18	106
Юг Атлантического океана	6	2	8
Север Индийского океана	27	6	33
Юг Индийского океана	4	1	5
Всего по земному шару	20	4	24

меди и никеля, а для цинка, кадмия и особенно для свинца атмосферный приток является доминирующим. Следует отметить, что приводимые оценки основаны на данных, собранных в середине 1980-х годов. Предпринимаемые в настоящее время серьезные усилия по снижению выбросов в атмосферу свинца, источником которого являются работающие на этилированном бензине двигатели внутреннего сгорания, должны привести к существенному снижению концентраций атмосферного свинца в океанских водах. Такая тенденция уже обнаружена в районе Бермудских островов (см., например, Boyle *et al.*, 1994). В табл. VI даются расчетные значения атмосферного притока свинца в основные океанские бассейны северного и южного полушарий (Duce *et al.*, 1991). И в этом случае речь идет о ситуации, имевшей место восемь—десять лет тому назад. Следует отметить, что больше всего свинца попадает в океаны северного полушария, особенно в Северную Атлантику. Это соответствует распределению антропогенных выбросов свинца в атмосферу. До 90 % таких выбросов приходится именно на северное полушарие. Интенсивный перенос в Северную Атлантику объясняется тем, что данный регион расположен с подветренной стороны от плотно населенного восточного побережья Северной Америки, где сжигается большое количество этилированного бензина. Нужно выделить и тот факт, что главным механизмом поступления свинца из атмосферы в океан является влажное осаждение, поскольку первоначально свинец находится главным образом в форме частиц с субмил-

лиметровыми размерами, скорости сухого осаждения которых невелики.

Соединения азота

Все большую озабоченность вызывает увеличивающийся приток в воды Мирового океана соединений азота антропогенного происхождения. Недавно была опубликована работа Просперо (Prospero *et al.*, 1996), посвященная анализу атмосферного переноса азота в бассейн Северной Атлантики; среди других публикаций на эту тему можно отметить отчет по проекту ГЕЗАМП и статью Дьюса (GESAMP, 1991; Duce *et al.*, 1991). Данная проблема особенно актуальна для регионов, в которых азот является питательным веществом, определяющим пределы биологического роста, например для бедных питательными веществами вод океанских вихрей. Существующие в настоящее время оценки позволяют предположить, что в таких регионах поступающий из атмосферы азот составляет лишь несколько процентов от общего количества „нового“ азота, приносимого в освещенную зону верхних слоев океана, а большая часть „нового“ азота поступает туда из богатых питательными веществами глубинных вод за счет апвеллинга. Считается, однако, что атмосферный приток имеет эпизодический характер, и иногда он может играть куда более важную роль в качестве источника азота для поверхностных вод (см., например, Duce, 1986; Клар *et al.*, 1986; Michaels *et al.*, 1993; Owens *et al.*, 1992). В табл. VII приведены самые свежие оценки текущего поступления в Мировой океан связанного азота из рек, атмосферы и за счет связывания азота. Видно, что все три источника играют за-

ТАБЛИЦА VII

Оценки современной величины
поступления связанного азота в океан
(из Cornell *et al.*, 1995)

Источник	Поток азота (10^{12} г · год ⁻¹)
Фиксация азота	14—42
Атмосферный вклад:	
Растворенный неорганический азот (РНА)	28—70
Растворенный органический азот (РОА)	28—84
Речной вклад (РНА+РОА)	
Естественный	14—35
Антропогенный	7—35

метную роль, а с учетом возможных ошибок их вклады можно считать примерно равными. Около половины азота, приносимого реками, имеет антропогенное происхождение. Самым важным фактом, следующим из табл. VII, является то, что атмосферный приток органических соединений азота равен притоку неорганических веществ (таких, как аммиачная селитра и нитраты), а возможно, и превышает его. Источники органических соединений азота неизвестны, хотя Корнелл считает, что такие соединения имеют по большей части антропогенное происхождение (Cornell *et al.*, 1995). Данная форма атмосферного притока азота ранее не изучалась, поскольку до выхода в свет статьи Корнелла из-

мерения поступлений в океан органического азота почти не проводились.

Особую озабоченность вызывает возможное в ближайшем будущем изменение атмосферного притока азота в открытый океан, обусловленное интенсификацией деятельности человека. Гэллоуей в своих весьма важных статьях (Galloway, 1994; 1995) оценил следующие факторы: параметры фиксации азота (образования реакционноспособного азота) на континентах в доиндустриальную эпоху; современное (1990 г.) количество реакционноспособного азота антропогенного происхождения, источниками которого служат энергетика (за счет выбросов NO_x), удобрения и бобовые растения; ожидаемое производство реакционноспособного азота антропогенного происхождения в 2020 г.; текущее и прогнозируемое географическое распределение осаждения реакционноспособного азота на континентах и в океанах. Полученные Гэллоуеем (Galloway, 1995) оценки количеств связанного азота, выбрасываемого в атмосферу из двух основных источников реакционноспособного азота, к которым относятся производство и использование энергии и применение удобрений, приведены в табл. VIII. Следует отметить, что для наиболее развитых регионов мира, представленных в первых четырех строках этой таблицы, ожидается сравнительно

ТАБЛИЦА VIII

Производство антропогенного реакционноспособного азота в 1990 и 2020 гг.
(с изменениями из Galloway *et al.*, 1995)

	Энергетика (NO_x)					Удобрения				
	1990 10^{12} г (N · год ⁻¹)	2020	Δ	К-т роста	% общего прироста	1990 10^{12} г (N · год ⁻¹)	2020	Δ	К-т роста	% общего прироста
США/Канада	7,6	10,1	2,5	1,3	10	13,3	14,2	0,9	1,1	1,6
Европа	4,9	5,2	0,3	1,1	1	15,4	15,4	0	1,0	0
Австралия	0,3	0,4	0,1	1,3	0,4	—	—	—	—	—
Япония	0,8	0,8	0	1,0	0	—	—	—	—	—
Азия	3,5	13,2	9,7	3,8	39	36	85	49	2,4	88
Центральная и Южная Америка	1,5	5,9	4,4	3,9	18	1,8	4,5	2,7	2,5	5
Африка	0,7	4,2	3,5	6,0	15	2,1	5,2	3,1	2,5	6
Бывший Советский Союз	2,2	5,7	3,5	2,5	15	10	10	0	1,0	0
Всего	21	45	24	2,1	100	79	134	55	1,7	100

небольшой прирост образования связанного азота. Согласно прогнозу, ни в одном из этих регионов к 2020 г. не будет роста более чем в 1,3 раза, а их вклад в общее глобальное повышение содержания реакционноспособного азота не превысит 10 %. Однако регионы, перечисленные в нижней части табл. VIII, играют значительную роль в ожидаемом к 2020 г. увеличении производства реакционноспособного азота антропогенного происхождения. Так, прогнозируется, что количество реакционноспособного азота, выбрасываемого в Азии источниками энергии, возрастет примерно в четыре раза и Азия даст почти 40 % глобального прироста. В Африке ожидается увеличение выбросов в шесть раз, и этот регион даст 15 % глобального прироста количества фиксированного азота, выделяемого источниками энергии. Ожидается, что в Азии количество реакционноспособного азота, выделяемого при применении удобрений, увеличится в 2,4 раза и вклад Азии в глобальный прирост за счет этого источника составит около 88%. Поскольку и источники энергии (NO_x или нитраты), и удобрения (NH_3) выделяют в атмосферу большое количество реакционноспособного азота, приведенные выше прогнозы указывают на то, что следует ожидать существенного увеличения атмосферного притока питательных азотосодержащих веществ в океан с подветренной стороны от таких регионов, как Азия, Центральная и Южная Америка, Африка, бывший Советский Союз.

Увеличение поступления атмосферного азота в эти регионы прогнозируется и численными моделями (Galloway *et al.*, 1994). Интенсификация переноса реакционноспособного азота и его осаждения в океаны приведет, по всей вероятности, к увеличению количества тропосферного озона в соответствующих регионах. Эти процессы могут стать для некоторых районов океана, где сейчас биологическая продуктивность ограничена нехваткой азота, новым источником питательных азотосодержащих веществ. Тем самым в этих областях открытого океана возможны, по крайней мере эпизодически, значительные изменения первичной биологической продуктивности в региональных масштабах.

Гэллоуей сравнил глобальные количества фиксированного азота антропогенного происхождения в доиндустриальную эпоху, в 1990 г. и прогнозируемые на 2020 г. (Galloway *et al.*, 1995). В доиндустриальную эпоху количество азота, фиксируемого на континентах, составляло $(90...130) \cdot 10^{12}$ г/год. В 1990 г. человечество добавляло к этой цифре еще примерно $140 \cdot 10^{12}$ г/год, а к 2020 г. прогнозируется прибавка в размере около $230 \cdot 10^{12}$ г/год. К 2020 г. человечество удвоит или даже утроит приток реакционноспособного азота из естественных источников. В настоящее время из $140 \cdot 10^{12}$ г антропогенного азота в год примерно $60 \cdot 10^{12}$ г попадают в океан, причем большая часть азота остается в прибрежных зонах. Согласно данным Гэллоуей (Galloway *et al.*, 1995), около $18 \cdot 10^{12}$ г антропогенного азота ежегодно поступают в океан через атмосферу, причем естественные источники дают примерно такое же количество. Однако необходимо заметить, что эти цифры характеризуют только неорганический азот. При учете органических соединений азота величины потоков могут существенно увеличиться (Cornell *et al.*, 1995; см. табл. VII).

Синтетические органические соединения

Дьюс с сотрудниками подготовили детальный обзор, посвященный поступлению в Мировой океан синтетических органических соединений за период примерно до 1990 г. (Duce *et al.*, 1991). Обзор содержит подробный список литературы по данной проблеме. Среди других работ на эту тему можно упомянуть статьи Бидлемана, Хинкли и Хорнбакля (Bidleman *et al.*, 1990; Hinckley *et al.*, 1991; Hornbuckle *et al.*, 1994). Поскольку синтетические органические соединения способны оставаться в атмосфере довольно долгое время, масштабы их атмосферного переноса могут нередко достигать размеров полушария. Поэтому атмосферный перенос и осаждение преобладают над всеми остальными источниками поступления подобных веществ в морскую воду районов открытого океана.

ТАБЛИЦА IX

Атмосферный и речной приток хлорорганических соединений в Мировой океан
(с изменениями из Duce *et al.*, 1991)

Соединение	Атмосферный приток ($10^6 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	Речной приток ($10^6 \text{ г} \cdot \text{год}^{-1}$)	% атмосферного притока
ПХБ	240	60	80
ГХ	4750	60	99
ДДТ	165	4	98
ГХБ	77	4	95
Дилдрин	43	4	91
Хлордан	22	4	85

В табл. IX сравниваются вклады атмосферы и рек в общее количество синтетических хлорорганических соединений, поступающих в Мировой океан. Следует отметить, что в большинстве случаев вклад атмосферы составляет 90 % и более. Существуют определенные различия между конкретными веществами и разными океанскими бассейнами. Так, количества ГХ и ДДТ, поступающих в северные районы Тихого океана, превышают соответствующие значения для Северной Атлантики, поскольку в Азии подобные вещества применяются в более широких масштабах, чем в Северной Америке или Европе. С другой стороны, в Северную Атлантику поступает больше ПХБ и дилдрин, так как их широко используют в прилегающих континентальных районах.

Выводы

Атмосфера переносит в океаны разные вещества, как опасные для жизни, так и необходимые для поддержания биологической продуктивности моря. Сейчас уже очевидно, что атмосферный перенос и осаждение примесных металлов, соединений азота, синтетических органических соединений могут играть важную, а иногда и доминирующую роль среди других механизмов переноса указанных веществ в устья рек, прибрежные воды и открытые океанские районы. Ясно, что атмосферный перенос необходимо учитывать при любых оценках поступления разного рода веществ в морские экосистемы. Для точного определения поступления загрязняющих веществ в дельты рек и прибрежные воды, включая и внутренние моря, особенно необходимы создание тщательно продуман-

ных моделей атмосферы и развертывание программ измерений. Результаты подобных исследований должны стать неотъемлемой частью данных, необходимых для выработки стратегий защиты водных систем. Ученые, исследующие атмосферу и море, пытающиеся понять и оценить роль атмосферного переноса веществ в океанские воды, а также администраторы и политики, заинтересованные в надежной охране этих вод, должны понимать, что современным методам оценки характеристик атмосферного переноса химических веществ в океан присущи многие неопределенности. К основным причинам таких неопределенностей можно отнести следующие:

Отсутствие данных о концентрациях веществ в атмосфере над обширными районами прибрежных вод и открытого океана, особенно данных долговременных наблюдений при различных метеорологических условиях;

- Эпизодическая природа осаждения веществ в океан;
- Отсутствие точных моделей обмена океан—атмосфера, особенно для газов;
- Наша неспособность к выполнению точных измерений сухого осаждения твердых частиц и газов.

Для того чтобы моделировать механизмы поступления материалов из атмосферы в ту или иную водную массу, необходимо досконально разбираться в метеорологии изучаемого района. Речь идет не только о климатологии региона, но и о регулярных метеорологических наблюдениях, результаты которых являются неотъемлемой частью данных,

нужных для любых детальных химических измерений и моделирования. Недостаток метеорологической информации по районам открытого океана представляет собой обычное явление, однако зачастую такой информации нет и по многим прибрежным областям. Когда в каком-то конкретном регионе проводится сбор данных о химическом составе атмосферы, разрабатываются и проверяются модели переноса и осаждения, нередко возникает потребность и в расширении сбора метеорологической информации. Подобные исследования требуют тесного сотрудничества и кооперации между метеорологами и специалистами по химии атмосферы.

Список литературы

BAART, A. C., J. J. BERDOWSKI and J. A. JAARSVELD, 1995: *Calculation of Atmospheric Deposition of Contaminants on the North Sea*, TNO Institute of Environmental Sciences, Delft, the Netherlands, TNO Report TNO-MEP-R 95/138, 122 pp.

BAKER, J. E., D. L. POSTER, C. A. CLARK, T. M. CHURCH, J. R. SCUDLARK, J. M. ONDOV, R. M. DICKHUT and G. CUTTER, 1997: Loadings of atmospheric trace elements and organic contaminants to the Chesapeake Bay. In: *Atmospheric Contaminants to the Great Lakes and Coastal Waters*, J. E. BAKER (Ed.), Society of Environmental Toxicology and Chemistry Publications. In press.

BIDLEMAN, T. F., et al., 1990: Chlorinated pesticides and polychlorinated biphenyls in the atmosphere of the Canadian arctic. In: *Long-Range Transport of Pesticides*, D. A. KURZ (Ed.), Lewis Publishers, Inc., Chelsea, MI, 347-372.

BOYLE, E., R. A. SHERRELL and M. P. BACON, 1994: Lead variability in the western North Atlantic and central Greenland: Implications for the search for decadal trends in anthropogenic emissions. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **58**, 3227-3238.

CORNELL, S., A. RENDELL and T. JICKELLS, 1995: Atmospheric inputs of dissolved organic nitrogen to the oceans. *Nature*, **376**, 243-246.

DUCE, R. A., 1986: The impact of atmospheric nitrogen, phosphorus, and iron species on marine biological productivity. In: *The Role of Air-Sea Exchange in Geochemical Cycling*, P. BUAT-MENARD (Ed.), D. Reidel, Dordrecht, 497-529.

DUCE, R. A., P. S. LISS, J. T. MERRILL et al., 1991: The atmospheric input of trace species to the world ocean. *Global Biogeochem. Cycles*, **6**, 193-259.

ERDMANN, L., M. SOFIEV, S. SUBBOTIN, I. DEDKOVA, O. AFINOGENOVA, T. CHESHUIKINA, L. PAVLOVSKAYA and A. SOUDINE, 1994: *Assessment of Airborne Pollution of the Mediterranean Sea by Sulphur and Nitrogen Compounds and Heavy Metals in 1991*. MAP Technical Report Series No. 85, UNEP, Athens, 304 pp.

FARRO, D. R. G. et al., 1986: *The National Coastal Pollutant Discharge Inventory: Boundaries for Long Island Sound*, Rockville, MD, National Oceanic and Atmospheric Administration.

FISHER, D., T. CEROSO, T. MATHEW and M. OPPENHEIMER, 1988: *Polluted Coastal Waters: The Role of Acid Rain*, Environmental Defense Fund, New York.

GALLOWAY, J. N., H. LEVY II and P. S. KASIBHATLA, 1994: Year 2020: Consequences of population growth and development on deposition of oxidized nitrogen, *Ambio*, **23**, 120-123.

GALLOWAY, J. N., W. H. SCHLESINGER, H. LEVY II, A. MICHAELS and J. L. SCHNOOR, 1995: Nitrogen fixation: Anthropogenic enhancement-environmental response, *Global Biogeochem. Cycles*, **9**, 235-252.

GAO, Y., R. ARIMOTO, R. A. DUCE, D. S. LEE and M. Y. ZHOU, 1992: Input of atmospheric trace elements and mineral matter to the Yellow Sea during the spring of a low-dust year, *J. Geophys. Res.*, **97**, 3767-3777.

GESAMP, 1989: *The Atmospheric Input of Trace Species to the World Ocean*, GESAMP Reports and Studies, **38**, World Meteorological Organization, Geneva, 111 pp.

GESAMP, 1991: *Global Changes and the Sea-Air Exchanges of Chemicals*, GESAMP Reports and Studies, **48**, World Meteorological Organization, Geneva, 69 pp.

HELCOM, 1991: Airborne Pollution Load to the Baltic Sea 1986-1990, *Baltic Sea Environmental Proceedings*, **39**, Helsinki Commission, Helsinki, 162 pp.

HELCOM, 1993: Second Baltic Sea Pollution Load Compilation, *Baltic Sea Environmental Proceedings*, **45**, Helsinki Commission, Helsinki.

HINCKLEY, D. A., T. F. Bidleman, and C. P. Rice, 1991: Atmospheric organochlorine pollutants and air/sea exchange of hexachlorocyclohexane in the Bering and Chukchi seas, *J. Geophys. Res.*, **96**, 7201-7213.

HORNBuckle, K. C., J. D. JEREMIASON, C. W. SWEET and S. J. EISENREICH, 1994: Seasonal variations in air-water exchange of polychlorinated biphenyls in Lake Superior, *Environ. Sci. Technol.*, **28**, 1491-1501.

- KANE, M. M., A. R. RENDELL and T. D. JICKELLS, 1994: Atmospheric scavenging processes over the North Sea, *Atmos. Environ.*, **28**, 2523-2530.
- KNAP, A., T. JICKELLS, A. PSZENNY and J. N. GALLOWAY, 1986: Significance of atmospheric-derived fixed nitrogen on productivity of the Sargasso Sea, *Nature*, **320**, 158-160.
- MARTIN, J.-M., F. ELBAZ-POULICHET, C. GUIEU, M.-D. LOYE-PILOT and G. HAN, 1989: River vs atmospheric input of material to the Mediterranean Sea: An overview, *Marine Chem.*, **28**, 169-182.
- MICHAELS, A. F., D. A. SIEGEL, R. J. JOHNSON, A. H. KNAP and J. N. GALLOWAY, 1993: Episodic inputs of atmospheric nitrogen to the Sargasso Sea: Contributions to new production and phytoplankton blooms, *Global Biogeochem. Cycles*, **7**, 339-351.
- NORTH CAROLINA DIVISION OF ENVIRONMENTAL MANAGEMENT, 1985: *Nutrient Management in the Neuse Basin: An Update*, Raleigh, North Carolina.
- NORTH SEA CONFERENCE, 1987: *Quality Status of the North Sea, Second International Conference on the Protection of the North Sea*, London, Department of the Environment.
- OTTELY, C. J. and R. M. HARRISON, 1993: Atmospheric dry deposition flux of metallic species to the North Sea, *Atmos. Environ.*, **27A**, 685-695.
- OWENS, N. J. P., J. N. GALLOWAY and R. A. DUCE, 1992: Episodic atmospheric nitrogen deposition to oligotrophic oceans, *Nature*, **357**, 397-399.
- PAERL, H. W., 1985: Enhancement of marine primary production by nitrogen enriched acid rain, *Nature*, **315**, 747-749.
- PROSPERO, J. M., K. BARRETT, T. CHURCH, F. DENTENER, R. A. DUCE, J. N. GALLOWAY, H. LEVY II, J. MOODY and P. QUINN, 1996: Atmospheric deposition of nutrients to the North Atlantic Basin, *Biogeochemistry*, **35**, 27-73.
- QUINN, T. L., J. M. ONDOV and J. Z. HOLLAND, 1992: Dependence of deposition velocity on the frequency of meteorological observations for the Chesapeake Bay, *J. Aerosol. Sci.*, **23**, Suppl. 1, S973-S976.
- ROJAS, C. M., J. INJUK and R. E. VAN GRIEKEN, 1993: Dry and wet deposition fluxes of Cd, Cu, Pb, and Zn into the Southern Bight of the North Sea, *Atmos. Environ.*, **27A**, 251-259.
- SCUDLARK, J. R. and T. M. CHURCH, 1993: Atmospheric input of inorganic nitrogen to Delaware Bay, *Estuaries*, **16**, 747-759.
- SCUDLARK, J. R., K. M. CONKO and T. M. CHURCH, 1994: Atmospheric wet deposition of trace elements to Chesapeake Bay: CBAD study year 1 results, *Atmos. Environ.*, **28**, 1487-1498.
- STRUYF, J. R. and R. VAN GRIEKEN, 1993: An overview of wet deposition of micropollutants to the North Sea, *Atmos. Environ.*, **27A**, 2669-2687.
- VAN DEN HOUT, K. D. (Ed.), 1994: *The Impact of Atmospheric Deposition of Non-Acidifying Pollutants on the Quality of European Forest Soils and the North Sea*, Report of the ESQUAD Project, IMW-TNO Report No. R 93/329, 121 pp.
- VAN JAARSFELD, J. A., 1992: Estimating Atmospheric inputs of trace constituents to the North Sea; methods and results. In: *Air Pollution Modelling and its Application IX*, van Dop and Kallos (Eds.), Plenum Press, New York, 249-258.
- WARMENHOVEN, J. P., J. A. DUISER, L. T. DE LEU and C. VELDIT, 1989: *The Contribution of the Input from the Atmosphere to the Contamination of the North Sea and the Dutch Wadden Sea*, TNO Institute of Environmental Sciences, Delft, the Netherlands, TNO Report No. R 89/349A, 126 pp.
- WU, Z. Y., M. HAN, Z. N. LIN and J. M. ONDOV, 1994: Chesapeake Bay atmospheric deposition study, Year 1: Sources and dry deposition of selected elements in aerosol particles, *Atmos. Environ.*, **28**, 1471-1486.

Бюллетень ВМО в подарок

Почему бы не предложить годовую подписку на Бюллетень ВМО другу, коллеге или родственнику, особенно из развивающихся стран, интересы которых лежат в области метеорологии, гидрологии или климатологии?

Стоимость подписки на один год:

Обычная почта: 52 шв. фр.

Авиапочта: 72 шв. фр.

Сообщите нам имя и адрес подписчика и укажите язык издания (английский, французский, русский или испанский). Денежные переводы следует направлять Генеральному секретарю: the Secretary-General, World Meteorological Organization, Case Postale 2300, CH-1211 Geneva 2, Switzerland.

ВЫГОДЫ, ПРИНОСИМЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИМИ ПРОГНОЗАМИ

Юджин А. СТЕЛЛИНГС¹ и Дэнни Л. ФРИД²

Эта статья представляет собой сокращенный вариант технического отчета под таким же названием, подготовка которого в настоящее время заканчивается.

Наличие воды является важнейшим условием обеспечения устойчивости любых форм жизни, а области ее использования охватывают почти все аспекты человеческого существования. Если учитывать всю территорию страны, то воды в США более чем достаточно, однако осадки распределены по этой территории неравномерно. В результате наводнения и засухи относятся ко вполне обычным явлениям. Национальная Служба погоды (НСП) осуществляет круглосуточное наблюдение за реками по всей территории страны, выпускает сводки и оповещения, которые помогают защитить жизнь людей и их собственность при угрозе наводнения. К сожалению, ущерб от наводнений продолжает расти, несмотря на строительство защитных сооружений и принятие других профилактических мер. Ежегодные убытки от наводнений в масштабах страны оцениваются в 3,6 млрд. долларов (USACE, 1986; 1996). Все приводимые в данной статье оценки ущерба, как фактического, так и предотвращенного, основаны на данных, накопленных за 20 лет наблюдений (1977—1996 гг.) и проиндексированы к уровню цен 1996 г.

К основным защитным сооружениям, используемым в США, относятся водохранилища и дамбы, а среди других профилактических мер главную роль играют своевременные и точные гидрологические прогнозы. Работы по контролю наводнений, выполняемые Инженерной

службой Армии США (USACE) и Бюро мелиорации США (USBR), ежегодно помогают предотвратить потери в сумме 17,8 млрд. долларов, следовательно, потенциальный годовой ущерб от наводнений составляет 21,4 млрд. долларов. Если же учесть эффект от других профилактических мер, то эта цифра будет еще больше. Однако гидрологический прогноз имеет ценность лишь в том случае, если люди, так или иначе эксплуатирующие подвергаемые затоплению территории, используют этот прогноз для принятия эффективных профилактических мер. Например, если оповещение об угрозе наводнения доводится до сведения населения через соответствующие каналы распространения информации, то выгоды за счет уменьшения размеров ущерба могут быть получены лишь при условии эвакуации людей, принятия мер по борьбе с наводнением, закрытия предприятий.

К основным гидрологическим услугам, предоставляемым НСП, относятся сводки и оповещения о паводках, прогнозы режимов рек и наводнений, прогнозы ситуации в области водоснабжения. Выгоды, приносимые гидрологическими прогнозами при борьбе с наводнениями, обусловлены тремя категориями факторов. Это оптимизация режимов эксплуатации водохранилищ на основе данных, полученных при выполнении федеральных проектов, принятие предупредительных мер по борьбе с наводнением (строительство временных дамб, баррикад из мешков с песком) и заблаговременность поступления информации (увеличение промежутка времени между приходом оповещения и фактическим началом наводнения), дающая возможность принять необходимые меры при быстро развивающихся наводнениях. К быстро развивающимся явлениям относятся ливневые паводки, которые могут начинаться через шесть часов после прохождения сильного дождя. Представляется очевидным, что главная

¹ Бывший директор Национального эталонного центра ГОМС, США.

² Директор Бюро гидрологии Национальной службы погоды, Силвер-Спринг, MD 20910, США.

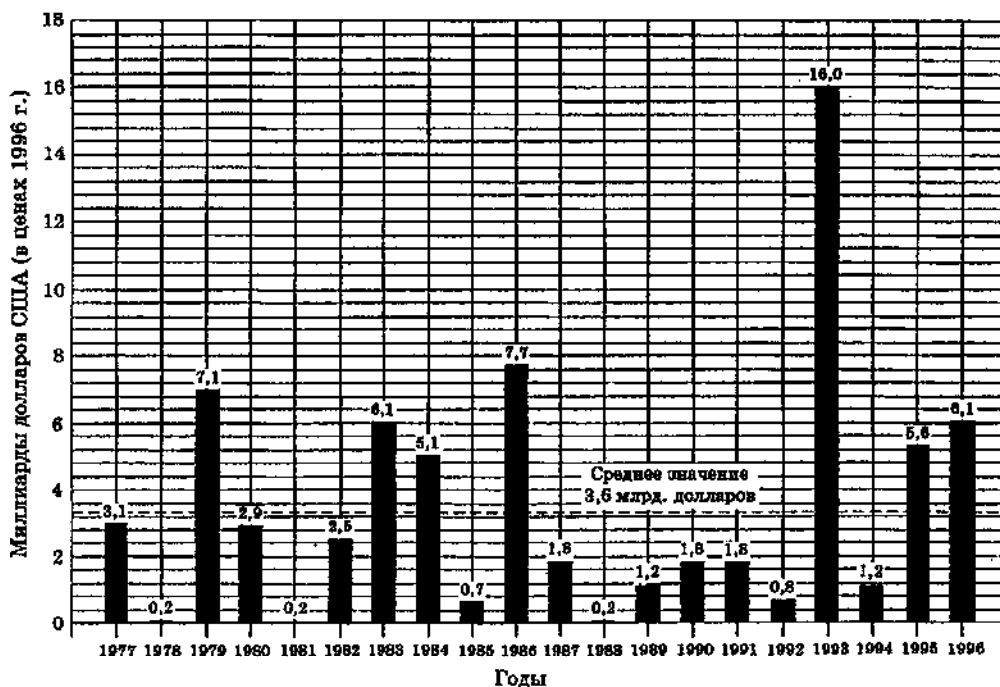


Рис. 1 — Ущерб от наводнений в США за период 1977—1996 гг.

цель подготовки оповещений о ливневых паводках заключается в спасении людей, поскольку в этих случаях времени для спасения личного имущества и собственности бывает слишком мало. Если речь идет о медленно развивающихся наводнениях, то эффективность оповещений оценивается с учетом как спасенных жизней, так и сохраненной собственности. Выгоды, приносимые гидрологическими прогнозами, связаны как со строительством защитных структур, так и с другими мерами. Однако для расчета этих выгод необходимо оценить нанесенный ущерб непосредственно на месте событий.

В своих детальных отчетах об изучении речных бассейнов USACE приводит кривые зависимости ущерба от уровня наводнения для каждого бьефа в пределах всего исследуемого речного бассейна. Когда собраны все имеющиеся данные об ущербе, причиненном наводнениями в типичном речном бассейне, начинается процесс расчета выгод, которые дают строительство защитных сооружений и другие меры, направленные

на борьбу с наводнениями. Роль защитных сооружений определяется путем оценки разности объемов ущерба при наличии и отсутствии этих сооружений. При выполнении своих проектов USACE и USBR широко используют гидрологические прогнозы, предоставляемые НСП. Проекты по контролю наводнений составляются таким образом, чтобы максимально снизить потери в нижнем течении реки за счет накопления воды в водохранилище в соответствии с заранее подготовленным оперативным графиком. Однако наводнения крайне плохо поддаются прогнозу, поэтому предупредительные меры не всегда дают максимальный эффект. В большинстве случаев НСП прогнозирует уровень наводнения и моменты времени, в которые наводнение достигнет максимальной силы в ключевых точках нижнего течения реки. Использование таких прогнозов повышает вероятность получения максимальной экономической выгоды от проведения мероприятий по контролю наводнения. Ведущие гидрологи, работающие в штаб-квартирах НСП и

USACE, в неофициальных беседах признают, что на счет гидрологических прогнозов НСП можно отнести примерно 5 % общего ущерба при наводнениях, предотвращенного по всей стране благодаря реализации проектов USACE по строительству водохранилищ, что согласуется с оперативными данными как USACE, так и USBR. С учетом этого весьма скромного 5-процентного показателя выгоды, полученные благодаря гидрологическим прогнозам НСП, определяются путем использования таких прогнозов для оценки максимальной суммарной прибыли, приносимой проектами строительства защитных водохранилищ. Ежегодная суммарная экономическая прибыль оценивается в 890 млн. долларов.

В дополнение к выгодам, получаемым за счет строительства федеральных водохранилищ, гидрологические прогнозы способствуют получению прибыли и от других предупредительных мер. Выгоды, связанные со строительством, обусловлены прежде всего использованием долгосрочных гидрологических прогнозов в тех случаях, когда имеется достаточный запас времени для сооружения временных дамб и проведения других чрезвычайных мероприятий. Долгосрочные гидрологические прогнозы готовятся главным образом по тем районам США, где основной причиной наводнений являются талые воды. Рассматривающийся 20-летний период был проанализирован с точки зрения экономических выгод, полученных благодаря применению долгосрочных гидрологических прогнозов НСП, для чего использовались архивные данные, взятые из многочисленных технических отчетов. Полученные оценки характеризуют разницу между величинами ущерба (который имел бы место при наличии временных дамб или защитных валов из песка и при отсутствии таких сооружений) от медленно развивающегося наводнения и стоимостью мероприятий, направленных на борьбу с этим наводнением.

Помимо сооружения дамб, песчаных валов и эвакуации предпринимаются и другие меры, способствующие уменьшению убытков от наводнений. В качестве примера можно привести действия жителей г. Сент-Пол (штат Миннесота) во

время длительного наводнения, вызванного таянием снегов. Поскольку оповещение о приближающемся наводнении поступило заблаговременно, власти успели убрать из городского аэропорта, который вскоре был затоплен, все самолеты. Из железнодорожного депо, которому также угрожало затопление, было убрано все транспортабельное оборудование, все работы были прекращены. Еще одним примером правильного использования имеющегося благодаря прогнозу запаса времени является сооружение из мешков с песком дополнительного ограждения вокруг территории завода по переработке сточных вод, расположенного ниже г. Сент-Пол по течению реки Миссиссипи.

Сумма экономических выгод, получаемых за счет принятия предупредительных мер по борьбе с наводнениями, колеблется от года к году от 0 до 1,43 млрд. долларов при среднем годовом значении 140 млн. долларов. Необходимо отметить, что медленно развивающиеся наводнения наблюдаются не каждый год, поскольку иногда количество снега, накопленного на грунте, оказывается недостаточным для того, чтобы реки вышли из берегов, либо гидрометеорологические условия складываются таким образом, что снег тает медленно, и уровень воды не достигает опасных значений.

Краткосрочные гидрологические прогнозы важны при таких наводнениях, когда увеличение заблаговременности оповещения дает населению возможность принять необходимые профилактические меры, эвакуировать наиболее ценное имущество либо покинуть районы, оказавшиеся под угрозой затопления. Оценке выгод, приносимых гидрологическими прогнозами, посвящено несколько отчетов, в которых использованы различные математические модели и фактические данные, полученные при опросах жителей затопляемых районов, а также владельцев коммерческой и промышленной собственности. Опросы проводились непосредственно после наводнений. Собранные данные были проанализированы с тем, чтобы определить, имелся ли запас времени, достаточный для принятия надлежащих предупредительных мер. В рамках моделей предполагалось, что коммерческий сектор и на-

селение какого-либо другого района поймы реки, который подвергся бы наводнению аналогичного масштаба, понесли бы точно такой же урон. Данные, приводимые в семи докладах, свидетельствуют о том, что размеры предотвращенного ущерба составляют от 10 до 43 % ущерба фактического (Day, 1996; Houghton, 1962). Явно заниженная 10-процентная оценка размера полученных выгод относительно полной суммы ущерба, связанного с наводнением, относится на счет использования гидрологических прогнозов НСП при борьбе с непродолжительными наводнениями. И в этом случае цифры, рассчитанные за 20-летний период, позволяют заключить, что применение краткосрочных гидрологических прогнозов НСП ежегодно экономит 360 млн. долларов.

Процентная доля ежегодной экономии, обусловленной применением гидрологических прогнозов в борьбе с наводнениями в США, характеризуется следующими значениями: оптимизация конструкции и методов эксплуатации водохранилищ — 69 % (890 млн. долларов); краткосрочные прогнозы — 25 % (360 млн. долларов); долгосрочные прогнозы — 6 % (140 млн. долларов). Ежегодные выгоды, приносимые гидрологическими прогнозами только при борьбе с наводнениями, составляют от 0,13 до 3,88 млрд. долларов при среднем годовом значении 1,4 млрд. долларов.

Основная доля экономических выгод, приносимых использованием гидрологических прогнозов НСП, приходится на борьбу с наводнениями. Однако НСП готовит и гидрологические прогнозы уровней воды в реках, которые очень ценны и ежегодно приносят стране существенную прибыль. Прогнозы повышения и понижения уровня воды важны и для обеспечения эффективного функционирования любой водоресурсной системы. НСП активно ведет работы по развитию современной системы гидрологического прогноза (АНПС), которая не только даст возможность значительно повысить размеры экономии при борьбе с наводнениями, но и обеспечит руководителей подразделений по чрезвычайным ситуациям и администраторов, принимающих решения, касающиеся использования водных ресурсов, ин-

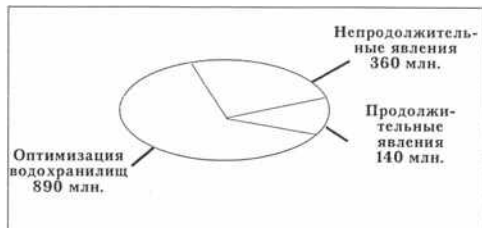


Рис. 2 — Ежегодные экономические выгоды для США, обусловленные использованием гидрологических прогнозов (миллионы долларов США в ценах 1996 г.)

формацией, необходимой для реализации проектов, имеющих отношение к водоснабжению, навигации, гидроэнергетике, ирригации и организации отдыха. Модернизация НСП, внедрение новых технических достижений, совершенствование методов использования количественных прогнозов осадков, накопленный оперативный опыт позволят в будущем готовить целый набор гидрологических прогнозов с заблаговременностью от суток до месяцев.

Не только США получают выгоды от использования гидрологических прогнозов. Прекрасными примерами стран, где в последнее время достигнуты крупные успехи в деле борьбы с наводнениями, обусловленные и применением для этих целей гидрологических прогнозов, могут служить Германия и Китай. Выгоды, полученные в июне—июле 1995 г. от использования гидрологических прогнозов только в китайской провинции Хэнань, были оценены Комиссией по водным ресурсам провинции Хэнань примерно в 1 млрд. долларов США (Wang Jun, 1996). В Германии сумма ущерба, причиненного в 1995 г. наводнением на реке Рейн, составила лишь около половины суммы убытков, понесенных теми же районами в ходе наводнений 1993 и 1994 гг. (Federal Institute of Hydrology, 1994). Такая большая экономия стала возможной благодаря правильной реакции населения на оповещения о приближающемся наводнении и немедленно проведенной эвакуации.

Хотя наводнения и засухи будут происходить и впредь, строительство защитных сооружений и другие предупредительные меры могут немало способствовать сокращению размеров экономического ущерба и уменьшению числа че-

ловеческих жертв, связанных с этими экстремальными гидрологическими явлениями. Благодаря применению гидрологических прогнозов для принятия эффективных мер по борьбе с наводнениями в США ежегодно экономится почти 1,4 млрд. долларов. Модернизация НСП и развертывание АНПС принесут стране дополнительные экономические выгоды.

Список литературы

DAY, H. J., 1996: *A Study of the Benefits Due to the US Weather Bureau River Forecast Service*. Carnegie Institute of Technology, Pittsburgh, Pennsylvania.

FEDERAL INSTITUTE OF HYDROLOGY, 1994: *The 1993/94 Flood in the Rhine Basin*. Koblenz, Germany.

HOUGHTON, V. T. Jr., 1962: *River Forecasting in the Pittsburgh River District*. US Weather Bureau Office, Pittsburgh, Pennsylvania.

USACE, 1986: *Annual Flood Damage Report to Congress for Fiscal Year 1986*. Washington, DC.

USACE, 1996: *Annual Flood Damage Report to Congress for Fiscal Year 1996*. Washington, DC.

WANG JUN, 1996: *Analysis of Extraordinary Floods on the Middle and Downstream Changjiang River*. ISCU SC/IDNDR Workshop on River Disasters, Koblenz, Germany.

БОРЬБА С ГРАДОМ ПУТЕМ АКТИВНЫХ ВОЗДЕЙСТВИЙ НА ОБЛАКА

Т. Г. ГЗИРАШВИЛИ*

Судя по содержанию дискуссий, состоявшихся в ходе восьмой сессии Межгосударственного совета по гидрометеорологии Содружества Независимых Государств, борьба с градом снова приобретает актуальность в этих странах. Поэтому представляется целесообразным обсудить физические закономерности, лежащие в основе активных воздействий.

Мы кратко затронем три основных момента, имеющих особое значение в рамках данной проблемы. Во-первых, мы все еще не до конца разобрались в механизмах формирования льда в облаках. Во-вторых, высокая концентрация ледяных кристаллов (ЛК), наблюдаемая в облаках ($N_{ЛК} > 10 \text{ л}^{-1}$), намного превосходит критическое значение $N_{ЛК} = 1 \text{ л}^{-1}$, которое, согласно Бержерону, необходимо для роста твердых ледяных частиц путем осадждения на них водяного пара. Наконец, сведения о ледяных ядрах (ЛЯ) и о концентрации ЛК в облаках

важны для обоснования методов активных воздействий, применяемых для вызывания осадков или подавления града и гроз. В соответствии с традиционной теорией основная причина невыпадения осадков из облаков, содержащих достаточно много влаги, заключается в малом количестве ЛЯ. В связи с этим в основе многих методов активных воздействий на погоду лежит стремление искусственно увеличить это количество путем введения в облака дополнительных ЛЯ.

Решение проблем физики облаков обычно сталкивается с трудностями. Особо следует упомянуть «явление мультипликации количества ледяных кристаллов» (именно такое название принято в научной литературе). Данная проблема возникла потому, что сравнение измеренных значений концентраций ЛК и ЛЯ ($N_{ЛК}$ и $N_{ЛЯ}$) дает более высокие значения для коэффициента мультипликации ЛК ($R_x = N_{ЛК}/N_{ЛЯ} = 10^2/10^4$).

Анализ показывает, что все попытки решения проблем мультипликации кристаллов, основанные на учете действия механических сил, приводят к заниженным значениям коэффициента мульти-

* Заместитель председателя Департамента гидрометеорологии Грузии и Национального бюро по РККИ ООН.

пликации $R_x = 10$. Нам известно несколько неудачных попыток объяснить процесс мультипликации ЛК с помощью концепции гетерогенной мультипликации. Самой вероятной причиной всех этих неудач является то обстоятельство, что контактное образование ядер ошибочно считают основным механизмом формирования первичных ЛК в облаках.

Мы хотели бы поставить под сомнение научные предпосылки, на основе которых изучается данная проблема и которые являются источником неопределенности. Суть заключается в том, что сравниваются принципиально несравнимые величины!

В самом деле, значения $N_{ЛК}$ измерялись внутри облака, тогда как значения $N_{ЛЯ}$ всегда определялись вне облаков либо в безоблачной атмосфере. Следовательно, не учитывался тот факт, что физические и химические свойства частиц атмосферного аэрозоля существенно изменяются под воздействием факторов, обычно способствующих интенсификации атмосферных процессов. Наш подход к изучению этого явления, основанный на многочисленных полевых измерениях, выполненных в условиях безоблачной атмосферы, позволил заключить, что ледяные ядра составляют лишь незначительную часть общего количества частиц атмосферных аэрозолей. Так, при температурах выше -15°C только одна из примерно 10^9 присутствующих в атмосфере частиц ведет себя как льдообразующее ядро!

Все атмосферные аэрозоли континентального происхождения, нерастворимые в воде, можно разделить по их свойствам на два типа. Первый тип характеризуется присутствием неоднородностей (окислов, пор, шербинок, трещин и т. п.) на поверхности аэрозольных частиц. Известно, что подобные частицы являются специфическими полярными адсорбентами и обладают нескомпенсированным связанным зарядом. Частицам другого типа свойственна нейтральная, энергетически однородная поверхность. Такие аэрозоли представляют собой неспецифические адсорбенты.

Если речь идет о неспецифических адсорбентах, то под изменениями, способствующими повышению их льдообразующей активности, понимается после-

довательность следующих друг за другом событий:

- Генерация зарядов на поверхности частиц в результате окисления, контактного заряжения или грозových процессов;
- Поглощение водяного пара на поверхности частиц в условиях насыщения или перенасыщения водяного пара в воздухе;
- Формирование ледяных зародышей.

Для аэрозольных частиц, на поверхности которых изначально существуют силовые центры (т. е. для специфических полярных адсорбентов, к которым относятся аэрозоли почвенного происхождения SiO_2 , CaSO_4 и т. п.), необходимо учитывать изменения за счет прямой адсорбции, обусловленной экранированием центров или воздействием адсорбированного слоя. Оптимальными условиями для развития таких изменений являются условия перенасыщения.

В зависимости от природы силовых центров и от их поверхностной плотности верхний адсорбируемый слой может состоять из одного или нескольких молекулярных слоев. Молекулы этого верхнего слоя сильно связаны с силовыми центрами (в любом случае их подвижность существенно ограничена), их плоскостные кластеры в значительной степени деформированы, а водородные связи в основном оказываются разорванными. В следующих адсорбирующих слоях деформирующее влияние силовых центров выражено намного слабее и кластеры льдообразующих ядер менее подвержены разрушительному воздействию теплового движения молекул, чем основная масса воды. Поэтому при заданных характеристиках субстрата для гетерогенного образования льдообразующих ядер необходимы вполне определенные условия перенасыщения пара (Gzirishvili, 1985, 1988; Gzirishvili *et al.*, 1988; Hobbs and Rango, 1985; Hobbs, 1990; Vali, 1985).

Приведенные результаты позволяют говорить о некотором отходе от традиционных воззрений, заключающихся в том, что перенасыщение в облаках оценивается долями процента, и дают возможность высказать идею о вероятном существовании в конвективных облаках

неоднородностей перенасыщения, в которых его значения могут существенно превышать 1 %.

Данные исследований свидетельствуют о том, что в условиях интенсификации атмосферных процессов льдообразующая активность частиц аэрозоля существенно возрастает, если образцы забираются вне облаков и исследуются при незначительном перенасыщении над льдом. При этом они не проявляют способности к образованию льдообразующих ядер.

Весьма вероятно — и это подтверждается недавно опубликованными данными, — что при учете мелких ледяных частиц (размерами менее 100 мкм) концентрации ЛК оказываются значительно выше по сравнению с теми, которые можно было бы ожидать в результате активного засева.

Список литературы

- GZIRISHVILI, T. G., 1985: An aerosol ice-forming activation mechanism. *I. Res. Atmos.*, **19**, (2—3), 309-314.
- GZIRISHVILI, T. G., 1988: On one stimulation mechanism of ice-formation in clouds (In Russian). *Phys. Atm. and Ocean*, **4**, 405-410.
- GZIRISHVILI, T. G. and V. G. KHORGUANI, 1988: About secondary ice crystal production. *Proc. Xth Intern. Cloud Phys. Conf.*, **2**, Bad Homburg, 254-256.
- GZIRISHVILI, T. G. *et al.*, 1988: Phase transitions in an adsorbed water layer on aerosol particles. *Proc. Physics. Atmos. Aerosol and Nucleation*, Springer Verlag, 634-637.
- HOBBS, P. V. and L. RANGO, 1985: Ice particle concentrations in clouds. *I. Atmos. Sci.*, **4**, 2523-2549.
- HOBBS, P. V., 1990: Ice in clouds. *Preprint volume for Conference on Cloud Physics*, San Francisco, 1990, California, Amer. Meteor. Soc., Boston, Massachusetts, 600-606.
- VALI, G., 1985: Atmospheric ice nucleation. (Review) *I. Res. Atmos.*, **19**, 2-3, **10**, 5-115.

КОМИССИЯ ПО КЛИМАТОЛОГИИ

ДВЕНАДЦАТАЯ СЕССИЯ — ЖЕНЕВА, 4—14 АВГУСТА 1997 г.

4 августа 1997 г. в Международном центре конференций в Женеве начала работу двенадцатая сессия Комиссии по климатологии (ККл-XII). Сессию открыл Генеральный секретарь ВМО проф. Г. О. П. Обаси. В своем вступительном слове он подчеркнул, что во всем мире растет интерес к проблемам климата, понимание ценности климатической информации и роли прогностических служб для многих социально-экономических секторов. Он отметил также важность деятельности Комиссии, упомянув многие конкретные задачи, стоящие перед Комиссией и ее подразделениями.

В работе сессии приняло участие рекордно большое число делегатов. Всего прибыли 123 специалиста, представлявших 76 стран — Членов ВМО и четыре международные организации, а также несколько приглашенных экспертов. Сессия завершила работу 14 августа,

приняв 19 резолюций, создав четыре рабочие группы и назначив 45 докладчиков.

Среди многих проблем, обсуждавшихся на сессии ККл-XII, и принятых рекомендаций наиболее важными представляются следующие.

Внесено предложение о том, чтобы Исполнительный Совет ВМО пересмотрел организацию и структуру работ по консультированию и координации, осуществляемых через различные учреждения, особенно в части, касающейся Всемирной программы климатических данных и мониторинга и Программы по применению метеорологии и обслуживанию, учитывая при этом роль регулярных совещаний президентов технических комиссий и недавно созданного межведомственного комитета по Программе действий по климату.



Женева, Швейцария, август 1997 г. — Участники двенадцатой сессии Комиссии ВМО по климатологии

Фото: ВМО / Бьянко

Комиссия полностью поддержала ряд работ и проектов, выполняемых в рамках ВКП, особенно Проект по Службам климатической информации и прогноза (КЛИПС), а также проекты по климатическим данным и обнаружению изменения климата. Помимо создания опирающейся на широкую поддержку научных кругов консультативной рабочей группы, были приглашены эксперты для обслуживания трех специальных рабочих групп, занимающихся вопросами, связанными с выполнением перечисленных проектов. Создана совместная рабочая группа по обнаружению изменения климата, в которую вошли представители ККл и сотрудники Проекта по изучению климатической изменчивости и прогнозирования климата (КЛИВАР).

Несколько докладчиков получили предложение принять участие в работах, связанных с климатом и здравоохранением. Участники сессии целиком

поддержали предложения о создании межведомственной сети и реализации в рамках Программы действий по климату совместных проектов в сотрудничестве с ВОЗ и ЮНЕП.

Комиссия рассмотрела результаты различных совещаний, на которых обсуждались вопросы городской и строительной климатологии, в том числе рекомендации, принятые на Конференции „Хабитат-II“ (Стамбул, Турция, июнь 1996 г.). Были утверждены планы работ, согласно которым особое внимание и впредь будет уделяться Эксперименту по изучению тропического городского климата. Было поддержано предложение о согласовании сроков проведения предстоящей крупной конференции по климату городов (ICUC'99) и Международного конгресса по биометеорологии, которые должны состояться в 1999 г. в Сиднее (Австралия).

Было отмечено, что продолжающиеся работы по подготовке публикаций о мониторинге климатической системы, включая книгу „Климат XX в.“, а также издание ежегодных отчетов ВМО о состоянии глобального климата представляют собой существенный вклад в пропаганду важности климатических проблем на международном уровне.

Особого признания заслужило успешное внедрение системы КЛИКОМ в странах—Членах ВМО. Комиссия рекомендовала приложить все усилия, чтобы и впредь поддерживать существующие программы КЛИКОМ. Участники сессии высоко оценили инициативу о начале работ по внедрению в странах—Членах ВМО более современной системы управления климатическими базами данных, основанной на последних достижениях в области компьютерной техники и программного обеспечения.

Участники сессии призвали все страны расширять передачу национальной климатологической информационной продукции в сеть „Интернет“ и рекомендовали ВМО и впредь работать над упрощением доступа к такой национальной информации через сетевой сервер ВМО. Комиссия обсудила вопросы будущего применения сети „Интернет“ в оперативной климатологии. В частности, было предложено, чтобы рабочая группа по Проекту КЛИПС изучила возможности более эффективного использования

сетевого адреса ВМО для консультации пользователей и администраторов по вопросам применения в различных социально-экономических секторах важнейшей климатической информации, включая климатические оповещения, сведения о развитии явления Эль-Ниньо и т. п.

Было признано необходимым расширять участие женщин в работе Комиссии. Странам-Членам следует создавать условия, способствующие профессиональному и административному продвижению женщин в структуре национальных метеорологических и гидрологических служб.

Проблема расширения существующих возможностей касается самых разных направлений работ, и ей следует уделять особое внимание в рамках всех проектов и программ.

Проф. Е. Хареги (Мексика) и проф. Т. Оке (Канада) получили грамоты за долгую и безупречную работу в составе Комиссии по климатологии, в которых особо отмечены их заслуги в области климатологии городов.

Президентом ККл был единогласно избран г-н И. Будху (Маврикий). Он сменил на этом посту д-ра В. Дж. Моундера (Новая Зеландия), вышедшего на пенсию после многих лет успешной деятельности. Вице-президентом Комиссии был избран г-н Дж. М. Николлс (Соединенное Королевство).

МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО ВСЕМИРНОЙ ПРОГРАММЕ ИССЛЕДОВАНИЙ КЛИМАТА: ДОСТИЖЕНИЯ, ПРЕИМУЩЕСТВА И ПРОБЛЕМЫ

Введение

С тех пор как в 1980 г. была создана Всемирная программа исследований климата (ВПИК), отношение мирового сообщества к климатическим проблемам существенно изменилось. Правительства и ведущие промышленники обеспокоены последствиями, которые могут по-

влиять за собой длительные аномалии погоды и изменение климата в таких областях, как здоровье населения, состояние экосистем и экономическое развитие. ВПИК является основным международным механизмом, предназначенным для расширения и координации главнейших фундаментальных исследований климатической системы Земли. Результаты,

полученные в рамках Программы, послужили основой для изменения взглядов на проблемы антропогенного изменения климата и дали возможность перейти к составлению все более надежных сезонных и годовых климатических прогнозов. Учитывая необходимость критического пересмотра требований, предъявляемых к политике по отношению к климату, международные спонсоры ВПИК (ВМО, Международный совет научных союзов (МСНС) и Межправительственная океанографическая комиссия (МОК) ЮНЕСКО) провели крупную совместную Конференцию по ВПИК. Это совещание проходило в Международном центре конференций (Женева) с 26 по 28 августа 1997 г. Его цели заключались в том, чтобы предоставить ученым, политикам и техническим экспертам возможность для обсуждения результатов, полученных за 17 лет существования программы, и для определения направления дальнейших работ по решению проблем, с которыми придется столкнуться в ближайшие 10—15 лет.

Конференция вызвала широкий интерес. В ее работе приняли участие более 300 ученых-климатологов и представителей политических кругов из 80 стран всех регионов земного шара. Собрание приветствовала федеральный советник, представитель Федерального правительства Швейцарии г-жа Рут Дрейфус, которая подчеркнула важную роль точной информации о размахе и скорости связанного с деятельностью человека изменения климата. С приветствиями выступили также Генеральный секретарь ВМО проф. Г. О. П. Обаси, президент МСНС проф. В. Эрбер и президент МОК д-р Г. Холланд.

На Конференции был представлен ряд докладов о проделанной работе и практических достижениях. Затем последовали доклады о новых проблемах и о необходимости дальнейшего развития междисциплинарного сотрудничества в интересах более полного изучения влияния изменения климата и длительных аномалий погоды. Рассказывалось также о стратегии и планах дальнейших работ, предлагаемых в рамках ВПИК. Один из основных пунктов повестки дня Конференции предусматривал подготовку и согласование подробного заяв-

ления, в котором перечисляются достижения и преимущества ВПИК, а также рассматриваются проблемы, ждущие своего решения. Это заявление адресовано руководящим органам ВМО, МСНС и МОК, а через них правительствам всех стран, в том числе стран, подписавших Рамочную конвенцию Организации Объединенных Наций по изменению климата и Конвенцию Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием. Ниже кратко изложены основные положения заявления.

Необходимость продолжения работ по ВПИК

В заявлении подчеркивается: для того чтобы страны могли выполнять фундаментальные обязанности по обеспечению безопасности своих граждан, они должны изучать и прогнозировать экстремальные природные явления, такие, как наводнения, засухи, грозящее в предстоящие десятилетия изменение климата, обусловленное антропогенными воздействиями, вести их мониторинг и принимать меры по борьбе с их последствиями. Чрезвычайно большое значение имеет расширение совместных исследований, проводимых в рамках ВПИК, реализация сопутствующих глобальных программ наблюдений за состоянием окружающей среды и ее изучения, развитие соответствующих служб.

Достижения ВПИК

В заявлении перечислены основные результаты, полученные в рамках ВПИК, в том числе:

- Расширение существующих возможностей по наблюдению, описанию и прогнозу на несколько сезонов климатических аномалий, связанных с явлением Эль-Ниньо/южное колебание;
- Усовершенствованные модели физической климатической системы, позволяющие повысить надежность прогнозов длительных аномалий погоды и изменения климата;
- Новые методы анализа данных и моделирования, подтвердившие предположение о наличии признаков антропогенного изменения климата;

- Многочисленные новые данные об океанской циркуляции и ее характеристиках;
- Повышение интереса к климатическим проблемам в научных, правительственных и общественных кругах.

Приоритеты исследований и существующие проблемы

К приоритетным направлениям исследований, которые будут проводиться в рамках ВПИК в предстоящие десять лет, отнесены:

- Оценка природы и предсказуемости вариаций климатической системы от сезона до десятилетий в глобальном и региональном масштабах, создание научных основ оперативного прогноза этих вариаций, необходимого для климатологического обслуживания в интересах обеспечения устойчивого развития;
- Обнаружение изменения климата, установление причин такого изменения, прогноз масштабов и скорости антропогенного изменения климата, региональных вариаций, а также сопутствующего этим процессам повышения уровня моря (как это предусмотрено решениями МГЭИК, РКИК ООН и другими конвенциями).

Для достижения этих целей необходимо решить многочисленные научные проблемы, в том числе:

- Изучение естественных флуктуаций климата и исследование их предсказуемости;
- Оценка потенциального влияния глобального потепления на повторяемость и интенсивность естественных флуктуаций климата;
- Углубленное изучение гидрологического цикла, совершенствование прогнозов осадков в масштабах региона и аномалий стока во временных масштабах от сезона до столетия;
- Сбор полной информации о циркуляции вод Мирового океана, проектирование глобальной системы океанских наблюдений на основе новей-

ших научных достижений и технических разработок;

- Совершенствование методов подготовки оповещений с повышенной заблаговременностью о наводнениях и других экстремальных явлениях;
- Оценка влияния аэрозолей на климатическую систему;
- Уточнение оценок роли примесных (парниковых) газов в процессе глобального потепления;
- Использование всех имеющихся данных (включая океанские и палеоклиматические), а также результатов моделирования для обнаружения изменения климата и выявления его конкретных причин;
- Изучение (совместно с МПГБ) реакций наземных и морских экосистем на аномалии погоды и изменение климата;
- Разработка региональных и других маломасштабных моделей, позволяющих более реалистично воспроизводить региональные и локальные колебания погоды и изменение климата, прежде всего в аридных и пустынных регионах;
- Включение в программу ВПИК таких задач, как изучение роли льда и снега, замёрзшего грунта и вечной мерзлоты в формировании климата;
- Выяснение влияния на глобальный климат разрушения озона в нижних слоях стратосферы и повышения концентрации водяного пара в стратосфере;
- Изучение потенциальных последствий выбросов, попадающих в атмосферу при эксплуатации растущего парка самолетов гражданской авиации.

Требования, предъявляемые к данным

Участники Конференции подчеркнули важную роль детальных наблюдений за климатической системой и выразили озабоченность в связи с сокращением стандартных наблюдательных сетей в некоторых регионах. Это представляет серьезную угрозу для дальнейшего раз-



Женева, 26 августа 1997 г. — Генеральный секретарь ВМО проф. Г. О. П. Обаси выступает перед участниками Международной конференции по Всемирной программе исследований климата: Достижения, преимущества и проблемы

Фото: ВМО/POOL

вития климатологических исследований, включая работы по обнаружению изменения климата и выявлению его причин. Если не будут приняты меры по остановке данного процесса и по развитию глобальной сети климатических наблюдений, то в ближайшие 25 лет возможности изучения изменения климата и его вариаций будут даже меньше тех, которые существовали в последние 25 лет. В некоторых регионах, таких, как подверженные засухам районы Африки, обнаружение изменения климата, прогноз сезонных и долгосрочных вариаций и надежная оценка влияния климата могут оказаться вообще невозможными. Участники Конференции призвали увеличить финансирование Глобальной системы наблюдения за климатом, климатических компонентов Глобальной службы атмосферы, Глобальной системы наблюдений за океаном и Глобальной системы земных наблюдений. Кроме того, была подчеркнута необходимость постоянного внимания к таким вопросам, как использование данных и информационных систем, анализ и повторный анализ данных, контроль их качества, архивация и распространение данных. Все перечисленные задачи должны ре-

шаться в условиях свободного и неограниченного доступа к любым климатическим данным, необходимым для научных исследований (это требование содержится среди прочих международных обязательств, включенных в РКИК ООН), для обеспечения безопасности жизни и имущества. Наконец, была отмечена важность восстановления многолетних исторических массивов данных, существующих в настоящее время в неэлектронной форме, пока эти массивы не утрачены окончательно.

Расширение существующих возможностей

Участники Конференции указали на необходимость расширения возможностей развивающихся стран в области научных исследований климата. В частности, нужно гарантировать минимально необходимый объем исследовательских работ, подготовить достаточное число ученых, которые по возможности должны группироваться вокруг существующих научных учреждений. Следует укреплять сотрудничество между развивающимися странами в конкретных регионах, изыскивать средства, необходимые

для устойчивого развития существующих возможностей. Развивающиеся страны должны обозначить в рамках ВПИК собственные приоритеты.

Полный заключительный текст заявления, принятого на Конференции, ши-

роко распространяется и будет включен в труды Конференции вместе с расширенными резюме всех докладов. Труды Конференции будут изданы в ближайшие месяцы в серии основных публикаций ВПИК.

ЮБИЛЕЙ

120 ЛЕТ ИТАЛЬЯНСКОЙ АГРОМЕТЕОРОЛОГИИ

Доменико ВЕНТО*

26 ноября 1996 г. Национальная агрометеорологическая организация Италии, носящая сейчас название Центрального бюро сельскохозяйственной экологии (ЦБСЭ) и подчиняющаяся Министерству по вопросам сельскохозяйственной политики, отметила свой 120-летний юбилей. Именно в этот день 1876 г. Его Величество Умберто I подписал указ о создании Королевского центрального бюро метеорологии, в компетенцию которого входили вопросы геодинамики.

В 1876 г. штаб-квартира Бюро располагалась рядом с монастырем, стоящим неподалеку от Министерства, но в 1879 г. ее перевели в помещение Латинского колледжа в самом центре Рима, где она и оставалась на протяжении 117 лет (Латинский колледж возник в январе 1582 г. под эгидой Папы Григория XIII, а в 1584 г. он был преобразован в семинарию Ордена иезуитов).

Фактически Королевское центральное бюро метеорологии было первой итальянской правительственной метеорологической службой, созданной после политического объединения Италии. Со временем область его компетенции несколько сократилась — Бюро перестало заниматься гидрологией (в 1917 г.), авиационной метеорологией (в 1925 г.) и геофизикой (в 1939 г.). Вопросы авиационной метеорологии были переданы в ведение Министерства обороны, которое создало метеорологическую службу ВВС Италии (SMAM), взявшую на себя и функции национальной метеорологи-

ческой службы. Директор SMAM и сейчас является постоянным представителем Италии при ВМО. Другие обязанности перешли к учреждениям, впоследствии превратившимся в Национальную гидрографическую и океанографическую службу (НГОС) и Национальный геофизический институт. Таким образом, ЦБСЭ занимается на национальном уровне прежде всего вопросами агрометеорологии. Сейчас в сотрудничестве с другими национальными и региональными метеорологическими организациями создается Национальная агрометеорологическая служба Италии.

Первым директором ЦБСЭ был астроном, геофизик и метеоролог Пьетро Таччини, а другой директор Бюро, проф. Адди, первым ввел в международный обиход термин „сельскохозяйственная экология“ (это произошло в 1920 г.).

Первая публикация Бюро — журнал *Rivista Meteorico-Agraria* — выходил с 1879 по 1916 г. В 1993 г. ЦБСЭ снова стало выпускать собственное периодическое издание под названием *Bollettino Agrometeorologico Nazionale*. Этот журнал выходит ежемесячно тиражом около 1000 экземпляров.

В 1988 г. ЦБСЭ выступило с инициативой об организации национальной агрометеорологической службы, учитывая тот факт, что многие региональные правительства создавали собственные службы.

Все это время ЦБСЭ продолжало регулярные метеорологические наблюдения на территории Италии. Первая наблюдательная сеть появилась в 1865 г. и состояла из 21 станции. В то время в ка-

* Директор Центрального бюро сельскохозяйственной экологии, Рим, Италия.



Рим, Италия, 26 ноября 1996 г. — Персонал ЦБСЭ на торжествах по случаю 120-й годовщины со дня создания в Италии первого агрометеорологического учреждения

толических государствах производился обмен метеорологической информацией между пятью станциями. Другими словами, существовало много локальных наблюдательных сетей.

В настоящее время в структуру ЦБСЭ входят 70 обычных станций и около 40 автоматических агрометеорологических станций. Кроме того, для обеспечения оперативных потребностей ЦБСЭ поступают данные примерно от 120 станций SMAM.

Среди наиболее значительных достижений национальной агрометеорологической службы можно отметить создание национального банка агрометеорологических данных, содержащего метеорологические данные ЦБСЭ за период 1961—1997 гг., данные SMAM (1951—1971 гг.) и данные НГОС (1951—1971 гг.), разработку моделей мониторинга и прогноза сроков полевых работ, метеорологических параметров и полей, разработку методов распространения данных в пределах страны.

Значительный прогресс, достигнутый во многих областях науки и техники за последние 15 лет, оказал большое влияние на деятельность ЦБСЭ, особен-

но в том, что касается применения в сельском хозяйстве методов дистанционного зондирования (ЦБСЭ вело работы по созданию методов прогноза урожаев наиболее важных сельскохозяйственных культур) и активных воздействий на погоду. По последнему направлению ЦБСЭ с 1977 по 1983 г. сотрудничало с французским Национальным объединением по изучению опасных атмосферных явлений (*Groupement national d'études des fléaux atmosphériques*) и с Политехнической школой из Цюриха (Швейцария), проведя с ними совместные эксперименты по проверке советского метода подавления града. С 1990 по 1994 г. ЦБСЭ осуществляло также контроль за выполнением проекта по вызыванию осадков на юге Италии (см. *Бюллетень ВМО*, 42 (4) и 45 (2) (ред.)).

ЦБСЭ продолжает принимать участие во многих совместных международных проектах и других совместных работах научного и прикладного характера.

В ближайшем будущем ЦБСЭ будет по-прежнему играть свою историческую роль в итальянской агрометеорологии. Можно ожидать, что Бюро будет преоб-

разовано в службу, располагающую собственным научно-исследовательским институтом, которая объединит в рамках единой структуры все проводящиеся

в Италии научные исследования, касающиеся сельского хозяйства, и будет подчинена новому Министерству по вопросам сельскохозяйственной политики.

Новости программ ВМО

ВСЕМИРНАЯ СЛУЖБА ПОГОДЫ

Разработка кода CREX

Вот уже более 50 лет представление данных в символьной форме или в буквенно-цифровых кодах обеспечивает глобальный обмен результатами метеорологических наблюдений. Когда появлялись данные нового типа, для них вводился новый буквенно-цифровой код ВМО. В итоге накопилось огромное количество такого рода кодов. В условиях, когда обработка данных автоматизирована, добавление новых параметров или создание нового кода требуют от метеорологических служб больших затрат на разработку, программирование и испытания.

В 1988 г. ВМО приняла новый стандарт на передачу данных метеорологических наблюдений — код **BUFR** (двоичная универсальная форма), обладающий большой гибкостью, возможностями самоопределения и расширения, допускающий сжатие данных. Однако этот код можно использовать лишь в тех случаях, когда средства передачи приспособлены для двоичных данных. В случаях добавлений и расширений программные разработки либо не требуются вовсе, либо очень просты. Процессы кодирования и декодирования универсальны и не зависят от типа параметров, которые целиком определяются записанными таблицами (*Руководство по кодам* (ВМО № 306), т. 1, часть В „Двоичные коды“ и часть С „Общие свойства двоичных и буквенно-цифровых кодов“). Код **BUFR** широко используется всеми ведущими центрами для обмена большими или архивными массивами данных, хотя буквенно-цифровые коды все еще применяются для обмена данными стандартных наблюдений в реальном масштабе времени.

Последние научно-технические достижения требуют обмена данными новых типов (гидрологическими, данными по озону, результатами измерений параметров прилива). Для таких данных нет традиционных буквенно-цифровых кодов, и они не могут передаваться в формате **BUFR** по целому ряду причин. Подобная ситуация сделала необходимым разработку нового буквенно-цифрового кода **CREX**, в котором для представления данных и их обмена используются символы.

Основанный на таблицах код **CREX** столь же гибок, как и **BUFR**. Заранее определенные и согласованные таблицы параметров **CREX** аналогичны таблицам **BUFR**. В них определяются единицы измерений, масштаб и размер полей символов вместо битовых полей. Основная цель, которую преследовали разработчики **CREX**, состояла в том, чтобы исключить появление множества новых буквенно-цифровых кодов и дополнений к ним, установить согласованный стандарт на визуальное представление данных, декодируемых из кода **BUFR**. **CREX** не заменяет традиционные коды (**SYNOP**, **TEMP**, **PILOT**). Сейчас ставится задача перехода на код **BUFR** при обмене любыми данными, например при передаче из НМЦ данных по одному и тому же набору станций как в коде **BUFR**, так и в коде **SYNOP**, и код **CREX** призван обеспечить работу в течение переходного периода. Аналогией этому является одновременная передача центрами ГСОД бюллетеней **GRIB** и **GRID** по одним и тем же полям. Эквивалентное представление данных **BUFR** в коде **CREX** будет применяться для преобразования сводок обратно в символьный формат при решении конкретных задач (представление на дисплее, преобразование в буквенно-цифровой формат, необходимый для архивов **BUFR**, и т. д.).

На совещании группы экспертов, проходившем с 24 по 27 июня в Европейском Центре среднесрочных прогнозов погоды (Соединенное Королевство), были определены структуры и нормы для кода **CREX**, подлежащие утверждению на очередной сессии КОС (осень 1998 г.). Прежде всего были установлены нормы для передачи данных через ГСТ. Эксперты согласились с тем, что код **CREX** должен быть максимально простым для облегчения читаемости и применимости, что будет способствовать его скорейшему внедрению. Система, облегчающая преобразования между кодами **BUFR** и **CREX**, поможет осуществить глобальный переход к двоичной форме представления данных. **CREX** — это последний код, который пришлось ввести ВМО. В настоящее время ВМО имеет полный набор кодов для передачи любых типов данных наблюдений. Код **CREX** уже используется для передачи гидрологических данных (проект ВСНГЦ), данных по озону, информации о тропических циклонах и результатов измерения параметров прилива.

Координационная группа по созданию комплексной системы наблюдений в Северной Атлантике (КГК)

С 27 по 29 августа 1997 г. в Норвежском метеорологическом институте (Осло) состоялась восьмая сессия КГК. В работе совещания, проходившего под председательством г-на М. Листада (Норвегия), приняли участие представители семи стран и шести международных организаций, использующих специальные системы наблюдений или имеющих отношение к использованию таких систем.

Одна из основных целей этих проводящихся ежегодно совещаний — обсуждение оперативной ситуации, хода сбора данных и их качества, состояния различных наблюдательных систем и платформ, включая спутники, буи, самолеты, суда и прибрежные станции, которые входят в состав комплексной системы наблюдений в Северной Атлантике. При необходимости на таких совещаниях предлагаются меры, направленные на исправление выявленных недостатков. В этом году особый интерес участников сессии вызвали вопросы функциониро-

вания станций аэрологического зондирования. В ходе Эксперимента по изучению фронтов и атлантических штормов (**FASTEX**)*, проходившего в январе—феврале 1997 г., КГК выделила значительные средства на реализацию программы аэрологических наблюдений. Обсуждались также результаты проводившегося в реальном масштабе времени изучения роли дополнительных аэрологических данных в моделях ЧПП.

Участники сессии обсудили итоги состоявшегося в апреле 1997 г. семинара КГК/ВМО по роли различных наблюдательных систем в численном прогнозе погоды. Такой семинар проводился впервые за последние 15 лет и был особенно своевременным в свете намерений Исполнительного Совета, касающихся полной перестройки Глобальной системы наблюдений. На сессии было доложено о прогрессе, достигнутом при развертывании североамериканской системы наблюдения за атмосферой и европейской комплексной наблюдательной системы. Ожидается, что в состав последней войдет и комплексная система наблюдений в Северной Атлантике.

На сессии были утверждены смета трастового фонда КГК и бюджет на 1997-98 г. Председателем и вице-председателем КГК были избраны соответственно г-н Листад и г-н С. Милднер (Германия).

Проект модернизации системы оповещения о циклонах на юге Тихого океана

Первая сессия руководящего комитета

На юге Тихого океана тропические циклоны являются главным источником катастроф и разрушений, унося наибольшее количество жизней и причиняя наибольший материальный ущерб. Надлежащая подготовка к борьбе со стихийными бедствиями и профилактические меры могут существенно снизить размер разрушений и потерь.

Европейский Союз (ЕС) под эгидой Тихоокеанского форума решил выделить средства на выполнение проекта

* См. *Бюллетень ВМО*, 45 (3).

модернизации системы оповещения о циклонах. Цель проекта заключается в уменьшении уязвимости восьми стран (Вануату, Кирибати, Папуа-Новая Гвинея, Самоа, Соломоновы Острова, Тонга, Тувалу и Фиджи) и трех заморских территорий (Новая Каледония, Уоллис и Футуна, Французская Полинезия) по отношению к циклонам.

Работы по проекту начались в сентябре 1996 г. и рассчитаны на четыре года. За этот период намечено израсходовать 1,95 млн. экю*. Работами управляет координатор проекта, заключивший контракт с ЕС, и руководящий комитет, в состав которого входит по одному представителю от каждой страны и территории, участвующей в проекте, а также наблюдатель от ВМО. Основные задачи, которые должны быть решены, следующие:

- Расширение возможностей региональных и национальных центров оповещения о циклонах путем конкретного обучения персонала;
- Укрепление метеорологической инфраструктуры региона за счет модернизации телекоммуникационного оборудования, установки автоматических наблюдательных станций, принятия мер по обеспечению длительных сроков эксплуатации приборов;
- Повышение качества метеорологических наблюдений и информационной продукции, необходимых для прогноза циклонов и подготовки оповещений, расширение географического охвата региона такими наблюдениями;
- Развитие методов трансформации метеорологических оповещений в легко понятные сообщения о мерах борьбы со стихийными бедствиями, предназначенные для населения, фактическая подготовка таких сообщений.

С 29 сентября по 3 октября 1997 г. в Папэте (Французская Полинезия) состоялось первое совещание руководящего комитета. Были обсуждены результа-

ты работ за первый год, рассмотрена и утверждена рабочая программа на 1998 г.

Обсудив вопросы внедрения технических компонентов, комитет предложил модернизировать линии телесвязи между Мельбурном и Порт-Морсби, между Мельбурном и Хонайра, а также между Апия и Паго-Паго, установить платформы сбора данных и взаимосвязанную аппаратуру в Тонга и Тувалу. Комитет предложил также отремонтировать четыре автоматические метеостанции. Коснувшись приобретения и установки новых станций, комитет постановил продолжить изучение этого вопроса и принять окончательное решение на предстоящей сессии рабочей группы РА V по планированию и развертыванию системы ВСП (Веллингтон, Новая Зеландия, февраль 1998 г.).

Рассмотрев проблему подготовки кадров, комитет предложил командировать специалистов НМС в современные центры, а экспертов из этих центров — в НМС и призвал оказывать поддержку региональным экспертам, желающим принимать участие в важных семинарах и конференциях.

Комитет решил привлечь консультантов для руководства работами по составлению региональной климатологии тропических циклонов.

Стремясь к ускорению внедрения некоторых компонентов, комитет принял ряд рекомендаций, касающихся руководства проектом.

ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Сессии рабочих групп КИМН и другие совещания

В рамках подготовки сессии КИМН-ХП (март 1998 г.) были проведены совещание рабочей группы по аэрологическому зондированию (март 1997 г., Соединенное Королевство) и сессия рабочей группы по наземным наблюдениям (апрель 1997 г., Национальная служба погоды США). Обе группы обсудили ход работ и согласовали документы, подлежащие рассмотрению на сессии КИМН-ХП, а также обсудили предложения, касаю-

* Европейская денежная единица.



Подготовка „полета двойников“ для изучения характеристик радиозондов, показанных членам рабочей группы по аэрологическим измерениям на станции радиозондирования Кемборн (Соединенное Королевство)

Фото: ВМО/Шулиц

шиеся деятельности КПИМН по соответствующим направлениям в предстоящий межсессиионный период. Подгруппа по контактному измерению рабочей группы аэрологического зондирования обсуждала неотложные вопросы, связанные с прекращением функционирования системы OMEGA, отключенной 1 октября 1997 г., и с модернизацией или заменой

затрагиваемых этим фактом систем радиозондирования, используемых в странах—Членах ВМО. Полезные сведения по данной проблеме предоставили представители фирм-производителей, участвовавшие в работе сессии в качестве наблюдателей.

В мае 1997 г. в Траппе (Франция), непосредственно после заключительной сессии международного организационного комитета по проведению взаимного сравнения существующих метеорологических датчиков и систем ВМО, состоялось совещание экспертов по автоматизации визуальных и субъективных наблюдений. В работе этого совещания приняли участие 19 специалистов, представлявших главным образом метеорологические службы, а также представители пяти технических комиссий и четырех фирм-производителей. Задача совещания состояла в обсуждении ситуации в области автоматизации визуальных наблюдений, основываясь прежде всего на результатах проводимого ВМО взаимного сравнения существующих метеорологических датчиков и систем; в анализе проблем, возникающих в этой новой области, которая крайне интересна для



Траппе, Франция, май 1997 г. — Участники совещания экспертов по автоматизации визуальных и субъективных наблюдений. На переднем плане: новейший датчик для определения состояния грунта, испытываемый в настоящее время Метео-Франс

стран—Членов ВМО; в разработке норм и рекомендаций. Результаты дискуссий будут переданы на рассмотрение сессии КПМН-ХП.

ПРОГРАММА ПО ТРОПИЧЕСКИМ ЦИКЛОНАМ

Проект по изучению штормовых нагонов воды в Бенгальском заливе и Аравийском море

На 49-й сессии Исполнительного Совета с удовлетворением было отмечено, что ВМО играла активную роль в организации работ по изучению штормовых нагонов воды, особенно в Бенгальском заливе и на севере Индийского океана, сотрудничая при этом с Межправительственной океанографической комиссией (МОК), Международной гидрологической программой ЮНЕСКО и другими организациями. Было решено, что ВМО проведет консультации с участием местных и международных экспертов для формулирования задач по метеорологическому разделу Проекта.

20—22 августа 1997 г. в Бангкоке (Таиланд), в помещении отдела технической поддержки Группы экспертов ВМО/ЭСКАТО по тропическим циклонам состоялось консультационное совещание по штормовым нагонам воды в Бенгальском заливе и Аравийском море.

На совещании подробно обсуждались различные проблемы, связанные с метеорологическим разделом Проекта по изучению штормовых нагонов воды в Бенгальском заливе и Аравийском море, в том числе такие вопросы, как состав метеорологических данных, необходимых для построения модели этого явления, прогноз и оповещение, сбор и распространение данных, оборудование, требования, предъявляемые к системам телесвязи, уязвимость прибрежных зон по отношению к штормовым нагонам воды, оценка рисков, включая риск затопления побережий и внутренних районов, меры борьбы с этим стихийным бедствием, расширение существующих возможностей путем подготовки кадров, предоставления стипендий, проведения

семинаров, консультаций и т. п. На совещании была составлена предварительная проектная документация.

По просьбе ВМО д-р Р. П. Саркер (Индия) взялся подготовить к середине октября 1997 г. первый вариант предложений по Проекту (метеорологический раздел). Предложения ВМО по Проекту изучения штормовых нагонов воды (метеорологический раздел) будут готовы к 1 декабря 1997 г. ВМО направит этот документ в адрес МОК. Д-р Марти (Канада, руководитель Проекта) и другие эксперты должны подготовить окончательный вариант предложений по Проекту до совещания, которое намечено провести в начале 1998 г.

ВСЕМИРНАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА

Программа действий по климату

В соответствии с положениями Повестки дня на XXI в., принятой после Планетарного саммита, Конференции Организации Объединенных Наций по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро, июнь 1992 г.) и подписания Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций по изменению климата (РКИК ООН), учреждения, занимающиеся изучением климата, совместно разработали Программу действий по климату. Среди международных организаций, принявших участие в разработке данного документа, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, Международный совет научных союзов, Программа ООН по окружающей среде, Организация ООН по вопросам образования, науки и культуры и подчиненная ей Межправительственная океанографическая комиссия, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) и ВМО.

Для последующей доработки и исполнения Программы действий по климату подготовившие ее учреждения создали представительную группу, получившую название Межведомственного координационного комитета Программы

действий по климату (МКПДК). Первое заседание Комитета состоялось 29—30 апреля 1997 г. в штаб-квартире ВМО в Женеве под председательством д-ра Гордона Мак-Бина (Канада). Обсудив многочисленные программы по изучению климата, которые уже выполняются, члены Комитета с удовлетворением отметили, что в настоящее время созданы прочные основы для успешного развития работ по каждому из четырех направлений Программы действий по климату. Было указано, что Программа подлежит дальнейшему уточнению и согласованию в процессе планирования будущих мероприятий. Так, изучив направление 2 Программы („Климатологическое обслуживание в интересах устойчивого развития“), специалисты ВМО пришли к выводу, что сформулированные в исходной редакции документа три основные цели могут быть достигнуты, если сконцентрировать усилия на двух направлениях:

- Изучение запросов потребителей и оптимизация методов их обслуживания;
- Создание необходимой инфраструктуры путем реализации соответствующих проектов и принятия надлежащих организационных мер.

Было также установлено, что Проект ВМО по службам климатической информации и прогноза (КЛИПС) тесно связан с направлением 2 Программы. Принятое недавно решение о создании при ВМО бюро КЛИПС является важным шагом на пути координации действий и будет способствовать получению новых ценных результатов.

Конференция по Всемирной программе исследований климата (Женева, август 1997 г., см. с. 85—89) стала тем местом, где оказалось возможным провести стратегическое совещание с участием ряда ведущих научных руководителей и представителей национальных финансовых институтов, обсудивших оптимальные способы применения результатов, полученных при выполнении национальных и международных программ, пути реализации Программы действий по климату. Ниже изложены решения, принятые на этом совещании.

Программа действий по климату и правительства

- В Программе действий по климату следует определить касающиеся изменения климата приоритеты и задачи, стоящие перед правительствами; в этом контексте речь должна идти прежде всего о последствиях такого изменения и адаптации к ним;
- В рамках Программы действий по климату необходимо разработать четкие и ясные документы, предназначенные для правительств; не следует представлять в органы власти длинные перечни программ и выполняющих эти программы учреждений.

Было подчеркнуто, что необходимой предпосылкой при подготовке международных программ и проектов, имеющих отношение к климатологическим наукам, является решение в рамках национальных программ таких вопросов, как разработка стратегий проведения научных изысканий, внедрение полученных результатов, проведение обследований, развитие соответствующей инфраструктуры наблюдательных сетей.

Межведомственный комитет по Программе действий по климату (МКПДК)

- Члены МКПДК должны обеспечить сбалансированное представительство ключевых программ и институтов;
- Эффективность работы МКПДК может быть повышена за счет создания небольшого, но квалифицированного секретариата;
- Комитет должен иметь возможность самостоятельного обращения к правительствам и финансовым учреждениям, учитывая при этом приоритетные задачи правительств.

Оценка последствий и расширение существующих возможностей

- Одной из основных целей Международной программы по человеческим аспектам (IHDP) следует считать изучение климата; на базе этой программы необходимо создать центр по анализу результатов соответствующих исследований;

- В рамках направления 3 Программы основное внимание следует уделять исследованиям, которые необходимы для правительств в интересах исполнения положений РКИК ООН и в то же время полезны для решения задач регионального или глобально-го масштаба.

Глобальные наблюдательные сети

- Для того чтобы решать приоритетные задачи, которые ставят правительства и спонсоры, финансирующие развертывание Глобальной системы наблюдения за климатом (ГСНК), Глобальной системы океанских наблюдений и Глобальной системы земных наблюдений, необходимо определить масштабы и типы необходимых наблюдений. Содействие в решении данной проблемы могут оказать ВПИК и ВОЗ;
- Было поддержано предложение о созыве совещания представителей учреждений, участвующих в развертывании ГСНК. Программа совещания должна предусматривать контакты между производителями климатической информации и ее потребителями. Такой подход обеспечит учет запросов потребителей при дальнейшем развитии системы ГСНК.

Подготовлена рекламная брошюра о Программе действий по климату, которую можно получить в Секретариате ВМО. Дополнительную информацию можно получить по адресу: <<http://www.wmo.ch/iacca/iacca.html>>.

ВСЕМИРНАЯ ПРОГРАММА КЛИМАТИЧЕСКИХ ПРИМЕНЕНИЙ И ОБСЛУЖИВАНИЯ

Форум по проблемам климата

Большим шагом на пути развития методов прогноза климата стал Форум по проблемам климата в Южноафриканском регионе (8—12 сентября 1997 г., Кадома, Зимбабве), частично финансируемый ВМО. Эта конференция со-

брала специалистов по прогнозу климата из национальных метеорологических служб стран — участниц Конференции по координированию развития стран Южной Африки (САДКК) и ученых, занимающихся изучением климата при университетах и международных научных учреждениях. Специалисты рассмотрели состояние глобальной климатической системы, влияние климата на южноафриканские регионы, а также составили климатический прогноз на 1997—1998 гг. Были также представлены отдельные прогнозы на октябрь—декабрь и декабрь—март.

Большое место в представленном на конференции прогнозе было отведено масштабам и ожидаемой продолжительности явления Эль-Ниньо в 1998 г. Влияние этого и других факторов, определяющих климат в Южной Африке, оценивалось с использованием комплексных моделей океана и атмосферы, физически обоснованных статистических моделей и экспертной интерпретации. Для некоторых районов имело место расхождение между различными моделями. В частности, разноречивыми оказались прогнозы для Малави, юго-запада Замбии и севера Намибии на период с декабря по март. Эти проблемы отмечены в принятом на совещании решении; отмечено, что они должны быть разрешены в ближайшем будущем.

В настоящее время существуют возможности для прогноза осредненных по пространству и времени значений параметров в масштабах сезона или года. Однако при этом не полностью учитываются все факторы, влияющие на климатическую изменчивость в региональных и национальных масштабах. На форуме было подчеркнуто, что противоречий не вызывает только подход к составлению сезонных прогнозов по относительно большим площадям, но и в этом случае возможны локальные отклонения. Потенциальным пользователям было настоятельно рекомендовано пребывать в контакте с национальными метеорологическими службами (НМС) с тем, чтобы правильно интерпретировать имеющиеся прогнозы и получать дополнительные консультации.

Среди участников форума были представители НМС из 11 стран САДКК, а

также специалисты по климату и другие эксперты, представлявшие национальные, региональные и международные учреждения, в том числе Центр мониторинга засух (Харапе), университеты "Witwatersrand" из Зулу и Зимбабве, технико-административный отдел по продовольственному обеспечению стран САДКК, Южноафриканскую комиссию по транспорту и связи, ВМО, Международный исследовательский институт климатических прогнозов, Бюро глобальных программ и Центр прогноза климата Национального управления США по исследованию океана и атмосферы, Агентство международного развития США, Метеорологическое бюро Соединенного Королевства, бюро IMGA/CNR в Болонье и Всемирный банк.

Оценки запасов энергии ветра

Ведя непрерывные поиски новых и возобновимых источников энергии, которые меньше загрязняли бы окружающую среду, в том числе и парниковыми газами, многие страны рассчитывают, что значительная доля необходимой им энергии будет поступать от систем преобразования энергии ветра (WECS). Прежде чем приступить к конкретным разработкам, необходимо тщательно изучить характеристики этого источника энергии. ВМО обладает богатым опытом оказания помощи НМГС и энергетическому сектору. Сюда относится и содействие при определении наиболее выгодных мест для размещения ветровых и солнечных электростанций.

Профессора Гавайского университета А. Дэниелс и Т. Шредер разработали некоторые правила оценки запасов энергии ветра для тропических островов. Их отчет под названием „Метеорологические аспекты и рекомендации по оценке и использованию ветра как источника энергии в тропиках“ вышел под номером WCASP-43 (ВМО-ТД-№ 826, июнь 1997). Вслед за несколькими общими вводными главами, в которых рассказано о развитии WECS и о тропической метеорологии, следует детальное описание испытывавшихся методов и опыта, накопленного в ходе обширных исследований, особенно применительно к Гавайям. Наиболее подробно описан метод

„точного выбора места с использованием метеорологического аэростатного зондирования“. Авторы считают данный метод наиболее подходящим при исследованиях, касающихся ветровой энергетики, особенно в тропиках.

ВСЕМИРНАЯ ПРОГРАММА КЛИМАТИЧЕСКИХ ДАННЫХ И МОНИТОРИНГА

Обзор состояния глобальной климатической системы

Шестое издание Обзора состояния глобальной климатической системы основано на событиях, произошедших в ней с декабря 1993 г. по май 1996 г. Это издание продолжает серию публикаций, выходящих каждые два года, начавшуюся с обзора за период 1982—1984 гг. Логическим продолжением предыдущих обзоров можно считать современные анализы традиционных параметров мониторинга климатической системы (МКС) и таких явлений, как Эль-Ниньо/южное колебание (ЭНКО). К основным моментам, нашедшим свое отражение в данной публикации, относятся: завершение длительной теплой фазы явления ЭНКО в 1995 г. и связанный с ним конец устойчивой засухи континентального масштаба в Австралии; рекордно теплый по глобальной температуре 1995 г.; обширные наводнения, произошедшие в 1995 г. как в бассейнах Миссисипи/Миссури в США, так и в долине Рейна в Европе; экстремальные по своим характеристикам сезоны ураганов и тайфунов в 1994 и 1995 гг.; ускоренное разрушение стратосферного озона. Этот обзор содержит новую климатическую информацию по океанам и криосфере, в том числе и данные об изменении солёности воды в северных океанах, а также данные мониторинга изменений ледников и вечной мерзлоты. Как и предыдущие обзоры, данная публикация предназначена для того, чтобы читатель мог ознакомиться с эволюцией и внутренней изменчивостью глобальной климатической системы, причем делается попытка представить краткосрочные климатические флуктуа-

ции в общем историческом контексте. Экземпляры Обзора можно получить в Департаменте Всемирной климатической программы при Секретариате ВМО (e-mail: dwcp@gateway.wmo.ch).

Разработка показателей, служащих для обнаружения изменения климата

Летом 1997 г. в рамках совместной инициативы ВМО/ГСНК/КЛИВАР по разработке показателей и индикаторов, предназначенных для мониторинга и обнаружения изменения климата, состоялся ряд совещаний. Во исполнение решения, принятого на семинаре по показателям и индикаторам экстремальных климатических явлений (Ашвилл, штат Северная Каролина, США, 3—6 июня 1997 г.), 10—11 июля в Мельбурне (Австралия) собрались члены специальной целевой группы по обнаружению изменения климата при рабочей группе ККл, чтобы составить планы разработок показателей, предназначенных для обнаружения изменения климата. На этом совещании были одобрены рекомендации, принятые в Ашвилле, и были предложены дополнительные, не рассматривавшиеся на предыдущем семинаре показатели, предназначенные, в частности, для мониторинга глобальной температуры земной поверхности, уровня моря и протяженности ледников.

Члены группы внесли также свои предложения, касающиеся круга задач вновь созданной совместной рабочей группы ККл/КЛИВАР по обнаружению климата. Эти предложения впоследствии были одобрены на двенадцатой сессии ККл (Женева, 4—14 августа 1997 г.). В состав новой рабочей группы будет включен докладчик по проблеме показателей, служащих для обнаружения изменения климата. Было предложено также установить связи с проектом по изучению прошлых глобальных изменений, выполняемым в рамках Программы „Геосфера—биосфера” с тем, чтобы совместно разрабатывать показатели, характеризующие эволюцию климата за последние 2000 лет.

Совещание РА IV по вопросам внедрения КЛИКОМ, КЛИПС и СД

Это совещание состоялось при Карибском метеорологическом институте (КМИ) (Бриджтаун, Барбадос) с 7 по 18 июля 1997 г. На нем присутствовали климатологи из 15 стран Региона, а также представитель ВМО. Многие страны Региона добились больших успехов в использовании КЛИКОМ. Так, система КЛИКОМ, развернутая в Белизе, весьма эффективно функционирует с самого момента установки при минимуме проблем. База данных содержит сведения, поступающие более чем от 30 метеорологических станций, причем некоторые из них ведут наблюдения с 1950-х годов. Здесь данные об осадках, агрометеорологические характеристики, данные автоматических, синоптических и аэрологических наблюдений. Система используется для оказания помощи консультантам, инженерам, фермерам, туристам, студентам и исследователям, заинтересованным в получении климатологических или агрометеорологических данных и информационной продукции. КЛИКОМ применяется также при подготовке национального ежемесячного бюллетеня, насчитывающего 120 подписчиков.

Другим примером может служить Тринидад и Тобаго, где система КЛИКОМ была установлена в сентябре 1986 г. В настоящее время база данных содержит результаты ежедневных наблюдений начиная с 1959 г., а также данные ежедневных наблюдений, выполняемых основными метеорологическими станциями страны начиная с 1980 г. Система КЛИКОМ используется для подготовки графиков осадков и температуры, а также временных рядов данных и для построения роз ветров. В течение пяти дней после окончания каждого месяца готовится национальный ежемесячный статистический обзор, рассылаемый примерно 30 клиентам. Кроме того, в течение двух месяцев после завершения соответствующего периода готовятся климатические сводки за каждые четыре месяца и за год, которые рассылаются в 35 адресов как в пределах страны, так и в другие страны Региона и земного шара.



*Бриджтаун, Барбадос, июль 1997 г. —
Участники совещания РА IV по вопросам
внедрения программ КЛИКОМ, КЛИПС и СД*

Участники совещания рассмотрели основные проблемы, связанные с эксплуатацией и обслуживанием систем КЛИКОМ в Регионе, и обсудили круг задач районного центра РА IV по поддержке КЛИКОМ и СД, создаваемого при КМИ при поддержке Соединенного Королевства в рамках Программы добровольного сотрудничества ВМО. Участники ознакомились с новыми аспектами применения программного обеспечения КЛИКОМ 3.0 и DataEase 4.53. Была принята рекомендация о том, чтобы ВМО продолжила подготовку специалистов при КМИ как на английском, так и на испанском языках. Кроме того, было рекомендовано создать районный центр поддержки КЛИКОМ в одной из испаноязычных стран, обладающей необходимым опытом в области эксплуатации КЛИКОМ. На совещании было отмечено, что оборудование и коммерческое программное обеспечение КЛИКОМ, использующиеся в Регионе, по большей части устарели и нуждаются в срочной замене.

Три дня работы совещания были посвящены обсуждению хода работ по программам СД и КЛИПС. В настоящее время осуществляется восстановление данных, содержащихся примерно на двух миллионах перфокарт, хранящихся в КМИ; в Белизе намечено развернуть работы с применением обычного оборудования для микрофильмирования. В Коста-Рике ожидают прибытия оптических сканеров и программного обеспечения, которые необходимы для начала работ по пилот-проекту, предусматрива-

ющему восстановление данных с перфокарт. Было рекомендовано разослать анкету, содержащую вопросы, касающиеся существующих возможностей восстановления данных.

Участники совещания пришли к выводу, что НМС Региона в настоящее время выдают некоторые виды информационной продукции, соответствующие требованиям КЛИПС, однако нехватка средств ограничивает их возможности в этой области. Поддержка со стороны Проекта КЛИПС ВМО в таких областях, как образование и подготовка кадров, модернизация систем КЛИКОМ, могла бы значительно способствовать полному внедрению различных компонентов КЛИПС.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ

Учебные мероприятия в Южной Африке

В рамках Семинара РА I по тропическим циклонам, проходившего в Претории с 8 по 15 октября 1997 г., были проведены учебные занятия, в которых участвовали 20 специалистов. Особое внимание было при этом уделено роли метеорологического обслуживания населения (МОН) в таких областях, как подготовка к борьбе со стихийными бедствиями и просвещение населения.

Была подчеркнута важность надлежащей координации с органами власти, отвечающими за действия в чрезвычайных ситуациях. Были описаны наиболее эффективные методы метеорологического обслуживания населения, распространения и представления соответствующей информации; был также представлен ряд рекомендаций.

Вторым событием стал Региональный учебный семинар по применению информационной продукции ГСОД и ВАФС и по методам представления прогнозов населению (Претория, 20—25 октября 1997 г.), предназначенный для представителей англоязычных стран Региона I. Задача семинара состояла в ознакомлении синоптиков с новейшими достижениями в этой области с целью оптимального использования и пред-

ставления численных прогнозов погоды (ЧПП).

Было рассказано о целях и масштабах Программы МОН ВМО, о задачах, стоящих перед Программой. Лекторы объяснили методы применения общих прогнозов и использования вероятностных прогнозов для обслуживания зависящих от погоды экономических секторов, а также рассказали о необходимости совершенствования координации действий с органами, занимающимися чрезвычайными ситуациями, и о важности обмена информацией об опасных явлениях погоды.

Особое внимание было уделено вопросам взаимодействия с общественностью в деле представления прогнозов с целью преодоления непонимания между научно-техническими специалистами и населением. Помимо лекций, с участниками семинара проводились практические занятия по подготовке прогнозов и их представлению в прессе, на радио и телевидении.

Учебный семинар по метеорологическому обслуживанию и оповещению населения

С 1 по 5 сентября 1997 г. в Нади (Фиджи) состоялся организованный совместными усилиями ВМО и Европейского Союза Учебный семинар по метеорологическому обслуживанию и оповещению населения. В работе семинара приняли участие 13 представителей 12 малых островных государств юга Тихоокеанского региона. Проводившийся в рамках Южнотихоокеанского проекта по модернизации системы оповещения о тропических циклонах семинар преследовал цель повышения общего качества и оптимизации содержания оповещений о тропических циклонах с тем, чтобы население и другие пользователи полностью понимали такие оповещения и знали, как следует на них реагировать.

В качестве преподавателей были приглашены проф. А. Оджер (Метеорологические службы Новой Зеландии), г-н К. О'Лоулин (Австралийское метеорологическое бюро) и г-н Р. Джелл (9-й канал телевидения, Мельбурн).

Участники семинара выступили с докладами, в которых рассказали о дея-



Сува, Фиджи, сентябрь 1997 г. — Участники Учебного семинара по метеорологическому обслуживанию и оповещению населения во время посещения Секретариата Южнотихоокеанского форума

тельности своих НМГС и, в частности, о структуре подразделений, отвечающих за метеорологическое обслуживание населения, о методах такого обслуживания. Было рекомендовано всячески укреплять связи с администраторами, занимающимися чрезвычайными ситуациями, путем налаживания рабочих контактов, проведения совместных совещаний по планированию, официально привлекая комитеты и советы по чрезвычайным ситуациям к сотрудничеству с НМГС. Одно из занятий было посвящено практической работе по подготовке материалов, предназначенных для публикации в прессе и представления на радио и телевидении. Был организован ряд поездок: однодневная экскурсия в г. Сува, визиты в радио- и телевизионные студии, посещение Секретариата Южнотихоокеанского форума.

В ходе последнего занятия участники представили индивидуальные планы совершенствования МОН в своих странах. Был составлен подробный перечень выдвинутых предложений, содержащий около 50 пунктов. Предлагались такие идеи, как укрепление контактов с потребителями, сотрудничество с учебными институтами, совершенствование средств связи, более интенсивное обучение персонала методам работы со средствами массовой информации, особенно с прессой, приглашение представителей органов, занимающихся чрезвычайными ситуациями, на регулярные оперативные совещания, изучение запросов по-

требителей и уровня их удовлетворенности предоставляемыми услугами.

СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Рабочая группа по вопросам влияния погоды и климата на сельскохозяйственное производство

8—11 сентября 1997 г. в Секретариате ВМО (Женева) под председательством д-ра В. Перарно (Франция) состоялось совещание рабочей группы КСхМ по вопросам влияния погоды и климата на сельскохозяйственное производство.

Были представлены доклады по следующим темам: использование фундаментальных знаний о связях между метеорологическими факторами, устойчивостью сельскохозяйственного производства и вопросами защиты коммерческих садов; анализ связей между метеорологическими переменными и сбором зерновых; влияние водоснабжения на устойчивость сельскохозяйственного производства; методы, используемые для оценки возможностей адаптации фермерских хозяйств и сельскохозяйственного сектора в целом к изменению климата и погоды; оперативные агрометеорологические методы (включая компьютерные), предназначенные для развивающихся стран; преобразование фундаментальных знаний в оперативные прикладные методы.



Женева, сентябрь 1997 г. — Участники совещания рабочей группы КСхМ по вопросам влияния погоды и климата на сельскохозяйственное производство

Группа пришла к выводу, что следует изучать влияние различных метеорологических факторов в целом, а в необходимых случаях проводить детальные исследования по конкретным видам растений. Было бы полезно усовершенствовать службы сезонного прогноза погоды, предназначенного для фермеров, причем в оперативных приложениях можно было бы использовать и модели посевов. Следовало бы собрать в разных странах сведения о том, насколько доступны и как широко применяются различные методы. Полезно было бы провести и критический анализ существующих методов.

Один из важных вопросов касался неадекватности наших знаний о последствиях изменения климата и погоды для коммерческих садов. Проблема адаптации к изменению климата должна рассматриваться на трех уровнях: для традиционных небольших ферм, для крупных ферм, использующих современные системы ведения хозяйства, и на национальном уровне. Участники совещания решили, что отчет каждого члена рабочей группы должен отражать три аспекта: качество, продуктивность и устойчивость. Обсуждались предложения, касающиеся структуры технического отчета о влиянии погоды и климата на сельскохозяйственное производство; были распределены обязанности по подготовке этого отчета.

Конвенция Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (ЮНККД)

Совещание по исходным данным для проведения сравнений и индикаторов

Это совещание было организовано временным секретариатом Межправительственного комитета по переговорам относительно опустынивания и состоялось в Международном центре изучения проблем развития в Оттаве (Канада) с 15 по 17 июля 1997 г. Цель совещания состояла в завершении отчета, который должен быть представлен на рассмотрение первой сессии Конференции участников ЮНККД.

В работе совещания приняли участие 28 экспертов из 14 стран, представители 6 агентств системы ООН, в том числе и представитель ВМО. После заслушивания официальных докладов участники разделились на три рабочие группы. Перед каждой группой стояли четыре задачи; следовало также обсудить и ряд сопутствующих вопросов.

В заключительном отчете всем участникам ЮНККД рекомендуется провести детальную инвентаризацию и обследование биофизических и социально-экономических условий в районах, оказавшихся под угрозой. Предложен метод, предусматривающий шесть этапов такого обследования. В отчете описаны также основные правила разработки систем мониторинга и оценки, информационных систем. Приведены некоторые соображения об использовании предлагаемого метода на локальном уровне.

**Межправительственный
комитет по переговорам
относительно Конвенции
по борьбе с опустыниванием
(ИНКД)**

В соответствии с решением ИНКД, принятым в ходе первой части его десятой сессии (штаб-квартира ООН, Нью-Йорк, 6—17 января 1997 г.), с 18 по 22 августа 1997 г. работа этой сессии была продолжена в помещении Бюро Организации Объединенных Наций в Женеве.

Временный секретариат подготовил документ об учреждении Постоянного секретариата и правилах его функционирования.

Были представлены документы о программе и бюджете, о внебюджетных фондах ИНКД, а также проекты постановлений, которые будут переданы на рассмотрение КОС. Среди участников совещания распространялись также документы, предназначенные для представления на первую сессию научно-технического комитета, которая будет проведена параллельно с сессией КОС-1. ВМО принимала активное участие в работах Временного секретариата по подготовке этих документов, особенно касающихся обследования и оценки состояния существующих сетей, исходных данных для проведения сравнений и инди-

каторов. ВМО присоединилась к возглавляемому ЮНЕП консорциуму членов, который совместными усилиями должен подготовить предложения по проведению обследования и оценки существующих сетей, институтов и учреждений, желающих войти в состав сети, призванной способствовать реализации ККД.

**Семинар по фондам,
предназначенным
для финансирования
исследований окружающей
среды и мер по борьбе
с опустыниванием**

Французская неправительственная организация *Solidarités agricoles et alimentaires* организовала с 1 по 3 июля 1997 г. в Угадугу (Буркина-Фасо) семинар по фондам, предназначенным для финансирования исследований окружающей среды и мер по борьбе с опустыниванием. В работе семинара приняли участие 53 специалиста. В основном это были не имеющие отношения к науке советники политических деятелей из стран Сахельской зоны.

Задача семинара состояла в том, чтобы объяснить собравшимся, каким образом можно получить экономическую помощь для реализации проектов по борьбе с опустыниванием от таких организаций, как Глобальный фонд по окружающей среде или *Fonds Français pour l'Environnement Mondial*. Обе эти организации занимаются только тремя конкретными проблемами: биологическое разнообразие, изменение климата и международные воды.

Важная часть совещания была посвящена демонстрации последствий опустынивания для глобальной окружающей среды. ВМО получила приглашение с просьбой направить на совещание своего представителя, который рассказал бы о связях между опустыниванием и парниковым эффектом, а также ответил бы на вопросы участников. Представитель ВМО выступил с лекцией на пленарном заседании и оказывал помощь двум рабочим группам, созданным для обсуждения практических вопросов.

Семинар по прогнозу климатической изменчивости, водным ресурсам и продуктивности сельского хозяйства: проблемы продовольственного обеспечения в Субсахарской Африке

Этот семинар состоялся 22—25 июля 1997 г. в Котону (Бенин) и собрал участников из 24 стран. Были рассмотрены состояние дел в области прогноза сезонной и межгодовой изменчивости климата в регионе, связь климатической изменчивости с водными ресурсами и продуктивностью сельского хозяйства. Было также решено провести в Субсахарском секторе долгосрочные региональные комплексные исследования.

Программа предусматривала проведение пяти пленарных сессий и совещаний трех рабочих групп. С приветствием при открытии семинара выступил Генеральный секретарь ВМО.

После пленарных сессий участники разделились на три рабочие группы. Первая группа обсуждала основные методы подготовки и распространения прогностической информации о климатической изменчивости. Вторая группа занималась разработкой региональных планов, предусматривающих использование прогностической информации об изменчивости климата в интересах сельского хозяйства, а третья группа рассмотрела ход региональных работ по применению прогностической информации о климатической изменчивости в деле управления водными ресурсами.

К наиболее заметным из рекомендаций, принятых тремя рабочими группами, можно отнести следующие:

- АКМАД должен стать центром всех работ по прогнозу климатической изменчивости, проводимых в Западной Африке;
- В марте 1998 г. будет начата подготовка к проведению форума по вопросам прогноза климата Западной Африки. Эту работу возглавит руководящий комитет, а организационные вопросы возьмет на себя АКМАД;
- Главные усилия по моделированию развития посевов в регионе будут сосредоточены на аридной зоне, где

выращиваются просо и сорго, и на влажной зоне (маис и маниока);

- При изучении водных ресурсов основное внимание следует уделять Западной Африке, взяв в качестве базовой зону водосбора. Небольшой комитет подготовит предложения по выбору экспериментального водосбора и по связыванию водосборов с оперативными сетями. Было предложено считать АКМАД региональным центром сбора и распространения данных.

Система глобальных изменений: анализ, исследования и обучение (START)

25—26 июля 1997 г. в Котону (Бенин) состоялось второе совместное совещание Североафриканского комитета (NAFCOM) и Южноафриканского комитета (SAFCOM) по системе START. Повестка дня совещания включала переборы научного руководящего комитета по системе START, рассмотрение документов, представленных секретариатом, создание panaфриканского секретариата по системе START, региональных комитетов, обсуждение вопросов членства и отчетов о совместных усилиях по изучению глобальных изменений в Африке.

Все пять тем, содержащихся в программе развития плана START на период 1997—2002 гг., имеют большое значение для ВМО, особенно первые три темы, касающиеся региональной климатической изменчивости и изменения климата, изменений в составе атмосферы и их последствий, изменений методов землепользования, характеристик почвенного покрова и последствий этих процессов. Следующее совместное совещание NAFCOM и SAFCOM намечено провести в июне 1998 г. в Габороне (Ботсвана).

Последние отчеты КСxМ

- Связи между погодой, климатом, устойчивостью сельскохозяйственного производства и защитой окружающей среды. С. М. Вирмани (1997. № 72)
- Экстремальные агрометеорологические явления. Г. Дж. Бенсон, Д. Дамбе, Т. Дарнхофер, Р. Гомме, Г. Н.

Мвонгела, Д. И. Педгли и В. Перарно (1997, № 73)

- Погода, климат, устойчивость сельскохозяйственного производства и защита окружающей среды. А. Брунетти, П. Б. Форд, Е. Т. Канемасу, В. Н. Лаблан, П. Ф. Миллз, Р. Мульдер, О. Д. Сиротенко и Ф. Ванг (1997, № 74)

АВИАЦИОННАЯ МЕТЕОРОЛОГИЯ

Учебная программа Всемирной системы зональных прогнозов (ВАФС)

В Асунсьоне (Парагвай) с 21 по 25 июля 1997 г. состоялся Учебный семинар по авиационной метеорологии, посвященный вопросам обработки, модификации и представления данных и информационной продукции ВАФС. В работе семинара, организованного совместно с ИКАО на средства, выделенные США, приняли участие 23 специалиста из Аргентины, Боливии, Бразилии, Венесуэлы, Колумбии, Кубы, Парагвая, Перу, Суринама, Уругвая, Чили и Эквадора.

В качестве преподавателей на семинаре работали трое сотрудников Национальной службы погоды (НСП) США. Наряду с оперативными аспектами программного обеспечения PCGRIDDS, которое в ходе семинара было главным инструментом моделирования, освещались такие вопросы, как прогноз погоды в Южной Америке, использование системы STAR4 ВАФС, усовершенствованные методы прогноза, подготовка прогнозов TAF и прогнозов сильных осадков.

Задача семинара состояла в том, чтобы рассказать участникам об оперативном применении данных, предоставляемых рабочей станцией STAR4 ВАФС, и об оптимальных способах использования возможностей этой станции. В процессе подготовки семинара были собраны файлы, содержащие сведения о ряде конкретных исследований, а также файлы GRID, относящиеся к разным сезонам и различным районам континента. В результате удалось провести хорошо организованное и достаточно информа-



Асунсьон, Парагвай, июль 1997 г. — Некоторые из участников Учебного семинара по авиационной метеорологии, посвященного вопросам обработки, модификации и представления данных и информационной продукции ВАФС (слева направо): международный координатор М. Дейвисон (НСП, США); научный сотрудник оперативного отдела НСП в Сан-Хуане С. Беннетт (США); технический сотрудник метеорологического отдела ИКАО Н. Ариас; ведущий синоптик отдела НСП в Сан-Хуане Р. Гарсия (США); руководитель отдела авиационной метеорологии ВМО К. Дж. Маклеод

тивное учебное мероприятие по численному прогнозу погоды (ЧПП).

Семинар начался с вводной лекции по ВиСАТ/ВАФС, после чего был дан обзор методов ЧПП. Это позволило участникам разобраться в функционировании моделей. Учебная программа была построена таким образом, что вслед за обсуждением той или иной метеорологической темы проводились практические занятия. Ознакомление с текстами программ PCGRIDDS позволило участникам быстро освоить практическое применение этого программного обеспечения.

Одним из результатов семинара стало понимание того факта, что энтузиазм, возникающий у участников подобных учебных мероприятий, следует использовать и далее, проводя те или иные курсы повышения квалификации либо дополнительное обучение. С этой целью НСП приступает к проведению специализированного обучения через сеть „Интернет“*. Уже имеются учебные материалы на испанском языке; скоро такие же материалы будут доступны и на пор-

* <http://www.ncep.noaa.gov/HPC/international/intnl.shtml>

тугальском языке. Планируется подготовить подобные пособия на английском и испанском языках, ориентируя их на страны Карибского бассейна, а также на северные государства Южной Америки. Южноамериканский отдел НСП начал с вопросов динамики струйных течений, а в дальнейшем будут освещены все другие атмосферные процессы с переходом к методам прогноза погоды, применяемым при обслуживании авиации.

Применение методов ЧПП в авиационной метеорологии и распространение информационной продукции через спутниковые и наземные системы

С 30 июня по 4 июля 1997 г. при Метеорологическом колледже в Шинфилд-Парк, близ Рединга, состоялся пятый совместный Авиационный семинар Метеорологического бюро Соединенного Королевства (МБСК) и ВМО. В его работе приняли участие 23 специалиста со всего земного шара от Европы до Азии. В основном это были синоптики авиационных служб, сотрудники гражданской авиации и служб управления воздушным движением.

Специалисты МБСК прочли лекции по таким вопросам, как общие организационные аспекты, производство и распространение информационной продукции ВАФС, спутниковая система распространения данных и ГСТ, конкретные проблемы прогноза погоды для

местных аэродромов, требования, предъявляемые национальными авиационными предприятиями.

Были организованы два посещения штаб-квартиры МБСК, где участники семинара смогли ознакомиться с оборудованием НМЦ и с информационными технологиями. В частности, они получили возможность практически поработать с полуавтоматической системой, применяемой для построения карт SIGWX ВАФС. Был проведен краткий визит в оперативные подразделения Европейского центра среднесрочных прогнозов погоды.

Участники семинара, объединившиеся в целеустремленную и дружелюбную группу, задавали множество проницательных и весьма трудных вопросов. По данным анкеты, распространенной среди участников семинара с целью определения субъективной оценки его качества, семинар получил среднюю оценку в 92,5 %.

Как и в предыдущие годы, успех семинара стал результатом совместных усилий, поддержки и доброй воли каждого из участников. С 1992 г., когда было организовано первое подобное мероприятие, в работе авиационных семинаров МБСК/ВМО приняли участие более 100 специалистов, представлявших по меньшей мере 60 стран. Надо надеяться, что такая практика будет продолжена и впредь. В настоящее время уже готовятся планы проведения семинара 1998 г.



Реддинг, Соединенное Королевство, июль 1997 г. — Участники пятого совместного Авиационного семинара МБСК/ВМ

Фото: МБСК

Проводимые каждые два года курсы ВМО/НУОА по гидрологическим прогнозам

7 июля 1997 г. начались занятия на 12-х учебных курсах по гидрологическим прогнозам. Эти курсы проводятся ВМО совместно с Национальным управлением по исследованию океанов и атмосферы (НУОА) США при Калифорнийском университете (г. Дейвис). Более 50 студентов прислали заявки о зачислении на эти пользующиеся большим авторитетом курсы; 10 студентам были предоставлены стипендии.

В ходе этих уникальных восьминедельных курсов студенты изучают системы оповещения о наводнениях, экстремальные гидрологические явления, методы трассеров, приборы и методы измерения характеристик потоков, способы эксплуатации водохранилищ и методы оценки данных, предназначенных для составления прогнозов и использования в прикладных гидрологических моделях. В процессе практических занятий, проводимых в компьютерной лаборатории, студенты учатся работе с моделью территории водосбора Сакраменто, которая является одним из основных компонентов системы прогнозов режима рек (Национальная служба погоды). Программой курсов предусматриваются поездки в Центр прогнозов режима рек по штатам Калифорния и Невада (НСР), на автоматическую станцию локальных наблюдений в реальном масштабе времени (ALERT), в Центр гидрологического строительства Инженерной службы армии США (USACE) в г. Дейвис. Студентам рассказывают о роли и деятельности ВМО, в том числе о структуре гидрологической оперативной многоцелевой системы (ГОМС).

Все преподаватели являются видными специалистами в своих областях, пользующимися авторитетом как на национальном, так и на международном уровне. Дополнительные занятия проводят сотрудники ряда американских учреждений, включая USACE, Геологичес-

кую службу США и Национальную службу погоды.

Когда после окончания обучения студенты возвращаются по домам, они сами превращаются в учителей, передавая приобретенные технические знания своим коллегам. За период с 1978 г., когда состоялись первые такие курсы, обучение прошли почти 200 студентов из более чем 60 стран. Многие из них по возвращении домой стали лидерами в области оперативной гидрологии и с успехом представляют свои страны на международных совещаниях.

Гидрология на юго-западе Тихого океана

Сеть контактов ВМО с гидрологами юго-запада Тихоокеанского региона охватывает морские просторы и обширные, хотя и слабо заселенные, участки суши. Эти контакты служат объединению усилий специалистов, работающих в данной области, которые нередко несколько изолированы от своих коллег из других стран. Такая роль ВМО стала очевидной в ходе четвертой сессии рабочей группы по гидрологии Региональной ассоциации V. Сессия состоялась в июле 1997 г. в Брисбене (Австралия).

К австралийским гидрологам присоединились коллеги из Индонезии, с Островов Кука, из Малайзии, Новой Зеландии, Новой Каледонии, Сингапура, с Фиджи и из Филиппин. Собравшиеся обменялись опытом работы в самых разных условиях — от полузасушливых равнин и экваториальных горных районов до коралловых островов.

Под председательством проф. Пола Мосли (Новая Зеландия) они обсудили такие вопросы, как ГОМС, проектирование сетей и гидрологические аспекты тропических циклонов. Состоялись также дискуссии по вопросам международного обмена гидрологическими данными, по системам оценки качества работы персонала, потенциальным возможностям внедрения компонента Всемирной системы наблюдений за гидрологическим циклом в Тихоокеанском регионе.

Результаты работы членов группы будут представлены в серии докладов, которые направляются на двенадцатую сессию Региональной ассоциации V. Эту

сессию планируется провести в сентябре 1998 г.

ГЦДС обсуждает свои планы

25—27 июня 1997 г. в Кобленце (Германия) состоялась третья сессия комитета управляющих Глобальным центром данных по стоку (ГЦДС). В ходе обсуждения деятельности Центра за два года, прошедшие после предыдущей сессии комитета, было отмечено, что по мере расширения известности Центра поступает все больше заявок на данные. Почти 60 % таких заявок связано с изучением региональных и глобальных изменений, а также с исследованием процессов, происходящих в системе суша—океан—атмосфера. Около 25 % заявок поступает от исследователей, занятых изучением запасов пресной воды на региональном и глобальном уровнях. Такое применение данных в последнее время быстро расширяется в связи с растущей озабоченностью по поводу продолжающегося повышения спроса на ограниченные мировые запасы пресной воды. Необходимость обеспечения мирового сообщества данными и информацией о наличии и использовании пресной воды, а также роль ГЦДС обсуждались на специальной сессии Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций в июне 1997 г.

Четвертый семинар по модели стока талых вод

Модель стока талых вод (SRM) разрабатывается уже на протяжении ряда лет и теперь является эффективным оперативным инструментом. В модели широко используются спутниковые изображения, что позволяет прогнозировать сток для регионов, где таяние снегов представляет собой важный фактор. Как и во всех подобных случаях, эффективность гидрологической модели решающим образом зависит от наличия практического опыта. С учетом этого за последние несколько лет при поддержке ВМО, МАГН и нескольких швейцарских институтов было проведено несколько семинаров по SRM.

С 29 июня по 3 июля 1998 г. в Берне (Швейцария) пройдет четвертое подобное мероприятие, посвященное последним достижениям в таких областях, как

моделирование стока, картирование снежного покрова и доработка программного обеспечения SRM для учета влияния изменения климата на параметры снежного покрова и стока талых вод в течение всего годового цикла. Особое внимание будет уделено проблемам, связанным с нехваткой фактических данных. Желающие принять участие в этом семинаре могут обратиться по адресу:

Mrs Susan Schriber, Department of Geography, University of Berne, Hallerstrasse 12, 3012 Berne, Switzerland.

Тел.: (031) 631 88 59.

Факс: (031) 631 85 11.

E-mail: schriber@giub.unibe.ch/

Интернет: <http://www.giub.unibe.ch/remsen/>

Вода: угрожает ли нам кризис?

Международная конференция под таким названием, посвященная обсуждению проблем водных ресурсов в начале XXI в., будет созвана в Париже с 3 по 6 июня 1998 г. Цель совещания будет состоять в том, чтобы проанализировать имеющиеся знания в этой области, определить проблемы, связанные с возрастающим спросом на пресную воду, выработать рекомендации о путях решения таких проблем для международного научного сообщества. Конференция финансируется совместно ВМО, МАГН и недавно образованным Всемирным советом по воде.

Желающие принять участие в Конференции могут обратиться по адресу: Division of Water Sciences, UNESCO, 1, rue Miollis, 75732 PARIS Cedex 15, France. Факс: (33 1) 45 68 58 11.

Стокгольм как центр научных совещаний по водным проблемам

В столице Швеции, расположенной на семи островах, более чем где-либо понимают роль воды для жизни людей и для окружающей среды. В рамках устраиваемого ежегодно в Стокгольме Водного фестиваля проводятся многочисленные совещания, имеющие отношение к этой проблематике, причем некоторые из подобных совещаний имеют огромное значение для ВМО. В этом году фестиваль проходил с 10 по 16 августа.

Стокгольмский симпозиум по водным проблемам

К главнейшим событиям можно отнести Стокгольмский симпозиум по водным проблемам, одновременно с которым проводилась Конференция по экологии использования закрытых прибрежных озер. На этих двух проводившихся совместно мероприятиях были затронуты вопросы, связанные с продолжающейся деградацией прибрежных морских зон, а также внутренних озер и рек. Почти три четверти населения земного шара живет не далее 100 км от моря, и их благосостояние зависит от таких видов деятельности, как рыболовство, судоходство, туризм, индустрия отдыха, сельское хозяйство и промышленность. Источником примерно 80 % загрязняющих веществ, приводящих к деградации прибрежных вод, является деятельность человека в дренажных бассейнах рек, впадающих в эти воды. Озабоченность вызывает и загрязнение, связанное с судоходством, добычей полезных ископаемых и бурением, а также с использованием нефтепродуктов.

Совместное совещание проходило под общим названием „Река и море — взаимосвязи между наземной деятельностью, пресной водой и состоянием замкнутых прибрежных районов". В этом мероприятии в общей сложности приняло участие более 1000 специалистов по морским и пресноводным сетям, представлявших около 80 стран. На двух пленарных сессиях и 12 семинарах основное внимание было уделено ярко выраженным взаимосвязям, существующим между методами землепользования и состоянием прибрежных экосистем. Такие взаимосвязи обусловлены прежде всего перемещением пресной воды. Среди других тем были: экономичное использование прибрежных зон, включая необходимость экосистемного подхода; роль пресной воды как переносчика питательных и загрязняющих веществ; связи между методами землепользования и качеством воды. Были представлены доклады о детальных обследованиях шести прибрежных районов (Балтийское и Черное моря, внутреннее озеро Сето, Чесапикский залив, Таиландский залив и озеро Виктория).

Особый интерес представлял семинар, на котором рассматривались проблемы обмена глобальными ресурсными данными. Здесь обсуждались международные сети информационного обмена и связи, имеющие отношение к трансграничным рекам и водоемам, а также к их дренажным районам. Такие сети существуют уже сегодня (регион Великих озер в Северной Америке и Балтийское море); обсуждаются возможности их развертывания и в других регионах (Мексиканский залив и Аральское море). Участников семинара ознакомили с концепцией ВСНГЦ/СНГЦ и с последними разработками в этой области.

На заключительном пленарном заседании было принято Стокгольмское заявление о взаимосвязях между наземной деятельностью, состоянием запасов пресной воды и замкнутых прибрежных озер. Была выражена глубокая озабоченность в связи с теми трудностями, которые возникают во всем мире, когда страны пытаются справиться с угрозой для нашей общепланетарной системы жизнеобеспечения, обусловленной плачевным состоянием водных ресурсов. Конференция рекомендовала всем правительствам, межправительственным и неправительственным организациям, другим политическим и административным органам принять все меры к тому, чтобы снизить уровень загрязнения замкнутых прибрежных озер до безопасных значений, основываясь при этом на следующих четырех принципах:

- Последовательное применение целостного подхода: дренажный бассейн и относящиеся к нему прибрежные озера должны рассматриваться как единая динамическая комплексная система;
- Углубление знаний: долгосрочная устойчивая эксплуатация прибрежных ресурсов должна быть основана на синтезированной информации о присущих данной зоне экологических, социальных, экономических и политических характеристиках;
- Развитие активного диалога: все решения и действия должны учитывать конкретные задачи региона и быть основанными на реалистичных оценках состояния социальных, экономи-

ческих, технических и профессиональных ресурсов конкретных стран;

- Локальный характер действий: следует мыслить регионально, т. е. исполнение необходимых технических и законодательных мероприятий должно быть ориентировано на местные запросы.

Стокгольмская „водная“ премия в размере 150 000 долларов США была присуждена проф. Питеру С. Иглсону (США) за его деятельность в области гидрологии и гидрологических прогнозов.

Глобальное партнерство в области изучения водных ресурсов

Еще одним важным событием стало второе ежегодное совещание консультативной группы по глобальному партнерству в области изучения водных ресурсов (ГПВ), состоявшееся 14—15 августа 1997 г. Эта группа представляет собой высший руководящий орган ГПВ и собирается дважды в год. Ее председателем является лично вице-президент Всемирного банка, а секретариат группы располагается в Стокгольме при Шведском агентстве корпорации международного сотрудничества. В составе группы имеется также технический консультативный комитет (ТАС), состоящий из 12 специалистов международного уровня и ученых, обладающих богатым опытом в различных дисциплинах, имеющих отношение к эксплуатации водных ресурсов.

На совещании были рассмотрены результаты, достигнутые в рамках ГПВ с момента образования этой организации в августе 1996 г. Был также представлен отчет о развитии партнерства за период после совещаний, состоявшихся в Виндхукке (Намибия) и Маниле (Филиппины). Обсуждались круг задач ТАС на период после 1997 г. и отдельные направления деятельности комитета, а также рабочая программа на 1998—1999 гг. Участники совещания были проинформированы о результатах деятельности так называемых дискуссионных групп, обсуждавших через „Интернет“ различные вопросы, касающиеся ГПВ, такие, как возможные направления сотрудничества, НПО и региональные сети. За-

тем участники продолжили работу в составе небольших целевых групп, рассмотревших вопросы дальнейшего развития ГПВ, обслуживание организационных членов и вопросы членства. Результаты дискуссий, состоявшихся в целевых группах, были представлены на пленарное заседание для окончательного рассмотрения.

По результатам обсуждения ГПВ и соответствующих программ было принято решение, предусматривающее, что каждое из определенных на совещании основных „окон“ (комплексное использование водных ресурсов, ирригация и дренирование, водоснабжение и санитария, окружающая среда и экосистемы, возможно, также гидроэнергетика) должно обеспечиваться межсекторной поддержкой в форме организационных и нормативных соглашений, а также необходимыми данными и мониторингом.

Был продемонстрирован так называемый электронный форум ГПВ (называемый также „информационная почта“). Он был разработан Стокгольмским институтом по вопросам окружающей среды совместно со Всемирным банком и предназначен для обслуживания членов ГПВ.

Семинар по случаю 20-летнего юбилея Конференции в Мар-дель-Плата

Третьим интересным событием стали проводившиеся 16 августа 1997 г. торжества, устроенные Стокгольмским международным гидрологическим институтом по случаю 20-летнего юбилея Конференции в Мар-дель-Плата. Для того чтобы отметить тройной юбилей трех важных конференций, а именно 25-летнюю годовщину Стокгольмской конференции по окружающей человека среде, 20-летнюю годовщину Конференции ООН по водным проблемам в Мар-дель-Плата и пятилетнюю годовщину Конференции ООН по окружающей среде и развитию (Рио-де-Жанейро), Институт организовал однодневный семинар под названием „Вода в предстоящие 30 лет — исключить грозящий водный кризис“. Цель семинара состояла в том, чтобы в комплексе оценить успехи и неудачи прошедших десятилетий, сформулировать концепции дальнейшего разви-

тия, наметить задачи и стратегии на ближайшие 30 лет.

Первая часть семинара была посвящена ключевым политическим моментам применительно к различным регионам мира и локальным последствиям проводимой политики. Было рассказано об основных уроках периода, прошедшего после Конференции в Мар-дель-Плата, о проблемах, имеющих отношение к воде и продовольственному снабжению, о том, что потребности в воде должны учитываться в национальных экономических долгосрочных планах. Затем представители каждого из четырех регионов обсудили политические подходы для четырех различных категорий ситуаций, характеризующих разными соотношениями между нагрузкой на водные ресурсы и характеристиками экономического развития. Эти категории были определены в ходе проведения детального обследования состояния запасов пресной воды. Семинар завершился групповой дискуссией, по результатам которой были приняты рекомендации, касающиеся действий правительств, ГПВ и Всемирного совета по воде, общей ответственности потребителей и частного сектора.

Конгресс Международной ассоциации по водным ресурсам (МАВР)

Всемирные конгрессы МАВР по водным ресурсам проводятся каждый второй год, начиная с 1973 г. Девятый из них проходил с 1 по 6 сентября 1997 г. во Дворце конгрессов в Монреале. Среди главных задач Конгресса были следующие:

- Обмен знаниями и информацией по проблемам, имеющим отношение к воде;
- Обсуждение существующих и перспективных проблем, связанных с водой;
- Пропаганда важности основных водоресурсных проблем среди общественности и администраторов.

Общая тема Конгресса называлась „Перспективы развития водных ресурсов в XXI в.: конфликты и возможности“. Выбор главной и других тем был обусловлен той озабоченностью, которую вызывает состояние водных ресур-

сов планеты Земля, и быстрым ростом спроса на воду в условиях ограниченности запасов и постоянного, катастрофически быстрого ухудшения качества воды. На пленарных, стендовых и специальных сессиях было представлено более 400 докладов, посвященных этим проблемам.

На Конгрессе присутствовали и выступали ведающие водными ресурсами министры ряда стран, высокопоставленные сотрудники учреждений Организации Объединенных Наций и других международных организаций, руководители неправительственных организаций и профессиональных ассоциаций, представители частного сектора, ученые и специалисты самых разных направлений. Всего в работе Конгресса приняли участие 850 специалистов из 100 стран.

Одновременно с Конгрессом состоялись совещания Исполнительного совета МАВР, Совета управляющих и Генеральной ассамблеи Всемирного совета по воде. Среди других мероприятий можно отметить выставку продукции и услуг, на которой было представлено более 33 организаций, конкурсы детского рисунка и фотографий, связанных с водой, церемонию вручения наград.

ВМО входит в состав Совета управляющих Всемирного совета по воде

2—3 сентября 1997 г. в Монреале прошла первая Генеральная ассамблея недавно созданного Всемирного совета по воде (BCV).

В настоящее время в составе BCV насчитывается 144 члена (44 национальных правительственных агентства, занимающихся водными ресурсами, 14 НПО, 10 международных организаций, 54 частные фирмы, 15 национальных ассоциаций и шесть региональных учреждений). 4 июля 1997 г. членом Совета стала и ВМО. В работе первой Ассамблеи Совета приняли участие 110 членов и 120 наблюдателей.

Прежде всего на Ассамблее были решены вопросы, непосредственно касающиеся будущей деятельности Совета: с небольшими изменениями был утвержден проект устава и бюджет на предстоящий отчетный год в размере 1 млн. долларов США.

Затем собравшиеся перешли к выбору Совета управляющих, состоящего из 38 членов, включая ВМО и родственные ей организации, такие, как ЮНЕСКО, ПРООН и Всемирный банк.

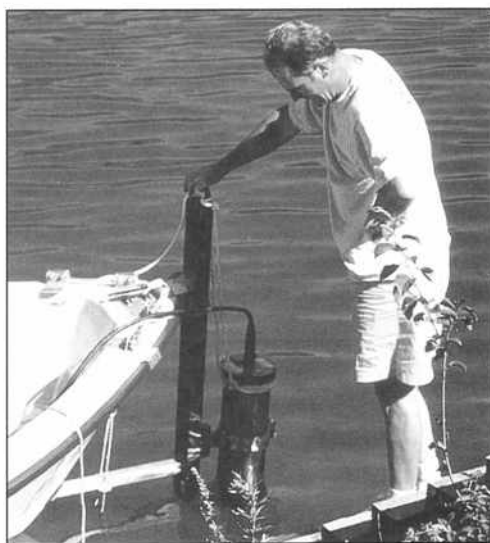
Учебные курсы по гидрологии в Словении

С 15 по 19 сентября 1997 г. Гидрометеорологический институт Словении при поддержке ВМО провел в г. Краньска Гора учебные курсы по гидрологии. В работе курсов приняли участие 13 специалистов из девяти стран (Албания, Босния и Герцеговина, Грузия, Румыния, Словакия, Словения, бывшая Югославская Республика Македония, Хорватия, Чешская Республика). Каждый из участников представил информацию о состоянии дел в своей гидрологической службе.

Г-да Маттиас Адлер (Федеральный гидрологический институт, Германия), Антон Фельдер (фирма „Отт Гидрометрия“, Германия) и Ханспетер Ходель (Национальное управление по гидрологии и геологии, Швейцария) выступили с лекциями о методах измерений водных характеристик. Курсы состояли из двух частей: теоретического объяснения различных вопросов, в том числе основных принципов, устройства приборов, методов измерений и практических приемов, и полевых занятий, в ходе которых участники обучались практическому применению метода измерения скорости переноса солей, метода магнитной индукции, использованию пропеллерного измерителя параметров потока (вертушки) и акустического доплеровского прибора для измерения профилей скорости в потоках (ADCP). На основе полученных полевых данных проводились расчеты расхода воды с последующим сравнением результатов. Таким образом, участники имели возможность непосредственно ознакомиться с различными методами.

Представитель Секретариата ВМО рассказал о существующих стандартах и методах, рекомендуемых Организацией. Участники и лекторы внесли ряд предложений и пожеланий, которые будут рассмотрены на ближайшей сессии консультативной рабочей группы КГи.

Организация курсов и условия, созданные принимающей стороной, были



Работа с акустическим доплеровским прибором для измерения профилей скорости в потоках во время проведения учебных курсов по гидрологии в г. Краньска Гора (Словения) в сентябре 1997 г.

прекрасными. В результате это мероприятие прошло весьма успешно, а его участники не только многому научились, но и завязали ценные контакты со специалистами, работающими в данной области. Среди итогов — рекомендации, касающиеся будущей деятельности КГи, связей стран-Членов с ВМО и перспективных потребностей в части подготовки гидрологических кадров.

ОБРАЗОВАНИЕ И ПОДГОТОВКА КАДРОВ

Последние события в области образования и подготовки кадров

Учебный семинар по вопросам составления программ обучения

С 1 по 5 сентября 1997 г. в колледже Метеорологического бюро Соединенного Королевства (Шинфилд-Парк, Рединг) состоялся Учебный семинар по вопросам составления программ обучения. В работе семинара приняли участие 19 специалистов, представлявших все шесть Региональных ассоциаций ВМО. Основная цель семинара заключалась в том, чтобы познакомить его участников

с достижениями в области составления программ обучения и с междисциплинарным подходом к решению таких проблем, который способствует большей гибкости в приобретении навыков и знаний, необходимых для обеспечения текущей и будущей деятельности национальных метеорологических и гидрологических служб.

Расписанием занятий были предусмотрены проходившие под руководством преподавателя групповые дискуссии, в ходе которых участники рассказывали о том, чему они научились накануне, и как они намерены применять эти знания на своих рабочих местах. С этой целью каждый имел индивидуальный „учебный журнал“. Каждый участник семинара получил набор из семи учебников под общим названием „Необходимые сведения по вопросам обучения“. Книжки были изданы Институтом персонала и развития Соединенного Королевства. В ходе лекций на экране демонстрировались слайды, использовались также печатные материалы и дискеты. В программу было включено посещение Национального метеорологического центра в Бракнелле.



Шинфилд-Парк, Реддинг, Соединенное Королевство — Участники Учебного семинара по вопросам составления программ обучения (1—5 сентября 1997 г.)

Фото: Колледж Метеорологического бюро

Семинар стал еще одним примером того замечательного сотрудничества, которое существует между Метеорологическим бюро и ВМО. Эти организации совместно стараются внедрить в процессы образования и подготовки кадров новые методы, что позволит решить проблемы в области людских ресурсов, с которыми сталкиваются страны—Члены ВМО, особенно развивающиеся.

Учебные курсы по методам преподавания

При Африканской школе метеорологии и гражданской авиации (АШМГА), имеющей статус Регионального метеорологического учебного центра ВМО (см. статью на с. 115), с 4 по 8 августа 1997 г. были проведены Учебные курсы для национальных преподавателей. Занятия велись на французском языке. Тридцать три участника представляли различные институты, расположенные в Нигере (такие, как АШМГА, центр АГРГИМЕТ, АКМАД) и в других государствах Африки и Европы.



Ниамей, Нигер, август 1997 г. — Участники Учебных курсов ВМО по методам преподавания, проводившихся при Африканской школе метеорологии и гражданской авиации

Работа курсов началась с выступления постоянного представителя Нигера при ВМО г-на Идрисса Алсо, а затем участников приветствовали директор АШМГА г-н Матиас Чимбидима и директор Департамента ВМО по образованию и подготовке кадров д-р Г. В. Некко.

Задача курсов состояла в том, чтобы передать национальным и региональным преподавателям опыт, накопленный в таких областях, как составление учебных программ и модулей, планирование и проведение учебных мероприятий, отбор методов обучения без отрыва от производства, оценка результатов обучения, использование компьютерных методов и заочного обучения. Совместно с АКМАД было организовано практическое занятие по применению сети „Интернет“ для учебных целей.

Преподавателями были сотрудники Национальной метеорологической школы (Франция), АШМГА, Центра АГРГИМЕТ, расположенного в Ниамее, Гидрометеорологического учебного-науч-

ного института (Оран, Алжир) и Секретариата ВМО.

Краткосрочные учебные курсы в РМУЦ Тегеран

В Региональном метеорологическом учебном центре (РМУЦ) ВМО, расположенном в Тегеране (Исламская Республика Иран), с 27 сентября по 9 октября 1997 г. были проведены краткосрочные учебные курсы по трем темам: использование КЛИКОМ, спутниковая метеорология и агрометеорология.

На церемонии открытия курсов выступили министр дорог и транспорта Его Превосходительство г-н Махмуд Хойати, Генеральный секретарь ВМО проф. Г. О. П. Обаси, а также вице-министр дорог и транспорта, генеральный управляющий Метеорологической организации Исламской Республики Иран (МОИРИ) д-р А. М. Ноориан.

Проф. Обаси отметил, что участники курсов (41 человек) были отобраны из большого числа кандидатов от 27 стран—Членов ВМО, расположенных в Африке, Азии, на юго-западе Тихоокеанского региона и в Европе. Столь большой наплыв кандидатов говорит о большом значении, которое страны-Члены придают этим курсам, и о доверии международного метеорологического сообщества к учебным программам и персоналу МОИРИ. Среди преподавателей были три специалиста из Китая, Индии и Японии.

Участники подтвердили полезность специализированных курсов для их профессиональной деятельности. По возвращении домой они намерены поделиться полученными техническими знаниями и опытом со своими коллегами, что еще более увеличивает полезность курсов.

В рамках Программы добровольного сотрудничества ВМО и при частичном участии Секретариата ВМО Исламская Республика Иран оплатила организацию курсов, включая проезд и командировочные расходы иностранных участников и преподавателей. Подобные курсы планируется проводить при РМУЦ Тегеран и в дальнейшем.

Предстоящие события в области образования и подготовки кадров

Региональный семинар для национальных преподавателей из РА I и VI

Этот семинар намечено провести в Найроби (Кения) с 20 апреля по 1 мая 1998 г. Его цель заключается в том, чтобы содействовать разработке и внедрению новых методов подготовки метеорологического персонала, в углублении знаний преподавателей в конкретных областях метеорологии. Занятия будут проводиться на английском и французском языках одновременно. Предполагается, что в работе семинара примут участие примерно 25 человек, которые будут отобраны среди специалистов классов I и II, особенно работающих преподавателями в области подготовки оперативного персонала. Программа занятий предусматривает лекции и практические занятия, а также выступления участников с докладами о методах обучения, используемых в их странах.

Учебная публикация ВМО

Учебная публикация по проблеме изменения климата

Участники Всемирного Метеорологического Конгресса, а также сотрудники различных подразделений ВМО неоднократно подчеркивали важность издания учебных материалов „Голубой серии“. Группа экспертов ИС по вопросам образования и подготовки кадров на своей последней сессии (Нанкин, Китай, 29 апреля — 3 мая 1996 г.) отметила необходимость включения в эту серию новых тем, таких, как проблема глобального климата.

Проф. Д. Хотон (Университет Мэдисон, штат Висконсин, США), заключивший с ВМО контракт сроком на один год, готовит учебник по вопросам изменения климата, предназначенный для метеорологического персонала класса I ВМО. Проф. Хотон является известным ученым, опубликовавшим свыше 40 работ, более половины из которых посвящены динамике климата и численному моделированию общей циркуляции. Он принимает самое активное участие в преподавательской деятельности на университетском уровне.

Ожидается, что учебник выйдет в свет в конце 1998 г.

Анкеты

Примерно 80 стран—Членов ВМО прислали ответы на вопросы анкеты, дав свою оценку системе классификации метеорологического персонала классов I, II, III и IV ВМО, изложенной в главе 2 *Руководства по образованию и подготовке кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО № 258). На основе анализа ответов представляется, что система классификации и соответствующие учебные программы нуждаются в серьезной переработке. Судя по всему, необходимы два основных изменения, а именно:

- Сократить число классов;
- Переработать структуру учебных программ с тем, чтобы обеспечить им большую гибкость и четко определить цели обучения.

В настоящее время готовится новое анкетирование с целью выяснения положения дел в странах-Членах в области образования и подготовки кадров, а также потребностях на будущее. Это анкетирование намечается провести в 1998 г.

Преподавание метеорологии в Африканской школе метеорологии и гражданской авиации

М. ДАЙЕРРА и Д. КИССЕ
Африканская школа метеорологии и гражданской авиации,
Ниамей, Нигер

История вопроса

Африканская школа метеорологии и гражданской авиации (АШМГА) была создана в 1963 г. Агентством по обеспечению безопасности воздушного движения над Африкой и Мадагаскаром по поручению министров, отвечающих за гражданскую авиацию в странах, подписавших соглашение в Яунде.

Хотя главная задача АШМГА состояла в организации начального обучения метеорологического и вспомогательного персонала, а также специалистов, обслуживающих авиацию, сфера ее деятельности вскоре расширилась.

Подготовка специалистов в области метеорологии

Уже через два года после своего появления АШМГА организовала проведение двух учебных курсов повышения квалификации метеорологического персонала аэропортов и сотрудников станций аэрологического зондирования.

Учебные курсы по метеорологическим приборам, которые стали проводить с 1974 г., призваны повысить квалификацию помощников метеорологов и техников, занимающихся обслуживанием основных метеорологических приборов.

В 1978 г. Комитет министров стран-членов соглашения АСЕКНА принял решение об открытии учебных курсов по метеорологии и оперативной практике; четырьмя годами позже была набрана первая группа студентов.

В 1990 г. открылись еще двое учебных курсов: по тропической и спутниковой метеорологии и курсы для начальников наземных наблюдательных станций.

В 1991 г. открылись курсы по прогнозам. В первое время они были рассчитаны прежде всего на лиц, занятых оперативными прогнозами. Цель этих курсов заключается в практическом обучении специалистов методам одновременного и координированного использования при прогнозах различных материалов (карт, сводок, спутниковых и радиозондовых данных) в интересах полного удовлетворения запросов потребителей.

Начиная с 1992 г. в АШМГА силами ВМО, ИКАО и ЕВМЕТСАТ проводится и специализированное обучение.

Задачи АШМГА

АШМГА осуществляет начальное и последующее обучение персонала из стран-членов АСЕКНА в пределах имеющихся возможностей, принимая студентов и из других стран.

Начальное обучение рассчитано на руководящий и обслуживающий персонал трех метеорологических направлений: обслуживание авиации; электронные приборы; системы телесвязи.

Учебные программы рассчитаны на два академических года для старших техников-метеорологов и на три года для метеорологов-исследователей и специалистов по эксплуатации оборудования.

Более основательное обучение предусмотрено для руководящего состава НМГС и тех оперативных работников, которые занимаются конкретными вопросами метеорологического обслуживания и телесвязи.

Сотрудничество

Сотрудничество с Нигером

Национальное метеорологическое управление Нигера (*Direction Nationale de la Météorologie*) оказало неоценимую помощь в деле обучения метеорологов и операторов, содействуя им при подготовке докторских диссертаций и предоставляя им проверенные данные.

АШМГА заключила соглашение о сотрудничестве с центром АГРГИМЕТ, который обязался предоставить материальные и кадровые ресурсы, необходимые для обеспечения деятельности двух школ. В соответствии с этими соглашениями студенты курсов для старших техников и инженеры АГРГИМЕТ начинают свое обучение на первых курсах АШМГА, а преподаватели АГРГИМЕТ проводят занятия в АШМГА.

АШМГА сотрудничает с Африканским центром по применению метеорологии для целей развития (АКМАД), который предоставляет свое оборудование и знания.

Сотрудничество за границами Нигера

За прошедшие годы АШМГА наладила обширные связи, дающие ей возможность выполнять следующие задачи:

- АШМГА получила от ВМО статус Регионального метеорологического учебного центра, а значит, и соответствующую поддержку. Приехали сюда и стипендиаты ВМО. В 1995 г. школе был присвоен статус Специализированного учебного центра по спутниковой метеорологии. ВМО проводит на базе АШМГА семинары по метеорологическим кодам и численному прогнозу погоды, а также учебные курсы по методам обучения национальных преподавателей. Начиная с 1992 г. состоялись обмены визитами между руководящими сотрудниками АШМГА и представителями ВМО;

- АШМГА через ИКАО поддерживает отношения с ПРООН, благодаря чему с 1988 по 1991 г. АШМГА получила немало учебных пособий;
- АШМГА подписала соглашения о сотрудничестве как с Национальной школой метеорологии (*Ecole nationale de la météorologie*), так и Национальной школой гражданской авиации Франции (*Ecole nationale de l'aviation civile*), в соответствии с которыми в Ниамее ежегодно организируются учебные курсы силами преподавателей французских школ, курсы повышения квалификации для преподавателей АШМГА, проводимые во Франции, а также предоставляется возможность для слушателей курсов по метеорологии и оперативной практике завершить свое обучение во Франции;
- АШМГА является федеральным учреждением при Международном центре теоретической физики в Триесте (Италия). Начиная с 1988 г. преподаватели школы имели возможность посещать курсы, семинары и коллоквиумы, проводимые этим центром;
- АШМГА поддерживает отношения с такими организациями, как *Coopération française*, Европейский Союз, французский *Fonds d'aide et de coopération*, Европейский фонд развития и *Caisse française de développement*;
- АШМГА сотрудничает с другими школами субрегиона, такими, как Кенийский институт метеорологического обучения и метеорологических исследований, Алжирский научно-исследовательский гидрометеорологический институт (*Institut d'hydrométéorologie de formation et de recherche*) в Ороне, Нигерийский учебно-исследовательский институт при Департаменте метеорологических служб в Ошоди. АШМГА имеет статус региональной школы Экономического сообщества Западноафриканских государств.

В настоящее время пост директора АШМГА занимает г-н Матиас Чимбиди.

ма, а метеорологический отдел возглавляет д-р М'Пи Дайарра.

ТЕХНИЧЕСКОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО

Комплексная система борьбы с тайфунами, наводнениями и экологическими катастрофами для запада северной части Тихоокеанского региона

На сегодняшний день свое желание участвовать в данном проекте и/или поддержать его высказали 12 стран: Вьетнам, Гонконг, Индонезия, Китай, Макао, Малайзия, Республика Корея, Сингапур, США, Таиланд, Филиппины и Япония. В рамках ПРООН выделены средства на подготовку проектной документации силами UNOPS (Бюро Организации Объединенных Наций по проектному обслуживанию). Для облегчения этой работы составлена специальная анкета, разосланная странам-участникам.

В августе 1997 г. были организованы две командировки специалистов. Одна группа посетила Филиппины и Индонезию, вторая — Малайзию, Таиланд и Вьетнам. Затем они встретились в Китае. В начале сентября в Женеве была завершена подготовка документации.

Общей задачей проекта является проведение детального обследования национальных метеорологических и гидрологических служб (НМГС) региона с тем, чтобы определить, какие меры по модернизации необходимы для их укрепления. В ходе обследования будут изучены все аспекты деятельности служб —



Местные сотрудники и специалисты, прибывшие в августе 1997 г. в Индонезию для оказания помощи при подготовке проекта по борьбе с тайфунами, выполняемого в рамках создания комплексной системы борьбы с тайфунами, наводнениями и экологическими катастрофами для запада северной части Тихоокеанского региона

от сбора базовых данных до передачи конечной информации общественному и частному секторам.

Результаты обследования послужат основой для составления проектной документации, в которой должна быть представлена модель масштабной региональной модернизации, будет отражен комплексный подход к решению этой задачи, изложена стратегия эффективного инвестирования в целях борьбы с серьезными последствиями стихийных бедствий. Проектная документация будет использована для получения инвестиционных обязательств от правительств, банков развития и других источников.

Нидерландский проект по расширению существующих возможностей

20 декабря 1996 г. было подписано трастовое соглашение о реализации проекта GLO/NETH/FIT „Расширение существующих возможностей в части управления национальными метеорологическими и гидрометеорологическими службами“. Работы по проекту, финансируемому Нидерландами, идут удовлетворительно. Основная задача состоит в том, чтобы содействовать расширению существующих возможностей путем внедрения более совершенных методов управления, новейших научно-технических разработок, путем более широкого использования метеорологической и гидрометеорологической информационной продукции и услуг в социально-экономическом секторе, путем пропаганды роли окружающей среды и климата среди администраторов и общественности.

Четверо консультантов получили задание подготовить проект документа под заголовком „Принципы руководства национальными метеорологическими и гидрометеорологическими службами“. Среди этих консультантов г-н Дж. Брюс (координатор проекта, Канада), г-н К. Э. Берридж (Тринидад и Тобаго), г-н В. Лонгуорт (Соединенное Королевство) и д-р Х. Зохди (Египет). После изучения в странах, где будет выполняться пилот-проект (Вануату, Папуа-Новая Гвинея и Фиджи), документ был рассмотрен на трех семинарах. В него были внесены исправления, учитывающие выраженные пожелания и взгляды. Кроме того,

метеорологическим властям указанных выше стран было поручено подготовить планы развития своих служб. В первой половине 1998 г. намечено провести семинар с участием представителей стран юго-запада Тихоокеанского региона, а

затем будет организован ряд семинаров в других регионах ВМО. Цель этих мероприятий состоит в выработке окончательной версии правил управления НМГС, которая будет опубликована на официальных языках ВМО.

В Регионах

Ознакомительная поездка по Китаю для представителей РА V (юго-запад Тихого океана)

С 8 по 17 сентября 1997 г. 16 специалистов из 14 стран Региона V ВМО (юго-запад Тихого океана), включая сотрудников Региональной программы по окружающей среде юга Тихого океана и ВМО, совершили ознакомительную поездку по Китаю. В поездке участвовали представители Вануату, Индонезии, Малайзии, Новой Каледонии, Островов Кука, Папуа-Новой Гвинеи, Самоа, Сингапура, Соломоновых островов, Тонга, Федеральных Штатов Микронезии, Фиджи, Филиппин и Французской Полинезии.

Это была 25-я поездка с начала 1970-х годов, когда начали практиковать подобные визиты. С того времени в ознакомительных турах по Китаю приняло участие более 300 директоров национальных метеорологических служб (НМС) и их

представителей из стран всех шести Регионов ВМО.

Гостей встретил член Государственного совета г-н Сонь Жиань, всдающий вопросами науки и техники. Отметив, что правительство Китая придает большое значение ознакомительным поездкам, он рассказал о китайских программах и планах в области метеорологии и оперативной гидрологии, нацеленных на обеспечение национального развития и, в частности, на развитие технического сотрудничества между развивающимися странами (ТСРС).

Участники тура посетили учреждения Китайского метеорологического управления в Пекине, Нанкине и Шапхас, ознакомившись с процессом проведения метеорологических операций и метеорологической деятельностью на национальном и региональном уровнях, а также на уровне провинции, префектуры и муниципалитета.



Участники ознакомительной поездки по Китаю для представителей стран юго-запада Тихого океана (8—17 сентября 1997 г.)

Поездка способствовала укреплению личных отношений между директорами и представителями служб, находящихся на различных ступенях развития, что будет способствовать реализации будущих проектов ТСПС в соответствующих странах.

Участники поездки высоко оценили философию управления, принятую Китайским метеорологическим управлением (КМУ) и заключающуюся в создании двойной системы, когда метеорологические работы, выполняемые за пределами Пекина, финансируются центральным правительством совместно с региональными правительствами и муниципалитетами. Не меньшее впечатление произве-

ли на участников тура ориентированный на потребителя подход в деятельности КМУ и программы Управления, направленные на борьбу с нищетой.

В ходе заключительного собрания, на котором председательствовал заместитель управляющего КМУ г-н Хонь Янь, участники кратко обсудили деятельность своих НМС и дали оценку ознакомительной поездке, особенно в свете проектов ТСПС, выполняемых с Китаем и другими странами юго-запада Тихого океана. Все участники подтвердили, что поездка оказалась в высшей степени полезной, и выразили свою признательность за великолепную организацию тура и оказанное им гостеприимство.

Хроника

Международный геофизический календарь на 1998 г.

Международный геофизический календарь (см. ниже) ежегодно издается Международной службой МСНС урсиграмм и мировых дней (МСМД), чтобы рекомендовать даты проведения солнечных и геофизических наблюдений и наблюдений, которые невозможно выполнять непрерывно.

Названия установленных дней остаются теми же, что и в предыдущих календарях. Во все мировые дни в качестве стандартного времени используется единое время (ЕВ). Регулярным геофизическим днем (РГД) является каждая среда. Три последовательных дня примерно в середине каждого месяца являются регулярными мировыми днями (РМД) — это всегда вторник, среда и четверг. Предпочтительными регулярными мировыми днями (ПРМД) являются РМД, которые приходятся на среду. Квартальными мировыми днями (КМД) (один раз в каждом квартале) являются ПРМД, которые приходятся на мировые геофизические интервалы (МГИ). В свою очередь, МГИ — это 14 последовательных дней в каждом сезоне начиная с одного из понедельников выбранного ме-

сяца, который сдвигается от года к году. В 1998 г. МГИ назначаются на январь, апрель, июль и октябрь.

Рекомендуется особенно интенсивно вести работы по метеорологическим программам в дни РГД, приходящиеся на среды (ЕВ), а также на понедельники и пятницы в течение МГИ и интервалов повышенной готовности по сигналу *Stratwarm*. В эти дни желательно производить запуски метеорологических

Требуются рецензенты!

Вы работаете в области метеорологии, гидрологии, климатологии, водных ресурсов, окружающей среды или смежных наук и хотите рецензировать книги для *Бюллетеня ВМО*?

Тогда обратитесь к помощнику редактора (см. адрес, адрес электронной почты и номер факса на титульном листе этого выпуска) и сообщите Ваше полное имя и фамилию, контактные адреса и номер факса. Укажите область Ваших интересов.

Вашей наградой будет экземпляр рецензируемой книги и номер *Бюллетеня* с Вашей рецензией — а мы будем ждать с нетерпением!

	S	M	T	W	T	F	S		S	M	T	W	T	F	S	
JANUARY					1	2	3					1	2	3	4	JULY
	4	5	6	7	8	9	10		5	6	7	8	9	10	11	
	11	12	13	14	15	16	17		12	13	14	15	16	17	18	
	18	19	20+	21+	22	23	24		19	20	21	22*	23*	24	25	
	25	26	27*	28	29	30	31		26	27	28	29	30	31	1	AUGUST
FEBRUARY	1	2	3	4	5	6	7		2	3	4	5	6	7	8	
	8	9	10	11	12	13	14		9	10	11	12	13	14	15	
	15	16	17	18	19	20	21		16	17	18+	19+	20+	21	22*	
	22	23	24	25*	26*	27	28		23	24	25	26	27	28	29	
MARCH	1	2	3	4	5	6	7		30	31	1	2	3	4	5	SEPTEMBER
	8	9	10	11	12	13	14		6	7	8	9	10	11	12	
	15	16	17	18	19	20	21		13	14	15	16	17	18	19	
	22	23+	24+	25+	26+	27+	28*		20*	21+	22*	23+	24+	25+	26	
APRIL	29	30	31	1	2	3	4		27	28	29	30	1	2	3	OCTOBER
	5	6	7	8	9	10	11		4	5	6	7	8	9	10	
	12	13	14	15	16	17	18		11	12	13	14	15	16	17	
	19	20	21	22*	23*	24	25		18	19+	20*	21*	22*	23	24	
	26*	27+	28+	29*	30	1	2		25	26	27	28	29	30	31	NOVEMBER
MAY	3	4	5	6	7	8	9		1	2	3	4	5	6	7	
	10	11	12	13	14	15	16		8	9	10	11	12	13	14	
	17	18	19	20*	21*	22	23		15	16+	17+	18*	19*	20	21	
	24	25*	26+	27+	28+	29	30		22	23	24	25	26	27	28	
JUNE	31	1	2	3	4	5	6		29	30	1	2	3	4	5	DECEMBER
	7	8	9	10	11	12	13		6	7	8+	9+	10	11	12	
	14	15	16	17	18	19	20		13	14	15	16*	17*	18*	19	
	21	22	23*	24+	25	26	27		20	21	22	23	24	25	26	1999
	28	29	30						27	28	29	30	31	1	2	JANUARY
	S	M	T	W	T	F	S		3	4	5	6	7	8	9	
									10	11	12	13	14*	15	16*	
									17	18	19	20	21	22	23	
									24	25	26	27	28	29	30	
									31							
									S	M	T	W	T	F	S	
									N	Новолуние						
									26	День солнечного затмения						
									22-23	Период свечения ночного неба и полярного сияния						
									27*	Геофизический день новолуния (ГДН)						

- 13 Регулярный мировой день (РМД)
 18 Предпочтительный регулярный мировой день (ПРМД)
 11 Квартальный мировой день (КМД), а также ПРМД и РМД
 7 Регулярный геофизический день (РГД)
 12-13 Мировой геофизический интервал (МГИ)
 6+ День координированных наблюдений за некогерентным рассеянием

- N Новолуние
 26 День солнечного затмения
 22-23 Период свечения ночного неба и полярного сияния
 27* Геофизический день новолуния (ГДН)

ракет, озонзондов и радиозондов, а также проводить радиоветровое зондирование до максимально достижимых высот в 00.00 и 12.00 ЕВ. В 1998 г. предпочтительными периодами для наблюдений за атмосферным электричеством являются РГД каждую среду: в 00.00 ЕВ 7 января, 06.00 ЕВ 14 января, 12.00 ЕВ 21 января, 18.00 ЕВ 28 января и т. д.

□ Экземпляры календаря можно получить по адресу: IUWDS chair-

man, Dr. R. Thompson, IPS Radio and Space Services, Department of Administrative Services, P.O. Box 5606, West Chatswood, NSW 2057, Australia. Факс: (61) (2) 414 8331. e-mail: richard@ips.gov.au или IUWDS Secretary for World Days, Miss Helen Coffey, WDC-A for Solar-Terrestrial Physics, NOAA E/GC2, 325 Broadway, Boulder, Colorado 80303, USA. Факс: (303) 497 6513. e-mail: hcoffey@ngdc.noaa.gov.

Объявление о курсах

**Азиатско-Тихоокеанский центр
космических исследований
и технического образования**

**Первые аспирантские курсы
по спутниковой метеорологии
и глобальному климату**

**Центр космических прикладных
исследований, Индийская
организация по космическим
исследованиям, Ахмедабад, Индия
1 марта — 30 ноября 1998 г. (этап I)**

Этап I будет посвящен таким темам, как применение спутниковых изображений, восстановление значений метеорологических параметров, методы обработки изображений, использование цифровых данных при изучении погоды и климата, включая некоторые океанографические аспекты, проблемы окружающей среды (в том числе моделирование климата), борьба со стихийными бедствиями и региональные проблемы.

Будут проводиться практические занятия по использованию современных рабочих станций для обработки данных, поступающих со спутников ИНСАТ, ГМС, НУОА, ЕРС, ДМСП и других.

Участникам из Азиатско-Тихоокеанского региона могут быть предоставлены стипендии.

Более подробную информацию можно получить по адресу: *Dr George Joseph, Director, Space Applications Centre, Indian Space Research Organization, Department of Space, Government of India, Ahmedabad, 380 015 India.*

Тел.: 0091-079-842-3956

Факс: 0091-079-674-1592/656-8073

E-mail: george@sac.ernet.in

Интернет: <http://sac.ernet.in/mog/un/satmet>

Объявление

Восьмой Международный метеорологический фестиваль

Исси-ле-Мулино, Франция,

6—10 марта 1998 г.

Первый Международный метеорологический фестиваль был проведен восемь лет назад по инициативе французского журналиста и телекомментатора Франсуа Фандо. В этом году более 100 телевизионных каналов будут бороться за премию, присуждаемую за наилучшее представление прогноза погоды на телевидении. Премию вручит заместитель мэра Исси-ле-Мулино Андре Сантини. Среди новичков фестиваля выйше представители Аргентины, Бурунди, Габона, Гвинеи, Камеруна, Маврикия и Непала. Основное внимание будет уделено новым технологиям в области связи и носителям информации — цифровым, виртуальным, трехмерному телевидению, спутниковой связи и т. п. Все это будет представлено на Четвертой профессиональной метеорологической выставке. Будут проведены конференции и дебаты по самым разным вопросам — от парникового эффекта до явления Эль-Ниньо и сети „Интернет“. ВМО представит посвященный Всемирному метеорологическому дню 1998 г. доклад на тему „Погода, океаны и деятельность человека“.

Для получения более подробной информации обращайтесь по адресу: *Fond Bleu Communication, c/o IBL 11, bis rue de Moscou, 75008 Paris, France.*
Тел.: 33 (0) 1 46 38 71 21.
Факс: 33 (0) 1 46 38 71 33.
E-mail: fondbleu@compuserve.com.

Новости Секретариата

Визиты Генерального секретаря

Генеральный секретарь проф. Г. О. П. Обаси за последнее время посетил с официальными визитами ряд стран — Членов ВМО, о чем кратко сообщается ниже. Он хотел бы выразить здесь свою признательность этим странам за теплый прием и оказанное гостеприимство.

Бенин

С 18 по 23 июля 1997 г. Генеральный секретарь находился в Котону, где выступил перед участниками семинара „Климатическая изменчивость, водные ресурсы и производительность сельского хозяйства: проблемы продовольственного обеспечения в тропической зоне Субсахарской Африки“. Семинар был

организован совместно ВМО и МСНС. Генеральный секретарь был принят президентом Бенина Его Превосходительством г-ном Мэтью Кереку. В ходе приема состоялся плодотворный обмен мнениями по вопросам дальнейшего укрепления прекрасных отношений, существующих между Бенином и ВМО. Кроме того, имели место полезные дискуссии с несколькими высокопоставленными чиновниками, включая министра общественных работ и транспорта Его Превосходительством г-на Камару Фассасси, министра финансов Его Превосходительством г-на Муасе Менса, министра шахт, энергетики и водных ресурсов Его Превосходительством г-на Эммануэля Голу и министра по вопросам окружающей среды, жилья и развития городов Его Превосходительством г-на Сахиду Данго.

Проф. Обаси обменялся мнениями с представителями учреждений ООН в Бенине, в том числе с резидентом-координатором ООН, представителем ПРООН г-ном А. Фавунду. Он посетил учреждения Метеорологической службы и обсудил с постоянным представителем Бенина при ВМО г-ном Ф. Дж. Б. Хунтоном вопросы, касающиеся развития этой службы. По поручению президента Великий Канцлер Национального Ордена Бенина Его Превосходительством г-н Грегуар Г. Гбену вручил проф. Обаси медаль кавалера Национального Ордена Бенина (*Commandeur de l'Ordre national du Bénin*).

Того

С 23 по 27 июля 1997 г. Генеральный секретарь посетил Ломе. Он имел аудиенцию у премьер-министра Его Превосходительства г-на Квасси Клутсе. Состоялся обмен мнениями относительно превосходных отношений, сложившихся между Того и ВМО. Он имел также беседы с министром сельского хозяйства, сельского развития и рыболовства Его Превосходительством г-ном К. Д. Домиником Догбе, отвечающим за метеорологию, с министром по окружающей среде и лесному хозяйству Его Превосходительством г-ном Яо Комланви и с государственным секретарем по вопросам экономики, финансов и бюджета Его Превосходительством г-ном Ассиба Амуусу-Гену. Генеральный секретарь

встретился также с представителями учреждений ООН в Того, в том числе с исполняющим обязанности резидента-координатора ООН г-ном Исайей Аделеки Эбо и заместителем представителя ПРООН г-ном Полом М. Матову. Проф. Обаси посетил штаб-квартиру Метеорологической службы и станцию БАПМОН в Кума-Конда, имел беседы с постоянным представителем Того при ВМО г-ном Авади Аби Эгбаре, обсудив с ним проблемы развития Национальной метеорологической службы.

Буркина-Фасо

С 27 по 31 июля 1997 г. Генеральный секретарь находился в Буркина-Фасо. Он был принят президентом Его Превосходительством г-ном Блезом Кампаоре и премьер-министром Его Превосходительством г-ном Дезире Кадре Кедрого. Состоялся обмен мнениями по вопросам дальнейшего укрепления прекрасных отношений, существующих между Буркина-Фасо и ВМО. Он также имел беседы с министром транспорта и туризма Его Превосходительством г-ном Аленом Б. Йода, отвечающим за метеорологию, с министром водных ресурсов Его Превосходительством г-ном Сомом Барро, с министром экономики и финансов Его Превосходительством г-ном Терциусом Цонго. Проф. Обаси встретился с представителями учреждений ООН в Буркина-Фасо и имел с ними плодотворные беседы. Он посетил штаб-квартиру Метеорологической службы и Национальный прогностический центр, имел беседы с постоянным представителем Буркина-Фасо при ВМО г-ном Альхассаном Адама Дайелло, обсудив с ним проблемы



Великий Канцлер Национального ордена Буркина-Фасо вручает Генеральному секретарю ВМО проф. Г. О. П. Обаси медаль кавалера Национального ордена Буркина-Фасо

развития Службы. По поручению президента Великий Канцлер Национального ордена Буркина-Фасо Его Превосходительство г-н Мамаду Дьерма вручил проф. Обаси медаль кавалера Национального ордена Буркина-Фасо (*Commandeur de l'Ordre national du Burkina Faso*).

Бразилия

По приглашению исполнительного директора Академии наук Третьего мира (TWAS) д-ра Мохамеда Х. А. Хассана Генеральный секретарь выступил на Шестой генеральной конференции TWAS, проходившей в Рио-де-Жанейро с 6 по 11 сентября 1997 г., с лекцией под названием „Некоторые научные аспекты изменения климата“. На церемонии открытия Конференции председательствовал президент Бразилии Его Превосходительство д-р Фернандо Энрике Кардозо. Во время конференции проф. Обаси было присвоено почетное звание действительного члена Академии наук Третьего мира. Он имел беседы с президентом TWAS проф. Хозе Израэлем Варгасом и другими учеными, обсудив с ними вопросы применения метеорологических и гидрологических наук для решения проблем, связанных с окружающей средой.

С 16 по 19 сентября Генеральный секретарь посетил Сальвадор, где выступил на церемонии открытия двенадцатой сессии Региональной ассоциации III (Южная Америка) и присутствовал при официальной инаугурации станции ГСА в Арембепе. Генеральный секретарь выразил свою личную признательность и признательность ВМО правительству Бразилии за неизменную поддержку программ и мероприятий Организации, продемонстрированную, в частности, и созданием условий для проведения сессии РА III. Он приветствовал шаги Бразилии, направленные на развитие регионального сотрудничества. Проф. Обаси имел продолжительные беседы с постоянным представителем Бразилии при ВМО г-ном А. Атайде, обсудив с ним вопросы дальнейшего укрепления сотрудничества между Национальной метеорологической службой и ВМО. Он встретился также с постоянными представителями, участвовавшими в работе сес-

сии, и обсудил с ними проблемы регионального характера и вопросы, представляющие взаимный интерес.

Венесуэла

11—12 сентября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Каракас, где выступил на церемонии по случаю 50-летнего юбилея со дня создания метеорологической службы ВВС Венесуэлы (SEMETFAV). Он имел плодотворные беседы с главнокомандующим ВВС, которому подчинена метеорологическая служба, а также с начальником SEMETFAV, постоянным представителем Венесуэлы при ВМО полковником Фредди Гонсалесом, обсудив с ними вопросы, представляющие взаимный интерес, и возможности дальнейшего развития сотрудничества.

Проф. Обаси выступил также на церемонии закрытия Первых курсов повышения квалификации для выпускников латиноамериканских вузов, работающих в области оперативной гидрологии. Эти курсы проводились Центральным университетом Каракаса и собрали около 20 специалистов из восьми стран Латинской Америки. Он сказал, что курсы явились выдающимся примером региональной интеграции, и призвал участников эффективно применять приобретенные здесь новые знания в своих странах и службах. Он выразил сердечную благодарность правительству Венесуэлы за ту поддержку, которую оно оказывает Метеорологической службе, и за активное развитие регионального сотрудничества.

Канада

По случаю десятилетнего юбилея со дня подписания Монреальского протокола о веществах, разрушающих озоновый слой, Генеральный секретарь получил приглашение выступить на церемонии открытия девятого совещания стран—участниц этого соглашения (Монреаль, Канада, 15—17 сентября 1997 г.). Он проинформировал участников совещания о продолжающемся уменьшении глобального содержания озона, подчеркнув важную роль ВМО и стран-Членов в проведении непрерывного мониторинга озона и других газов-индикаторов. Информация, получаемая в ходе такого мониторинга, служит научной базой для

совершенствования положений Монреальского протокола и проверки его выполнения. Он обратил внимание собравшихся на то, что высокое содержание хлора в стратосфере, которое, как ожидается, достигнет максимального уровня на рубеже веков, в предстоящее десятилетие может стать причиной еще более интенсивного разрушения озона.

Проф. Обаси воспользовался предоставившейся возможностью для того, чтобы выразить признательность ВМО правительству Канады за его приверженность к делу защиты озонового слоя и инициативные действия в этом направлении.

Мальдивы

21—23 сентября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Мальдивскую Республику, где выступил на церемонии открытия тринадцатой сессии Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Он отметил, что в ходе исследований, проводимых МГЭИК, широко используются предназначенные для изучения климата инфраструктуры, созданные национальными метеорологическими и гидрологическими службами, а также научные результаты, получаемые в рамках Всемирной программы исследований климата. Он выразил признательность покидающему свой пост председателю МГЭИК проф. Берту Болину и заверил нового предсе-

дателя д-ра Боба Уотсона в неизменной поддержке со стороны ВМО.

Генеральный секретарь встретился с президентом республики Его Превосходительством достопочтенным Момуном Абдулом Гайюмом и обменялся с ним мнениями по вопросам превосходных отношений, существующих между Мальдивами и ВМО. Он имел также плодотворные беседы с министром по вопросам планирования, людских ресурсов и окружающей среды достопочтенным Абдулом Рашидом Хуссейном и с его заместителем, постоянным представителем Мальдив при ВМО г-ном Абдуллахи Маджедом, обсудив с ними пути дальнейшего развития Метеорологической службы.

Исламская Республика Иран

26—27 сентября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Исламскую Республику Иран, где выступил на церемонии открытия Международных специализированных учебных курсов, проводимых при Региональном метеорологическом учебном центре ВМО в Тегеране. В программу этих двухнедельных курсов входят такие темы, как применение КЛИКОМ, спутниковая метеорология и агрометеорология. Проф. Обаси выступил также в Национальном климатологическом центре в Машхад-Сити, отметив, что ВМО высоко оценивает ту роль, которую этот центр играет в исследованиях климата с момента своего основания в 1996 г.

Во время визита Генеральный секретарь ВМО и вице-министр дорог и транспорта, генеральный управляющий Метеорологической организации Исламской Республики Иран (МОИРИ), постоянный представитель Исламской Республики Иран при ВМО д-р А. М. Ноориан подписали трастовое соглашение о реализации проекта создания сети метеорологических радиолокаторов. Этим проектом, оцениваемым в 7 млн. долларов США, предусматривается развертывание системы из 12 оперативных метеорологических доплеровских радиолокаторов, а также обучение метеорологического персонала МОИРИ.

Генеральный секретарь имел плодотворные беседы с министром дорог и транспорта Его Превосходительством



Дхарухааруге, Мале, Мальдивы, 22 сентября 1997 г. — Генеральный секретарь ВМО проф. Г. О. П. Обаси приветствует президента Мальдивской Республики Его Превосходительство г-на Момуна Абдулу Гайюма перед открытием первого заседания тринадцатой сессии МГЭИК

Махмудом Хойати, министром энергетики Его Превосходительством Х. Бетарафом и д-ром Ноорианом, обсудив с ними пути дальнейшего укрепления сотрудничества между Исламской Республикой Иран и ВМО.

Италия

С 29 сентября по 1 октября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Италию, где выступил на первой сессии конференции сторон (COP-1), присоединившихся к Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (UNCCD). Сессия проходила в штаб-квартире Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН.

Проф. Обаси подчеркнул необходимость совершенствования сетей климатического мониторинга, укрепления национальных метеорологических и гидрологических служб (НМГС), ведущих борьбу с опустыниванием, и подтвердил неизменную поддержку UNCCD со стороны ВМО, оказываемую, в частности, через программы по сельскохозяйственной метеорологии, гидрологии и водным ресурсам. Кроме того, он отметил, что НМГС, региональные и субрегиональные метеорологические центры будут более активно привлекаться к участию в реализации плана ВМО по борьбе с засухами и опустыниванием.

Республика Киргизия

4—8 октября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Киргизскую Республику, где выступил перед участниками девятой сессии Межгосударственного совета по гидрометеорологии стран СНГ. Он имел беседы с вице-президентом республики Его Превосходительством г-ном К. Абдимомуновым, обсудив с ним вопросы сотрудничества между Киргизской Республикой и ВМО. С постоянными представителями стран—Членов ВМО, присутствовавшими на сессии, он рассмотрел пути дальнейшего развития сотрудничества между их службами и ВМО.

Генеральный секретарь посетил Государственное гидрометеорологическое агентство, где встретился с директором Агентства, постоянным представителем Киргизской Республики при ВМО г-ном О. Н. Токоевым и обсудил с ним ряд про-

блем, в том числе перспективы развития гидрометеорологических служб.

Бахрейн

С 18 по 22 октября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Бахрейн. Он обменялся мнениями с заместителем министра гражданской авиации Его Превосходительством г-ном Ибрагимом Абдуллоем аль Хамаром и с его помощником г-ном Абдулом Рахманом Мохаммадом аль Гуудом, обсудив с ними вопросы развития Метеорологической службы и различные региональные проблемы, а также пути дальнейшего укрепления сотрудничества между Бахрейном и ВМО.

Во время посещения Департамента по делам гражданской авиации проф. Обаси выступил с лекцией „Программы и деятельность ВМО“. Он посетил учреждения Национальной метеорологической службы и имел продолжительные беседы с постоянным представителем Бахрейна при ВМО г-ном Абдулой Маджедом Х. Иса. В ходе этих бесед обсуждались вопросы развития Службы.

Генеральный секретарь посетил также Департамент по вопросам окружающей среды, где имел беседу с генеральным директором г-ном Халидом М. Фахро. Рассматривались проблемы, касающиеся окружающей среды, изменения климата и Рамочной конвенции Организации Объединенных Наций по изменению климата. Проф. Обаси встретился с представителем ПРООН в Бахрейне д-ром Фейсалом Абдель-Гадиром и обсудил с ним вопросы, представляющие взаимный интерес для обеих организаций. В Бахрейнском университете и в Университете Аравийского залива проф. Обаси принял участие в плодотворных дискуссиях о роли ВМО и этих университетов в обеспечении устойчивого социально-экономического развития стран региона и о путях налаживания связей с университетами через национальные метеорологические службы.

Соединенные Штаты Америки

С 30 октября по 1 ноября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Нью-Йорк, чтобы принять участие в работе второй регулярной сессии Административного комитета ООН по координации (АКК).

Члены АКК рассмотрели проблемы, связанные с ООН и гражданским обществом, с выполнением решений недавних конференций ООН, а также вопросы штата, включая обеспечение безопасности сотрудников. Генеральный секретарь проинформировал членов АКК о развитии связей ВМО с неправительственными организациями (НПО), такими, как МСНС. Он остановился на проблеме Эль-Ниньо и призвал к немедленным скоординированным действиям по реализации положений Йогогамской стратегии и плана работ, к активному участию в процессе подготовки заключительных мероприятий и программы работ на период после 2000 г. 1 ноября в ходе заключительного заседания состоялся детальный обмен мнениями об изменении роли государства и последствиях такого изменения для роли и функционирования системы Организации Объединенных Наций.

Макао

4—8 ноября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Макао, где выступил перед участниками Второй технической конференции по вопросам руководства метеорологическими и гидрометеорологическими службами в Регионе РА II (Азия), а также представил лекцию „ВМО и Организация Объединенных Наций: прошлое, настоящее и будущее“. В этой лекции он подчеркнул роль НМГС в обеспечении устойчивого развития на национальном, региональном и международном уровнях.

Проф. Обаси воспользовался предоставившейся возможностью, чтобы обсудить с директорами национальных метеорологических и гидрометеорологических служб или с их представителями, присутствовавшими на конференции, региональные вопросы и проблемы.

Генеральный секретарь был принят губернатором Макао Его Превосходительством генералом Васко Рока Виейра. Состоялся обмен мнениями по вопросам укрепления сотрудничества между Макао и ВМО. Проф. Обаси выразил от себя лично и от лица ВМО признательность правительству и народу Макао за прекрасные условия, созданные для проведения конференции, за эффективный вклад в реализацию программ и меро-

приятий ВМО. Он встретился также с несколькими высокопоставленными правительственными чиновниками, в том числе с заместителем министра транспорта и общественных работ г-ном Хозе Алвесом Де-Паула и вице-президентом островного муниципального совета г-ном Чонь Ю. Он посетил Университет Макао и Международный институт методов программногo обеспечения при Университете Организации Объединенных Наций, имел продолжительную беседу с постоянным представителем Макао при ВМО, обсудив с ним вопросы развития службы.

Австралия

С 9 по 13 ноября 1997 г. Генеральный секретарь посетил Австралию. Он встретился с несколькими высокопоставленными правительственными чиновниками, включая министра по вопросам окружающей среды почетного сенатора Роберта Хилла, и обменялся с ними мнениями о путях дальнейшего укрепления прекрасных отношений, существующих между Австралией и ВМО. Проф. Обаси также имел встречи с секретарем парламента, почетным сенатором Айеном Макдональдом, в подчинении которого находится Метеорологическое бюро, с министром Департамента по вопросам окружающей среды г-ном Роджером Билом, с его заместителем г-ном Говардом Бэмси и с первым помощником руководителя отдела иностранных организаций и законодательства г-жой Джиллиан Берд. Они обсудили вклад Австралии в целом и Метеорологического бюро в частности в реализацию программ и мероприятий ВМО и в развитие регионального сотрудничества.

Находясь в Метеорологическом бюро в Мельбурне, проф. Обаси имел беседы с Президентом ВМО, постоянным представителем Австралии при ВМО д-ром Джоном У. Зиллманом, а также с ведущими сотрудниками Бюро. Обсуждались программы и деятельность Бюро, вопросы укрепления сотрудничества с ВМО. Генеральный секретарь и д-р Зиллман рассмотрели также ряд тем, касающихся Организации.

Проф. Обаси вручил сотруднику Метеорологического бюро д-ру Брюсу Форгэну 12-ю Премию им. проф. д-ра Вильхо

Вяйсяля и обратился лауреату с кратким приветствием. На церемонии присутствовали почетный сенатор Айен Макдональд, г-н Пекка Кетонен (президент и главный исполнительный директор фирмы „Вяйсяля“) и д-р Дж. У. Зиллман.

Генеральный секретарь выступил на церемонии по случаю ввода в строй Центра сложных компьютерных расчетов и связи при штаб-квартире Метеорологического бюро в Мельбурне. Он посетил Центр совместных исследований в области метеорологии южного полушария при Университете Монэш и отдел атмосферных исследований КСИРО. Состоялись обмены мнениями по вопросам, связанным с деятельностью этих учреждений, а также их сотрудничества с ВМО и Метеорологическим бюро.

Изменения в штате

Перевод

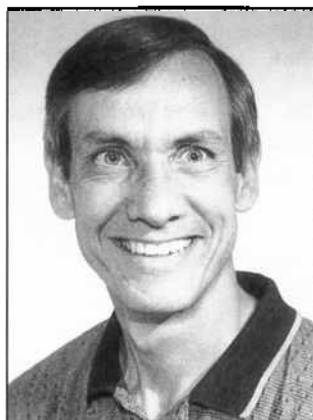
10 октября 1997 г. г-н **Сэмюэль Мбеле-Мбонг** был переведен с поста старшего научного сотрудника Департамента Программы по атмосферным исследованиям и окружающей среде на должность специального помощника директора Департамента языков, публикаций и конференций.

Повышение

1 августа 1997 г. г-жа **Беттина М. К. Гарсиа**, счетовод финансового отдела, получила повышение, став заняв пост младшего бухгалтера того же отдела.

Назначения

16 августа 1997 г. г-н **Дэвид И. Макгирк** был заново назначен старшим научным сотрудником Бюро обработки данных при Департаменте Всемирной службы погоды. Он уже занимал этот пост с 1993 по 1996 г. Г-н Макгирк имеет степени бакалавра и магистра наук об атмосфере от Корнельского университета и Университета штата Колорадо (США). В 1980—1981 гг. он изучал компьютерные науки в Вашингтонском университете. Г-н Макгирк работал метеорологом и специалистом по базам данных в Национальном центре климатических данных (США), а позднее руководил работами



Дэвид И. Макгирк

по проекту В П К Д КЛИКОМ. В 1989 г. он возглавил отдел обработки данных в Межведомственном Бюро США по программе метеорологических исследований. До этого назначения

г-н Макгирк работал метеорологом по специальным проектам в лабораториях США по изучению окружающей среды (Бoulder, штат Колорадо).

1 сентября 1997 г. д-р **Майкл Дж. Коулен** был назначен директором Де-

партамента мирового климата. Д-р Коулен имеет степень магистра метеорологии от Университета Рединга (Соединенное Королевство) и докторскую степень от Университета Мо-



Майкл Дж. Коулен

нэш (Австралия). Он начинал свою карьеру в Австралии, где работал сначала синоптиком, а затем метеорологом-исследователем. С 1984 по 1990 г. он был инспектором отдела климатических анализов и исполняющим обязанности директора Национального климатического центра. В 1990 г. Австралийское метеорологическое бюро откомандировало его в Бюро НУОА США по глобальным программам, где он и работал до 1995 г. в качестве руководителя программы ГЭКЭВ по изучению климата и глобальных изменений. С 1995 г. и до момента настоя-

шего назначения д-р Коуден был директором Международного бюро по проекту КЛИВАР при Институте им. Макса Планка в Гамбурге (Германия).

1 сентября 1997 г. г-н **Жан-Пьер Матрас** был назначен главным аудито-



Жан-Пьер Матрас

ром при Бюро Генерального секретаря. Г-н Матрас имеет дипломы Высшей коммерческой школы (Париж, Франция) по экономике, управлению бизнесом, юриспруденции и финансам. До откомандирования в ВМО он занимал различные посты в аудиторских подразделениях частного сектора (1965—1975 гг.) и системы Организации Объединенных Наций (начиная с 1975 г.). В частности, он руководил отделом внутренних ревизий ПРООН (1983—1991 гг.), а в 1993 г., после окончания двухлетнего контракта с ИФАД в Риме, возглавил такой же отдел UNFPA.

26 сентября 1997 г. г-н **Мохамед М. Тавфик** был назначен научным сотрудником отдела гидрологии Департамента гидрологии и водных ресурсов. Г-н Тавфик имеет степень бакалавра гражданского строительства от Университета Айн-Шамс (Каир, Египет), а также диплом гидролога от Падуанского университета (Италия). Г-н Тавфик



Мохамед М. Тавфик

начал свою карьеру в Каире с должности инженера по гражданскому строительству в Министерстве ирригации. С 1974 по 1991 г. он работал гидрологом Центра Организации Объединенных Наций по гидрометеорологическим исследованиям в Восточной Африке. В тот же период он неоднократно ездил в командировки по заданиям ВМО, ПРООН, ЮНЕП, САДКК и ФАО, проводя консультации в области гидрологии. С 1991 по 1994 г. г-н Тавфик был директором проекта TESSONILE, выполнявшегося Центром по гидрометеорологическим исследованиям в бассейне Нила. До своего перехода в ВМО он работал региональным советником по водным ресурсам при Экономической комиссии ООН для Африки.

Юбилей

1 октября 1997 г. отметила 30-летний юбилей своей службы старший секретарь отдела мобилизации ресурсов Департамента технического сотрудничества г-жа **Сильвия Шварц**.

4 сентября 1997 г. 25-летний юбилей своей деятельности отметил руководитель отдела стипендий Департамента образования и подготовки кадров г-н **Мохамед И. Хассан**.

1 октября 1997 г. исполнилось 25 лет с момента прихода в ВМО переводчицы отдела языков Департамента языков, публикаций и конференций г-жи **Ильзы Бурге**.

Последние публикации ВМО

Climate, Drought and Desertification (Климат, засуха и опустынивание). WMO-No. 869 (1997). ISBN 92-63-10869-2. На английском и французском языках. 12 с. Цена: 15 шв. фр.

Этот буклет был подготовлен по случаю проведения первой сессии конференции сторон, присоединившихся к Конвенции Организации Объединенных Наций по борьбе с опустыниванием (UNCCD). В нем рассказывается о взаимодействиях между климатом, засухами и опустыниванием, о вкладе ВМО в дело борьбы с указанными бедствиями. Буклет призван разъяснить администраторам, представителям средств массовой информации и населению некоторые из проблем,

существующих в данной области, с тем, чтобы эти проблемы решались более грамотно.

*Commission for Marine Meteorology—
twelfth session* (Комиссия по мор-

ской метеорологии — двенадцатая сессия (Гавана, 10—20 марта 1997 г.)), WMO-No. 860 (1997), ISBN 92-63-10860-9. На английском, испанском, русском и французском языках. 101 с.

Некрологи

Евгения Семеновна Селезнева

7 октября 1997 г. в Санкт-Петербурге (Россия) на 92-ом году жизни скончалась Евгения Семеновна Селезнева, профессор, доктор географических наук, известный ученый, специалист в области климатологии, физики и химии атмосферы.

Е. С. Селезнева родилась в Псковской губернии 12 декабря 1905 г. в семье сельского учителя. В 1925 г. она закончила Ленинградский государственный университет по специальности „Математика—статистика“. С 1927 г. ее научная деятельность связана с Главной геофизической обсерваторией (ГГО) в Ленинграде — Санкт-Петербурге. В 1934 г. Евгения Семеновна закончила аспирантуру по специальности „Аэрология“ и в 1935 г. защитила кандидатскую диссертацию.

С 1938 по 1942 г. Е. С. Селезнева успешно сочетала педагогическую деятельность с научно-исследовательской работой в Ленинградском государственном университете в качестве доцента кафедры физики атмосферы. Многие ее бывшие студенты стали видными учеными. Под ее руководством было подготовлено более десяти кандидатских диссертаций. С 1942 по 1970 г. Е. С. Селезнева руководила отделом аэрологии ГГО, лабораторией физики свободной атмосферы, была заведующей лабораторией физико-химических исследований отдела атмосферной диффузии и загрязнения атмосферы.

В 1967 г. Евгения Семеновна защитила докторскую диссертацию. В 1957—1960 гг. она принимала активное участие в проведении Международного геофизического года и Международного года спокойного Солнца и была организатором новых систем наблюдений на

территории бывшего Советского Союза за ядрами конденсации и химическим составом атмосферных осадков. С начала 70-х годов проф. Е. С. Селезнева выступала одним из главных организаторов на территории нашей страны сети мониторинга фоновое загрязнение атмосферы, ставшей частью международной сети ВМО БАПМОН-ГСА. В течение многих лет благодаря своему высокому научному авторитету она была членом комиссии по атмосферной химии и определению глобального загрязнения воздуха Международного союза геодезии и геофизики и членом рабочей группы ВМО.

Профессор Е. С. Селезнева — автор 150 научных работ и 6 монографий. Она соавтор известного *Курса метеорологии* под редакцией П. Н. Тверского (1951) и автор монографии *Атмосферные аэрозоли* (1966), в которой сделано обобщение исследований в области ядер конденсации, содержащее уникальный материал по распределению ядер в свободной атмосфере над различными пунктами СССР. Последняя ее книга *Первые женщины геофизики и метеорологи* (1989) является одним из самых ярких трудов по истории метеорологической науки.

Профессор Е. С. Селезнева сама из плеяды тех женщин, которым посвящена ее книга. Она обладала светлым логическим умом, чувством высокого человеческого достоинства, для многих она была заботливым наставником, советником, другом, примером нравственной чистоты и преданности науке. Ее многолетний научный труд был отмечен притворительственными наградами.

Имя Е. С. Селезневой навсегда останется в числе выдающихся ученых, внесших фундаментальный вклад в развитие физики и химии атмосферы. Науч-

ное наследие Евгении Семеновны, воплощенное в книгах и в практике метеослужбы, сохранит светлую память о ней на долгие годы.

Е. С. Селезнева оставила после себя дочь (вторая дочь умерла в 1996 г.), сына, трех внуков и правнука. Покойный муж — Кирюхин Борис Викторович — был известным ученым в области физики облаков и активных воздействий.

Р. Ф. ЛАВРИНЕНКО

Хьюберт Хорос Лэм

Когда 50 лет тому назад Хьюберт Лэм начинал свои исследования, климатология считалась чем-то вроде статистических упражнений, а изучение изменения климата рассматривалось как увлечение престарелых академиков. За малыми исключениями, все полагали, что сама идея о непостоянстве климата во временных масштабах порядка десятилетий и столетий является бесплодным заблуждением. Вероятно, Лэм сделал больше, чем кто бы то ни было другой, чтобы изменить эту ситуацию.

Юный Лэм чувствовал себя не очень уютно под грузом тех ожиданий, которые возлагала на него известная в научном мире семья: ведь его дед, Хорос Лэм, считается основателем гидродинамики. Вначале Хьюберт читал в Кембридже курс естествознания, но позднее занялся географией. При этом он научился воспринимать междисциплинарные аспекты, и именно такой подход позволил ему стать таким же успешным первооткрывателем, как и его дед.

В 1936 г. Лэма пригласили на работу в Метеорологическое бюро Соединенного Королевства. С началом второй мировой войны он был переведен в Ирландское метеорологическое бюро (его квакерские убеждения не позволяли ему участвовать в изучении метеорологических аспектов газовых атак). В Ирландии проявились его блестящие способности к научным исследованиям, которыми он славился в дальнейшем. Лэм занимался подготовкой прогнозов для новых трансатлантических пассажирских авиалиний, причем в его распоряжении была практически только та информация, которую привозили экипажи прибывающих самолетов.

После войны Лэм работал метеорологом на китобойном судне, которое вело промысел в Антарктике. Наблюдения за резкими границами между теплыми и холодными водами укрепляли его сомнения в справедливости общепризнанной истины о постоянстве существующего климата. В 1950 г. он опубликовал в *Ежеквартальном журнале Королевского метеорологического общества* (*Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*) основополагающую статью о типах погоды и природных сезонах. С тех пор классификация типов погоды, предложенная Лэмом, находит самое широкое применение. Его состоявшийся в 1954 г. перевод в департамент климатологии Метеорологического бюро был удачей и для самого Лэма, и для климатологии, поскольку он получил доступ к самому, наверное, полному метеорологическому архиву в мире. Он тут же приступил к восстановлению ежемесячных карт распределения атмосферной циркуляции над Северной Атлантикой и Европой, начав с 1750-х годов. Результаты этой работы подтвердили его крепнущую убежденность в реальности изменения климата во временных масштабах, представляющих практический интерес для нашего поколения. Он начал также исследования, направленные на выявление связей между температурой поверхности моря и характеристиками атмосферной циркуляции. Лэм был всегда открыт для восприятия междисциплинарных проблем, хотя данная концепция вошла в моду только десятилетия спустя. Такой подход позволил ему максимально использовать имевшиеся фрагментарные данные и накопить огромный объем информации об изменении климата и его последствиях для деятельности человека. Его репутация становилась все прочнее.

В 1963 г. Метеорологическое бюро присвоило Лэму звание „особо почетного научного сотрудника“. Позднее он был награжден премией памяти Л. Г. Гроува, присужденной ему за опубликованную в 1970 г. статью о вулканическом пепле в атмосфере. Эта работа может служить образцом редкого сочетания глубокого понимания физики процессов и скрупулезного исторического исследования, поражающего своими

масштабами и детальностью. Лэм продемонстрировал наличие связей между крупными вулканическими извержениями и последующим похолоданием климата.

К концу 1960-х годов Лэм был весьма обеспокоен тем, что он называл некритическим использованием численных методов в метеорологии. Особая ирония заключается в том, что в детстве Лэм часто бывал в доме Льюиса Ричардсона, который предпринял первую попытку составления численного прогноза погоды. Правда, они с Ричардсоном никогда не беседовали о погоде!

Лэм полагал, что наилучшие условия для продолжения своих исследований он сможет иметь в университете. В 1972 г. он создал при Университете Восточной Англии отдел климатических исследований (ОКИ). В существовавшей при Университете Школе наук об окружающей среде практиковался междисциплинарный подход, аналогичный его собственному. В том же году Лэм опубликовал первый том своей самой значительной работы „Климат: настоящее, прошлое и будущее“, ознаменовавшей триумф методов научного синтеза и интерпретации. Второй том вышел в свет в 1977 г.

Лэм занимал пост директора ОКИ только шесть лет. Однако за столь короткое время он сумел придать деятельности отдела такой размах, что свой 25-летний юбилей, отмечавшийся в 1997 г., отдел встретил в полном расцвете. К несчастью, в том же году скончался его основатель. Работая в ОКИ, Лэм с удовлетворением наблюдал процесс переубеждения последних скептиков, сомневавшихся в реальности изменения существующего климата. Хотя в настоящее время весь мир полностью убежден в этой реальности, Лэм всегда с большой осторожностью относился к оценкам роли увеличения концентраций парниковых газов. Он чувствовал нежелание многих ученых в полной мере учитывать и другие, вполне естественные, причины изменения климата.

Вклад Лэма в развитие климатологии поистине огромен. Он возглавлял исследования климатической изменчивости, проводимые не вполне определившейся небольшой группой ученых, нахо-

дившихся в меньшинстве, а не с позиций строгой науки, как это имеет место сегодня. Его друзья знали, что он делал это, оставаясь в тени. Он всегда заботился о судьбе своих коллег. Те, кто не знал его лично, могут получить представление о его истинной гуманности, которая и является конечной мерой при оценке личности, ознакомившись с его автобиографией, опубликованной под названием „Меняющиеся сцены жизни: рассказы метеоролога“. Рукопись этой книги он закончил за несколько недель до смерти.

Хьюберт Хорос Лэм, родившийся в Бедфорде 22 сентября 1913 г., умер 28 июня 1997 г.

Тревор Д. Дэвис

□ *Интервью с проф. Лэмом было опубликовано в Бюллетене ВМО, 43 (2), апрель 1994 г. (ред.).*

Патрик Данкен Мактаггарт-Коуэн

11 октября 1997 г. в Брейсбридже (Онтарио, Канада) в результате сердечного приступа скончался д-р Патрик Данкен Мактаггарт-Коуэн, занимавший с 1946 по 1964 г. посты помощника директора и директора Канадской метеорологической службы.

Пэт Мактаггарт-Коуэн, родившийся в Шотландии в 1912 г., вместе со своими родителями эмигрировал в Ванкувер (Канада), где в 1933 г. закончил математико-физический факультет Университета Британской Колумбии, получив диплом с отличием. Затем он учился в Оксфордском университете (Соединенное Королевство) под руководством Родеса. В 1936 г. он закончил факультет естествознания Колледжа Праздника тела Христова. В том же году он поступил на работу в Канадскую метеорологическую службу и был направлен в аэропорт Кройдон, где присоединился к небольшой группе молодых британских метеорологов (в эту группу входили С. П. Питерс, Артур Дэвис, Пэт Мид), занимавшихся изучением трансатлантической метеорологии с целью разработки прогностических методов, необходимых для метеорологического обслуживания планировавшихся тогда эксперименталь-

ных рейсов летающих лодок между Великобританией и Северной Америкой.

В начале 1937 г. его направили в Ботвуд (Ньюфаундленд) с поручением организовать авиационное прогностическое бюро, создание которого предусматривалось соглашением между Канадой, Великобританией, Ирландией и США. В соответствии с этим соглашением Канада несла ответственность за управление воздушным движением, связь и метеорологическое обслуживание полетов над Ньюфаундлендом и канадской территорией. Первые испытания состоялись в июле 1937 г., когда был осуществлен перелет из Ботвуда в Фойнс (Ирландия). В летние сезоны 1939 и 1940 гг. через Ботвуд летали многие воздушные лодки, принадлежавшие Британии и США.

В рамках программы подготовки к приему на Ньюфаундленде самолетов, садящихся на грунт, был построен аэропорт в Гандере, открывшийся в конце 1938 г. Метеорологическое бюро было переведено в новый аэропорт. Когда началась вторая мировая война, правительства решили прекратить эксплуатацию этого аэропорта и заминировать взлетно-посадочные полосы, чтобы предотвратить их использование врагом. Однако д-р Мактаггарт-Коуэн и другие ведущие сотрудники Гандера сумели сохранить работоспособность аэропорта, и через несколько месяцев стало ясным его огромное значение для патрулей Королевских военно-воздушных сил (RAF) Канады, занимавшихся борьбой с подводными лодками в прибрежных водах.

Примерно в то же время возникла необходимость переправки в Великобританию воздушным путем нового самолета, построенного в США, поскольку морские маршруты были слишком опасны. Прогнозы, составленные д-ром Мактаггарт-Коуэном, немало способствовали успеху этого предприятия. Королевские военно-воздушные силы занялись перегонкой самолетов, и в 1942 г. д-р Мактаггарт-Коуэн был назначен ведущим метеорологом перегонной команды RAF. Он нес ответственность за метеорологическое обслуживание всех полетов, выполнявшихся этой командой. Именно в эти первые годы войны он завоевал признание военных властей за свои органи-

заторские способности и уважение всех пилотов, перегонявших самолеты, за невероятную точность прогнозов, использовавшихся пилотами при трансатлантических перелетах.

В 1944 г. д-р Мактаггарт-Коуэн участвовал в Конференции по вопросам гражданской авиации, проходившей в Чикаго. Он помогал готовить проект устава Международной организации гражданской авиации. В следующем году он был назначен исполняющим обязанности секретаря Организации по воздушной навигации, но в 1946 г. вернулся в штаб-квартиру Канадской метеорологической службы в Торонто, где сначала занял пост помощника директора, а затем и директора, проработав в этой должности до 1964 г. В эти годы он руководил развитием канадской метеорологии, которая должна была удовлетворять растущие запросы общества в области прогноза и метеорологического обслуживания.

Д-р Мактаггарт-Коуэн принимал активное участие в деятельности ВМО. Он сыграл немалую роль на первых сессиях Комиссии по синоптической метеорологии и Комиссии по авиационной метеорологии, а после того, как в 1959 г. он заменил Эндрю Томпсона, его избрали членом Исполнительного Комитета, которым он оставался до 1964 г., когда стал еще и президентом Региональной ассоциации IV.

В конце 1963 г. д-р Мактаггарт оставил метеорологию и занял должность президента-основателя нового Университета им. Саймона Фрейзера в Бэрнаби, Британская Колумбия (пригород Ванкувера). Там он работал до 1968 г. вплоть до назначения исполнителем директором Научного совета Канады в Оттаве. В 1970 г., после того как у берегов Новой Шотландии затонул танкер, правительство поручило ему руководство армейскими подразделениями, кораблями ВМФ и гражданскими учреждениями, занимавшимися ликвидацией загрязнений.

Д-р Патрик Мактаггарт-Коуэн имел много наград и премий, как национальных, так и зарубежных. В 1944 г. правительство Соединенного Королевства наградило его орденом Британской Империи за заслуги перед Королевскими ВВС во время работы в перегонной команде.

Он получил семь почетных званий от канадских университетов; в 1979 г. стал кавалером ордена Канады. В 1965 г. ему была присуждена медаль Паттерсона за выдающиеся заслуги перед метеорологией, а в 1967 г. — медаль в честь столетнего юбилея Метеорологической службы. В 1959 г. Американский институт авиации и аэронавтики присудил ему премию Роберта М. Лози за выдающийся вклад в развитие авиационной метеорологии.

Являясь почетным членом и членом совета Американского метеорологического общества (АМО), он в разное время занимал должность советника, а в 1960—1961 гг. был вице-президентом, написав в этот период организационный план Общества. За выдающиеся заслуги АМО наградило его премиями К. Ф. Брукса (1965 г.) и Кливленда Аббе (1976 г.). Он был одним из первых президентов Канадского отделения Королевского метеорологического общества, почетным членом Канадского метеорологического и океанографического общества, руководителем Арктического института в Северной Америке.

После д-ра Мактаггарта-Коуэна остались вдова Маргарет; дочь Джиллиан, занимающаяся океанографией, и ее дети; сын Джеймс, работающий метеорологом, и его дети; брат Айен и сестра Памела Чарльзурт.

Брюс ЭНГЛ

□ *Интервью с д-ром Мактаггартом-Коуэном было опубликовано в Бюллетене ВМО, 33 (1), январь 1984 г. (ред.).*

Эллот Коен Парис

15 марта 1997 г. в Сан-Хосе (Коста-Рика) скончался Эллот Коен Парис. Он родился в 1921 г. Будучи морским инженером по профессии и натуралистом по призванию, Эллот Коен Парис выполнял свои главные исследования начиная с 1940-х годов.

С молодых лет, сразу после окончания школы в Чили, Эллот Коен почувствовал тягу к преподавательской деятельности, которой он и занимался всю жизнь, а также к экспериментированию и прикладным исследованиям в области

физических наук, особенно в метеорологии, которая была одним из его увлечений. Он активно сотрудничал с различными национальными и международными организациями, в том числе с Пан-американским институтом географии и истории. Однако к главным этапам его профессиональной и академической карьеры относятся работа в Национальном метеорологическом институте Коста-Рики в качестве директора и преподавателя, а также его блестящая деятельность в Университете Коста-Рики (УКР), где он создал и возглавлял учебные курсы по метеорологии, постоянно поддерживая развитие экспериментальной физики.

В 1965—1966 гг. он был президентом Региональной ассоциации IV ВМО (Северная и Центральная Америка), в 1977—1978 гг. избирался членом Совета Национального университета. Для его деятельности как натуралиста особенно характерен интерес к географии и астрономии. Он внес свой вклад в изучение вулканических извержений и географии региона. Он содействовал развитию метеорологии в регионе, создав при УКР курсы по этой дисциплине, участвовал в организации Регионального метеорологического учебного центра ВМО. В признание его заслуг перед УКР, а также за его личные качества и упорство, высоко ценившиеся как студентами, так и коллегами, в 1991 г. ему был присвоен титул почетного профессора Университета. Память о нем и его достижениях сохранится во всех тех университетах и институтах, где он работал.

Х. А. АМАДОР

Мохамад Вадах аль Рашид

В августе 1997 г. после тяжелой болезни скончался директор по научно-технической работе Метеорологического департамента Сирийской Арабской Республики г-н Мохамад Вадах аль Рашид.

Г-н аль Рашид родился в 1939 г. в Алеппо, где он жил и учился в школе вплоть до 1959 г. Свое академическое образование он продолжил в Лейпцигском университете, получив там в 1965 г. степень магистра метеорологии. После возвращения домой, он поступил на работу в прогностический центр и в



Г-н Мохамад Вадах аль Рашид

1978 г. возглавил его. В 1980 г. Г-н аль Рашид перешел на работу в штаб-квартиру Департамента на пост начальника отдела сети наблюдений, а через некото-

рое время возглавил отдел международных связей. В 1993 г. он стал директором по научно-технической работе. Г-н аль Рашид закончил ряд учебных курсов во Франции, Германии и в бывшем СССР, он был членом Комиссии ВМО по атмосферным наукам.

Г-н аль Рашид был известен своим коллегам как искренний, честный и общительный человек. Его будут долго помнить за его вклад в развитие Национальной метеорологической службы, приветливость и дружелюбие. После него остались две дочери и сын.

Н. аль ШАЛАБИ

Книжное обозрение

Parameter Identification and Inverse Problems in Hydrology, Geology and Ecology (Идентификация параметров и проблемы решения обратных задач в гидрологии, геологии и экологии). J. Gottlieb and P. DuChateau (Eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (1996). xvii + 300 с., ISBN 0-7923-4089-2. Цена: 140 долл. США.

Как правило, математические модели строятся для того, чтобы прогнозировать приближающиеся события, или, другими словами, для решения прямых задач. Мы проводим модельные расчеты, чтобы получить соответствующие результаты в предположении, что все вводимые в модель данные, в том числе и данные о внешних воздействиях, начальных и граничных условиях, а равно и параметры модели нам известны. Однако на самом деле некоторые из подлежащих вводу данных зачастую неизвестны, а поэтому или подлежат определению по результатам прямых полевых измерений (если они возможны), или должны быть вычислены на основе имеющихся данных и известной информации. Определение неизвестных данных на основе результатов наблюдений и известных сведений называют проблемой восстановления. Если неизвестные параметры являются параметрами модели, то в этом случае речь идет о проблемах идентификации параметров.

Как разработчикам моделей, так и их пользователям хорошо известно, что построение хорошей структуры модели в лучшем случае представляет собой половину решения задачи ее успешного применения. Идентификация параметров и реше-

ние обратных задач представляются столь же сложными, что и создание модели. Причин тому множество. Во-первых, существует много моделей, представляющих различные аспекты протекающих в реальном мире процессов, и нет возможности найти метод стандартного решения, который был бы универсален. Во-вторых, в моделях всегда идеализируются или упрощаются описания таких процессов. Например, одномерное уравнение диффузии обычно используется для того, чтобы представить движение воды или тепла в неоднородной и анизотропной пористой среде. Идеализации и упрощения неизбежно ведут к ошибкам в структурах моделей, а результатом является невозможность определения тех или иных параметров либо решения обратных задач. Еще более усложняет положение то обстоятельство, что результаты наблюдений, вводимые в модель, как и иные данные, необходимые для решения тех или иных проблем, обычно недостаточно полны. Даже если имеются все нужные данные наблюдений, они отражают лишь состояние, существовавшее в точке, где проводились измерения, а кроме того, обычно они искажены шумами. Эта нехватка информации нередко приводит к ошибкам при использовании метода наименьших квадратов. Именно такого рода проблемы побудили собраться вместе ученых и практических работников на семинар по идентификации параметров и решению обратных задач в гидрологии, геологии и экологии, состоявшийся в Карлсруе (Германия) с 10 по 12 апреля 1995 г. Некоторые из докладов, представленных на этом семинаре, и вошли в рецензируемую книгу.

Книга разделена на шесть разделов и открывается справочником по методам решения обратных задач. Главная часть книги, состоящая из трех разделов, посвящена рассмотрению различных обратных задач и других связанных с этим вопросов, имеющих отношение к геофизическим приложениям. В последних двух разделах речь идет о таких проблемах, как математический анализ обратных и некорректно поставленных задач, а также о параллельных алгоритмах.

В справочном разделе д-р Дюшато, один из со-редакторов книги, представляет краткое изложение проблемы идентификации параметров и обратных задач. Прежде всего он приводит читателям несколько классических примеров обратных задач. Затем он описывает общие подходы к решению таких задач. Ключевыми моментами единого подхода являются: а) анализ проблемы с целью удостовериться, что измеренные данные действительно подходящи и достаточны; б) выбор соответствующих показателей, основанных на методе наименьших квадратов. Справочник завершается иллюстрацией того, как именно следует применять единый подход к решению реальных вопросов идентификации гидравлических свойств пористой среды. Весь раздел полон примерами, содержит в тексте ряд лемм, призванных обеспечить последовательное теоретическое обоснование. Однако здесь не предлагается никаких конкретных численных схем, поскольку обратные задачи чрезвычайно многообразны.

В собраниях статей под заголовками „Гидрология“, „Нелинейная диффузия и физика почв“ и „Геофизические методы“ рассмотрены многие обратные задачи, касающиеся проблем реального мира. В каждой из статей предлагается свой взгляд на обратные задачи. По большей части обсуждаемые проблемы представляют общий интерес, а предлагаемые методы их решения применимы для широкого класса случаев. Так, Хефнер и др. представляют новую численную схему, известную под названием алгоритма ограничения фронта, которую можно использовать для решения любых обратных задач, связанных с адвекцией и дисперсией. Подход Сана, заключающийся в применении структурной идентификации и редукции модели, также может быть без труда использован другими разработчиками моделей. В статье Карпerry и др. обсуждается специфическая проблема моделирования водного потока в трещиноватой среде с низкой проницаемостью. Значительная часть этой статьи посвящена разъяснению самой сути проблемы. Намечены пути ее решения, однако конкретные решения не приводятся. В статье Циммермана и др. даны результаты проверки ряда методов решения обратных геофизических задач по набору выбранных авторами проблем. Эта рабо-

та представляется весьма важной, поскольку является первым сравнительным исследованием такого рода. Я был разочарован тем обстоятельством, что методы, использованные в данной работе, вообще не описаны, причем это относится и ко всем другим статьям.

Раздел, посвященный математическому анализу обратных и некорректно поставленных задач, затрагивает те же самые проблемы, которые освещались и в ряде предыдущих статей, если не говорить о представленных здесь методологиях, имеющих скорее теоретический характер и мало связанных с конкретными практическими приложениями. К основным вопросам, обсуждаемым в этом разделе, относятся вычислительная неустойчивость и некорректность обратных задач. (Понятие некорректно поставленной обратной задачи относится к такой задаче, решения которой не существует либо оно неоднозначно или разрывно.) Можно предположить, что некоторые из статей предыдущего раздела (см., например, работу Сана) лучше было бы поместить именно в этот раздел.

В последнем разделе обсуждается применение параллельных алгоритмов для решения обратных задач. Одной из основных проблем при решении таких задач является то обстоятельство, что оно требует гигантских затрат компьютерного времени. К счастью, свойства цифровых схем таковы, что они адаптируемы к параллельным алгоритмам. Две статьи, представленные в этом разделе, являются прекрасной иллюстрацией того факта, что параллельные алгоритмы могут быть включены в численные схемы решения обратных задач.

Книга может служить хорошим справочником для тех, кто интересуется обратными задачами как таковыми, а также подобными задачами, касающимися геофизических приложений. Она никак не может рассматриваться в качестве учебника. Честно говоря, книга мне не вполне нравится, так как является чем-то вроде отчета о конференциях и семинарах, что лишает ее систематики, а качество представленных в ней статей не всегда одинаково. Эта книга не смогла изменить мои давние предубеждения.

Квингин Дун

Global Warming, River Flows and Water Resources (Глобальное потепление, реки и водные ресурсы). N. ARNELL, John Wiley & Sons, Chichester (1996). vii + 224 с., многочисленные рисунки. ISBN 0-471-96599-5. Цена: 17,95 ф. ст.

Книгу такого объема (224 с.) и сложности нельзя внимательно прочесть за время шестичасовой поездки на поезде из Ньюхасла в Оксфорд, между

тем, именно этот отрезок времени я счел возможным отвести для ознакомления с данной публикацией. Поэтому то, что написано ниже, следует рассматривать как достаточно поверхностные и сугубо личные впечатления.

По собственному выражению Эрнелла, в книге рассматриваются некоторые потенциальные воздействия изменения климата (в данном случае речь идет о глобальном потеплении) на гидрологические характеристики и водные ресурсы Великобритании, причем приводятся и примеры из практики других стран. Большая часть книги посвящена методическим вопросам, а оценка действительных изменений в значительной мере основана на сценариях изменения климата, разработанных по заказу Группы экспертов при департаменте Соединенного Королевства по оценке воздействия изменения климата на окружающую среду.

В главе 1 обсуждается парниковый эффект, а глава 2 посвящена вопросам глобального потепления (там рассмотрены, в частности, и сложности обнаружения глобального потепления на основе анализа гидрологических данных). В главе 3 представлены методики оценки последствий изменения климата, опирающиеся на публикации Межправительственной Группы экспертов по изменению климата, в которых рассмотрены методы создания сценариев будущих климатических изменений в масштабах, пригодных для использования в гидрологических исследованиях. Автор подчеркивает, что изучение данной проблемы является важнейшим элементом его работы, поскольку прогнозируемые распределения гидрологических параметров самым существенным образом зависят от правильности сценариев изменения важнейших климатологических переменных. Тема главы 4 — это конкретная научно-исследовательская работа, выполненная в Британии. В этой главе приводятся обобщенные сведения по изученным водосборам и применявшимся гидрологическим моделям. В главе 5 рассмотрено влияние глобального потепления на режим рек вплоть до 2050 г., причем приводимая здесь информация основана тоже на данных конкретных исследований, проведенных в Британии. В главе 6 речь идет о переходных явлениях, которые будут сопутствовать постепенному изменению климата на протяжении нескольких предстоящих десятилетий, а в главе 7 освещаются вопросы, связанные с качеством воды. В заключительной главе приводятся некоторые сведения, касающиеся использования водных ресурсов в Британии. Методология, описанная в книге, представляется более важной, нежели полученные с ее помощью выводы, поэтому сей труд будет полезно прочесть всем специалистам, имеющим дело с проблемами водных ресурсов и изменения климата,

хотя бы для ознакомления с упомянутой методологией.

Довольно затруднительно кратко обобщить все выводы, содержащиеся в книге, однако представляется полезным процитировать часть главы 6: «Единственный и самый важный результат изучения переходных гидрологических процессов состоит в том, что влияние изменения климата на сток в целом следует признать незначительным по сравнению с межгодовой изменчивостью. Поэтому может оказаться затруднительным выявление трендов в данных о параметрах стока, *если такие тренды вообще существуют*. Когда речь идет о небольших и средних сроках (менее 20 лет), можно утверждать, что доминирующим явлением окажется межгодовая изменчивость» (курсив мой). В главе 8 Эрнелл заключает, что с точки зрения планирования водных ресурсов более важную роль в сравнении с прогнозируемыми довольно небольшими гидрологическими изменениями будут играть другие факторы, в том числе экономические и политические. Он пишет, что, по всей вероятности, политики будут следовать принципу «подожди и посмотри, что случится».

Таким образом, книга демонстрирует (и неудивительно) тот факт, что обнаружение последствий явления, столь отдаленно связанного со своими исходными причинами (увеличение концентрации двуокиси углерода, потепление (?), изменение количества осадков, количества облачности, изменения океанских течений, процессов испарения, наконец, изменения речного стока, причем все эти эффекты оцениваются на уровне отдельных стран или конкретных бассейнов водосбора), представляет собой крайне сложную задачу. К тому же нельзя игнорировать и другие возможные причины изменения климата, о которых нам пока ничего неизвестно.

Книга демонстрирует и то обстоятельство, что самые настойчивые усилия по прогнозу речного стока, основанные на применении современных сценариев изменения климата, дают один ответ: «Никаких серьезных изменений в предстоящие 50 лет». Вывод представляется обнадеживающим или мог бы рассматриваться как таковой при наличии уверенности в справедливости всех предположений, на которых основаны прогнозы.

Лично я занимаюсь сбором гидрометеорологических данных, а также приборами, и у меня вызывает сомнение пригодность ртутных стеклянных термометров в деревянных экранах Стивенсона для проведения измерений с точностью, необходимой для обнаружения очень малых изменений, которые, как полагают, должны иметь место. Кроме того, для удобства операторов все эти ручные приборы применяются в населенных районах, а боль-

шая часть суши и почти вся поверхность океанов вообще не охвачены наблюдениями. Следовательно, мы не имеем данных приборных измерений по трем четвертям поверхности планеты. (Я с удовлетворением отметил тот факт, что автор признает необходимость совершенствования методов мониторинга, важность которого продемонстрировала созданная ВМО Глобальная система наблюдения за климатом. Но пока нам от этого мало пользы.) Конечно, надо заниматься проблемой возможных будущих изменений речного стока, ведь осторожность и предусмотрительность никогда не помешают, что относится и к дискуссиям о климате в целом, но не следует без достаточных оснований считать, что глобальное потепление действительно имеет место, происходит повсеместно и будет продолжаться, может стать более интенсивным, а единственной его причиной является наша погоня за прибылями. Существует реальная опасность дискредитации науки, если ученые попадут в этом отношении под влияние групп агрессивно настроенных борцов за охрану окружающей среды. Давно нужно смотреть на проблему более широко и трезво. Как говорится в одной из басен Эзопа, «всегда случается то, чего меньше всего ожидали».

Айен Стрэнджвейз

Geographical Information Systems in Hydrology
(Географические информационные системы в гидрологии). V. P. SINGH and M. FLORENTINO (Eds.). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (1996). xv + 443 с., ISBN 0-7923-4226-7.
Цена: 219 долл. США

В 1980-е годы географические информационные системы (ГИС) быстро прошли путь от их игнорирования до широкого применения в университетах, бизнесе и правительственных организациях, где они используются для решения самых разнообразных прикладных задач.

ГИС — это нечто большее, чем картографический материал. Технология ГИС дает возможность собирать, накапливать, обрабатывать, анализировать и визуализировать различные массивы географических данных. В то же время ГИС помогают разрабатывать, калибровать, модернизировать и сравнивать различные модели. Именно по этим причинам в гидрологии, где используются большие объемы пространственных данных и распределенные гидрологические модели, ГИС находят все более широкое применение.

Книга «Географические информационные системы в гидрологии» является обзором прикладного использования таких систем, а также содержит объяснения основных принципов. Редакторы не преследовали цель превратить книгу в справочник;

их намерения состояли в том, чтобы побудить читателей к использованию ГИС в гидрологических исследованиях и практической работе.

В двух первых вводных главах иллюстрируются возможности ГИС. Представлена роль ГИС как вспомогательного инструмента при гидрологическом моделировании, дается краткий обзор такого рода применений. Описаны система дистанционного зондирования (ДЗ) и связи между ДЗ, ГИС и другими системами. Приводятся примеры использования ДЗ и ГИС в гидрологических исследованиях; в книге помещен подробный список литературы для желающих более детально ознакомиться с этой проблемой.

В нескольких последующих главах основное внимание уделяется базовым концепциям и некоторым техническим аспектам. Качество любого анализа, основанного на применении ГИС, определяется качеством базы данных. Поэтому в книге большое место отведено описанию источников данных и применению этих данных в ГИС. Даются некоторые рекомендации по расширению баз данных и их использованию. Приводятся сведения о пространственных моделях, структуре данных и временным аспектам ГИС. Затем в книге описаны методы пространственного анализа, в том числе геостатистические модели и модели трендов. Рассмотрены также методы генерации цифровых моделей рельефа (DTM) и существующие пакеты программ для создания DTM.

Существенной и весьма важной частью книги являются разделы, посвященные использованию ГИС в гидрологии. ГИС представляют собой эффективный механизм интеграции данных и, что еще более важно, инструмент для моделирования природных явлений. Принципиальная задача ведущихся в настоящее время гидрологических исследований заключается в том, чтобы досконально разобраться в связях между гидрометеорологическими параметрами на территории бассейна и их представлением в математических моделях. Гидрологические модели, при разработке которых следует руководствоваться конкретными целями, непосредственно связаны с ГИС или являются их частью. Это обстоятельство открывает богатейшие возможности для оценки последствий изменений в методах землепользования, для описания и моделирования ряда физических процессов, протекающих в пределах бассейна. Кроме того, ГИС позволяют проводить дополнительную обработку результатов моделирования, применяя модели при формировании политики в области использования водных ресурсов. В книге рассмотрены некоторые гидрологические модели и способы их введения в состав ГИС.

В последующих восьми главах речь идет о различных приложениях ГИС в таких областях, как гидрология поверхностных вод, грунтовые воды, качество воды и землепользование. Структура этих глав не является однородной. Некоторые из них носят общий характер (как, например, главы о моделировании выбросов загрязняющих веществ из распределенных источников и о крупномасштабном моделировании бассейнов), другие же весьма детальны. В главах первого типа дается только информация о возможных применениях ГИС, иногда приводятся отдельные примеры, тогда как главы второго типа содержат сведения об использовании ГИС в конкретных ситуациях. Такой является, например, глава об оползнях в Базиликате (Италия). Здесь последовательно, шаг за шагом описана методика применения ГИС — начиная с информации об источниках данных, их преобразовании и обработке (моделировании) и заканчивая примерами результатов, полученных с помощью ГИС.

В заключительной главе описан процесс построения ГИС, предназначенных для гидрологических приложений, представлены основные критерии создания ГИС, дана характеристика много-

численных коммерческих программных пакетов, пригодных для использования в гидрологии.

Несмотря на неоднородность стиля, которой трудно было избежать при столь большом числе авторов, книга читается хорошо. Такого рода издания вполне соответствуют ожиданиям и запросам многих ученых. Знакомство с книгой побудит читателей более глубоко заинтересоваться ГИС, даст им возможность использовать эту методику при решении гидрологических проблем. Книга „Географические информационные системы в гидрологии“ является ценным справочником для профессионалов, занимающихся вопросами, связанными с окружающей средой и водными ресурсами. Интересной и полезной будет книга и для тех, кто принимает решения, основанные на статистическом анализе, в том числе для инженеров и администраторов, работающих в таких областях, как окружающая среда, гражданское строительство, водные ресурсы. Книга, несомненно, займет достойное место в ряду изданий, посвященных гидрологии.

Мальгоржата Халупка

КАЛЕНДАРЬ ПРЕДСТОЯЩИХ СОБЫТИЙ

(Все сессии, кроме особо оговоренных, будут проводиться в Женеве, Швейцария)

1998 г.

23 февраля—4 марта	Комиссия по атмосферным наукам — двенадцатая сессия (<i>Скопье, бывшая югославская Республика Македония</i>)
14—17 апреля	Региональный семинар по применению доплеровских радиолокаторов для изучения тропических циклонов (<i>Гуа Гин, Таиланд</i>)
20 апреля	Совещание экспертов по тропическим циклонам — Оперативные аспекты (<i>Хайку, Китай</i>)
20—22 апреля	Международный семинар по неструктурному контролю наводнений в городских районах (<i>Сан-Пауло, Бразилия</i>)
20—24 апреля	23-я Генеральная ассамблея Европейского геофизического общества — фундаментальные исследования турбулентности (<i>Ницца, Франция</i>)
4—12 мая	Комиссия по приборам и методам наблюдений — двенадцатая сессия. После сессии состоится Техническая конференция по метеорологическим приборам, приборам для изучения окружающей среды и методам наблюдений (ТЕСО-98), а также Техническая выставка (METEOREX-98) (<i>Касабланка, Марокко</i>)
11—15 мая	Семинар по вулканическому пеплу (<i>Тулуза, Франция</i>)
18—27 мая	Региональная ассоциация VI — двенадцатая сессия (Европа) (<i>Тель-Авив, Израиль</i>)
3—6 июня	Международная конференция по мировым водным ресурсам (<i>Париж, Франция</i>)
8—12 июня	Симпозиум „Росби-100“ (<i>Стокгольм, Швеция</i>)
15—19 июня	Девятнадцатая Конференция дунайских стран по гидрологическому прогнозу и гидрологическим основам использования водных ресурсов (<i>Осиек, Хорватия</i>)
16—26 июня	Исполнительный Совет — пятидесятая сессия
6—10 июля	9-й Международный симпозиум по акустическим методам дистанционного зондирования и вспомогательным методам изучения атмосферы и океанов (<i>Вена, Австрия</i>)
19—24 июля	Первая Международная конференция по туманам и их рассеянию (<i>Ванкувер, Канада</i>)
24—26 августа	Конференция „Гидроинформатикс-98“ (<i>Копенгаген, Дания</i>)
7—11 сентября	Климат и история: изменчивость в прошлом и настоящем — перспективы на будущее (<i>Норвич, Соединенное Королевство</i>)
7—11 сентября	Четвертый семинар Кенийского метеорологического общества по применению результатов метеорологических исследований и метеорологическому обслуживанию — Задачи метеорологии в области обеспечения устойчивого промышленного развития (<i>Момбаса, Кения</i>)
14—19 сентября	25-я Международная конференция по горной метеорологии (<i>Турин, Италия</i>)
14—23 сентября	Региональная ассоциация V — двенадцатая сессия (юго-запад Тихого океана) (<i>Индонезия</i>)

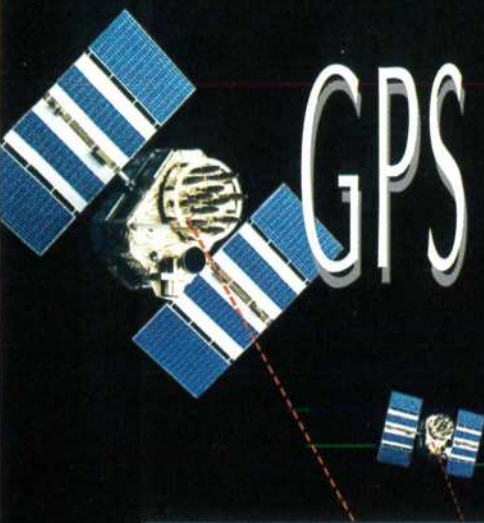
ЧЛЕНЫ ВСЕМИРНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ* ГОСУДАРСТВА (179)

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

ТЕРРИТОРИИ (6)

Британские территории в Карибском море	Гонконг (Китай)	Новая Каледония
	Макао	Французская Полинезия
	Нидерландские Антиллы и Аруба	

* На 15 ноября 1997 г.



GPS

NAVAIR / GPS

СИСТЕМА АЭРОЛОГИЧЕСКОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

- Зондирование по всему Земному шару круглые сутки с помощью GP-Sonde™
- Стационарная или передвижная система
- Автоматизированная передача метеорологических сообщений ВМО и сообщений в формате STANAG
- Дифференцированный или автономный режим с использованием некоррированной ГКОМ
- Удвоенная ЧМ-телеметрия для надежного приема без помех



Система NAVAIR/GPS использует навигационные сигналы Глобальной системы определения местоположения (ГКОМ) для предоставления надежных и точных данных синоптического зондирования при любых метеорологических условиях, в любом месте и в любое время. Экономически эффективная технология NAVAIR / GPS фирмы AIR позволяет производить системы и радиозонды, доступные для любого бюджета.

УНИВЕРСАЛЬНОСТЬ: наземные станции NAVAIR/GPS могут иметь конфигурации, позволяющие использовать GP-зонды фирмы AIR, сбрасываемые радиозонды для измерения ветра или ракетные зонды, использующие ГКОМ для предоставления надежных данных радиоветровых зондирования с наземной стационарной или передвижной станции. Измерение ветра с использованием ГКОМ сочетается с высокой точностью датчиков давления, температуры и относительной влажности фирмы AIR для получения точных данных о состоянии атмосферы.

ПРИМЕНЕНИЯ: • Синоптические прогнозы национальных метеорологических служб • Метеорологические исследования • Исследования пограничного слоя • Исследования загрязнения воздуха • Слежение за ураганами • Реагирование в случае чрезвычайных обстоятельств • Поддержка на испытательных полигонах • Измерение коэффициента преломления

ВСТУПАЙТЕ В БУДУЩЕЕ СЕЙЧАС. Для получения более подробной информации о той революции, которую означает использование ГКОМ в области аэрологического зондирования и относительно того, каким образом усовершенствовать имеющиеся у вас системы, обращайтесь по адресу:

Atmospheric Instrumentation Research, Inc.
8401 Baseline Road • Boulder, Colorado 80303 USA
PHONE: (303) 499-1701 • FAX: (303) 499-1767

CNR 1

A REVOLUTIONARY NET RADIOMETER

FOR MEASURING SOLAR & FAR INFRARED RADIATION BALANCE

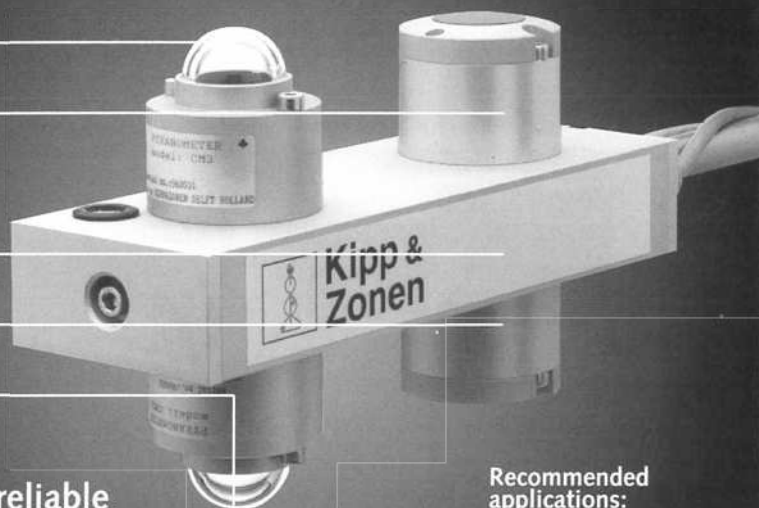
Incoming solar

Sky far infrared

Temperature
sensor & heater

Ground infrared

Reflected solar



- accurate & reliable
- 4- components measured separately
- robust & fully weatherproof
- heated: no more dew-deposition

Recommended applications:

- Agro Meteorology:
study of evapotransmission
- Climatology:
study of radiative balances
- Building research:
study of thermal stress
- Solar energy:
study of heat exchange
of thermal solar systems
- Highway condition
monitoring
- Crop damage prevention



For more information and documentation:



SCI-TEC
INSTRUMENTS



Kipp & Zonen Group

Kipp & Zonen B.V.
P.O. Box 507
NL 2600 AM Delft
Tel.: +31-15-269.80.00
Fax: +31-15-262.03.51

Weather Observation System (Wind)



SPECIFICATION

Wind Speed: Optical encoder, Resolution 0.1 m/s
Wind Direction: Optical encoder, Resolution 360°/256,
Fluctuating width 36 directions

Sampling Rate: 0.25sec
Threshold Speed: Less than 0.4m/s

Withstand Speed: 110m/s

Range: 0.5~90m/s, 360°

Accuracy: Speed	Less than 10m/s	±0.3m/s
	Over 10m/s	±3%

Direction

Weight: Sensor 5kg, indicator 4.8kg

Wind Speed: AC power generating type
Wind Direction: DC selsyn(Standard)
Vessel Speed: Electro magnetic log(0.1~60kt)
Course: Gyro compass(36bearings-360°)
Range: 1~90m/s or 2~175kt 360°

Accuracy: Speed Less than 10m/s ±0.5m/s
 Over 10m/s ±5%

Direction	Over 10 m/s	±5°
-----------	-------------	-----

Threshold Speed: 1 m/s

Withstand Speed: 110m/s

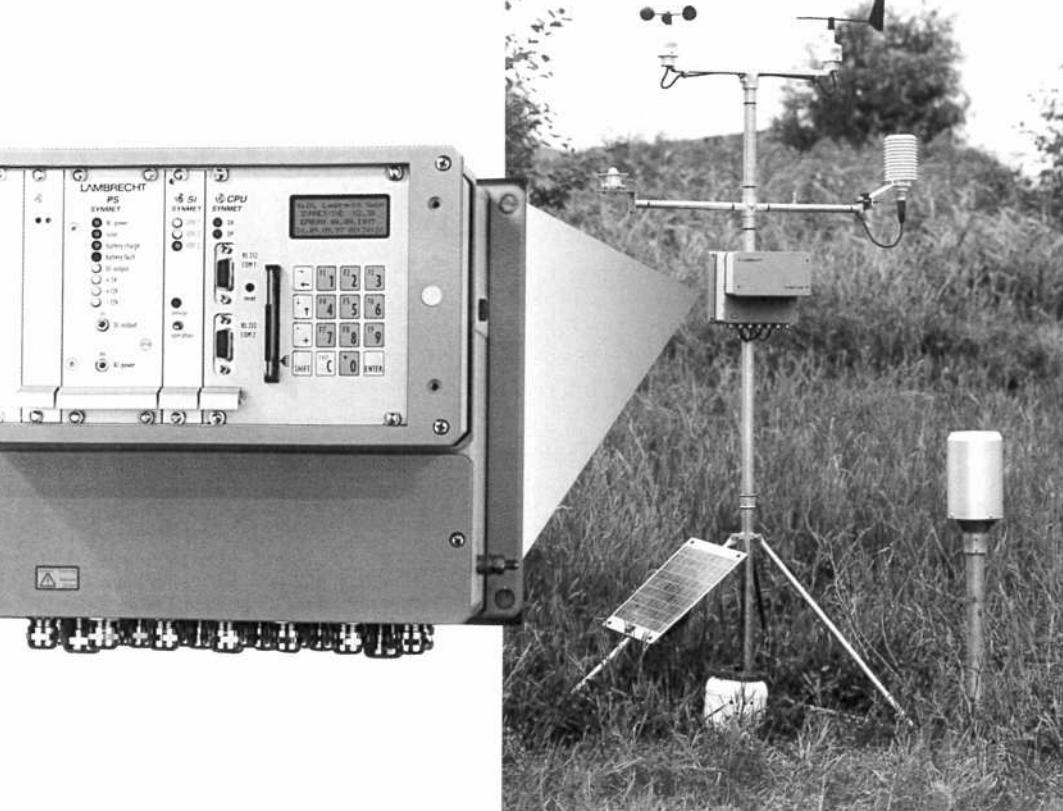
Weight: Sensor 5.5kg, indicator 5kg



NIPPON ELECTRIC INSTRUMENT, INC.

4-9, KAMINOGE 2-CHOME, SETAGAYA-KU, TOKYO, JAPAN 158

TEL 81-3-5707-8251 FAX 81-3-5707-8261



SYNOPT Automatic Weather Station

Automatic or manned SYNOPTical METeorological weather station (WMO)

for Airports (ICAO) with RVR, MOR and Cloud Height

for Hydrology, Forestry, Agriculture and Industrial Research

generation of SYNOP/METAR/SPECI codes

excellent application for use in severe and tough environments

data transmission via LAN / telephone / GSM / radio-modem

test, configuration and diagnostic integrated or by station-PC/central office

analogue, 5 digital inputs, 8 analogue outputs, 4 serial interfaces (RS 232/422/485)

note alarm system with active dialing mode and relays

WORLDWIDE TO BE PRECISE



Reg.-Nr. 3748.01

LAMBRECHT
KLIMATOLOGISCHE MESSTECHNIK GÖTTINGEN

Sensors
Hand-held Instruments
Telemetry Devices
System Techniques for
Meteorology and
Environment Protection

Wilh. Lambrecht GmbH

CV-700 UPPER AIR SOUNDING SYSTEM

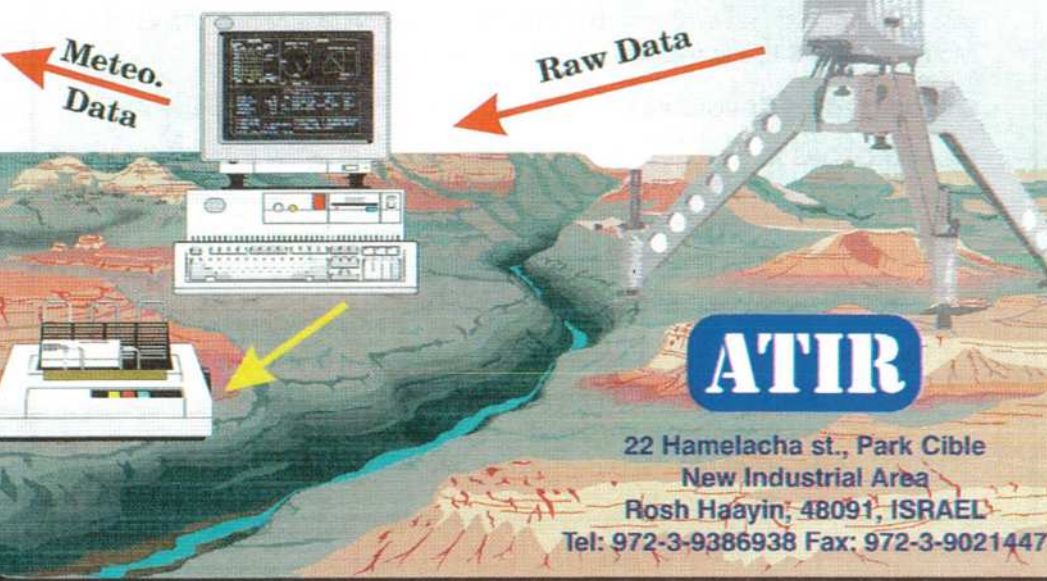
**AUTOMATIC TRACKING
REAL-TIME LOGGING AND PROCESSING
COMPUTERIZED WMO MESSAGE GENERATION**

CV-700 is a computerized radiotheodolite ground station for automatic tracking and data processing of digital and analog 1680 MHz radiosondes.

CV-700 provides accurate wind velocity measurements from ground level to over 30 km. Wind data is reliable even at low elevation tracking angles.

CV-700 is ideal for in-the-field meteorological measurement:

- Fully portable
- Fast deployment
- Simple operation
- Battery and/or mains power
- Can be used in integrated NAVAID/RDF system
- Provisions for GPS upgrade



ATIR

22 Hamelacha st., Park Cible
New Industrial Area
Rosh Haayin, 48091, ISRAEL
Tel: 972-3-9386938 Fax: 972-3-9021447

LOW COST ATMOSPHERIC MEASUREMENTS IN THE PALM OF YOUR HAND

Until now, if you wanted accurate measurements of the total ozone column, total water vapor or aerosol optical depth at a variety of wavelengths you had to invest tens of thousands of dollars. And, the equipment wouldn't be very portable. The new customizable **MICROTOPS II** concentrates measurement power in the palm of your hand at a fraction of the cost of conventional equipment.

MICROTOPS II delivers accurate readings at the touch of a button. Just aim the meter at the sun; align its image in the cross-hairs; and push the button.



Global Positioning Satellites (GPS)

By utilizing GPS, the portability of **MICROTOPS II** doesn't compromise data accuracy, even on a moving ship or other vehicle. The GPS option plugs into **MICROTOPS II**, automatically updating position every 2 seconds.

Customized to fit your needs

The **MICROTOPS II** ozonometer can be modified to measure any 5 wavelengths. This allows it to be used as a Sunphotometer or abbreviated Spectroradiometer.

SOLAR
LIGHT CO.^{INC.}

721 Oak Lane, Philadelphia, PA 19126-3342 USA

Telephone: (215) 927-4206 • Fax: (215) 927-6347

E-MAIL: info@solar.com • WWW: <http://www.solar.com>

GPS

windfinding

- not news anymore!

But how about
a system that offers
unsurpassed performance,
outstanding accuracy,
high vertical resolution,
and an easy upgrade path
for existing systems.

All of this including global coverage
and all-weather operation
is available off-the-shelf today.

Contact Vaisala for details
on a GPS windfinding solution
that meets your upper air observation needs
for today and in the future.



VAISALA

Vaisala Oy
P.O. Box 26, FIN-00421 Helsinki, Finland
Tel. (+358 9) 8949
Fax (+358 9) 8949 210, (+358 9) 8949 227
Telex 122832 vsalaf
Internet: <http://www.vaisala.com>

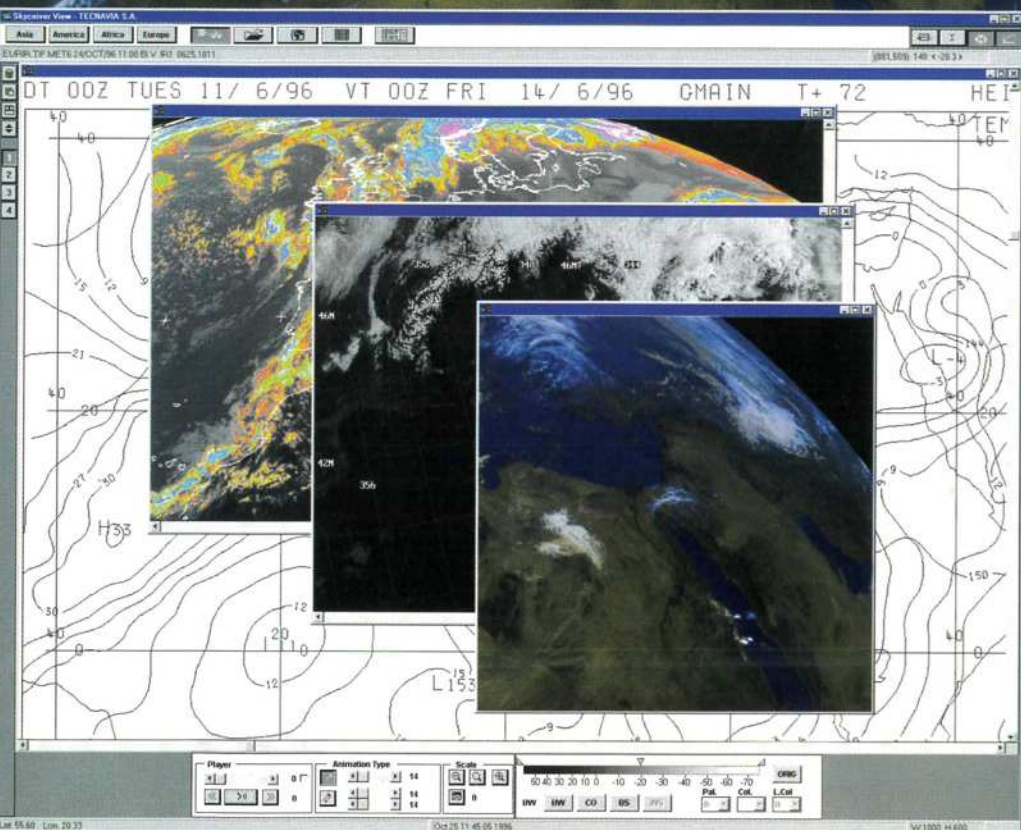
SKYCEIVER® SYSTEMS

A Window to the World

Ask us about our new family of Skyceiver® PC-based systems operating under Windows™ (3.1, 95, NT) designed in the TECNAVIA professional tradition of reliable and affordable user-friendly modular equipment.

Among TECNAVIA's wide range of products:

- Skyceiver® PC; the entry level for SDUS stations
- Skyceiver® WIN for PDUS, MDD, HRPT, GVAR, GMS reception
- Skyceiver® CIRRUS for LAN or WAN systems



This background is an automatically generated true color image

TECNAVIA

TECNAVIA SA - 6917 Barbengo-Lugano, Switzerland
Tel.: +41 (0)91 - 993 21 21 Fax: +41 (0)91 - 993 22 23
E-Mail: info@tecnavia.ch WWW: <http://www.tecnavia.ch>
Telex: 840009 tecn ch

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В БЮЛЛЕТЕНЕ ВМО

АГРПМЕТ	Агрометеорология и оперативная гидрология и их применения	МГП	Международная гидрологическая программа (ЮНЕСКО)
АККАЛ	Консультативный комитет по климатическим приложениям и тампам (ККА)	МГС	Международный географический союз (МСНС)
АКМАД	Африканский центр по применению метеорологии для целей развития	МГЭНК	Междправительственная группа экспертов по изменению климата (ВМО/ЮНЕП)
БАПМон	Сеть станций мониторинга фонового загрязнения атмосферы (ВМО)	МДЛ	Распространение метеорологических данных (Метдэсат)
ВКП	Всемирная климатическая программа (ВМО)	МДУОСБ	Международное десятилетие по уменьшению опасности стихийных бедствий
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения	МНПСА	Международный институт прикладного системного анализа
ВОСЕ	Эксперимент по циркуляции Мирового океана (ВПИК)	ММО	Международная метеорологическая организация (принципалитет ВМО)
ВНВКР	Всемирная программа оценки влияния климата и стратегий реагирования (ЮНЕП/ВМО)	ММО	Международная морская организация
ВПИК	Всемирная программа исследований климата (ВМО/МСНС)	ММЦ	Мировой метеорологический центр (ВСП)
ВПКДМ	Всемирная программа климатических данных и мониторинга (ВМО)	МОК	Междправительственная океанографическая комиссия (ЮНЕСКО)
ВПКЛО	Всемирная программа климатических применений и обслуживания (ВМО)	МПГБ	Международная программа «Геоисфера-биосфера» (МСНС)
ВПС	Всемирный провозимостный совет (ООН)	МПКГ	Международный проект ГЭКЭВ континентального масштаба (ВПИК)
ВСАП	Всемирная система лоданных прогнозов	МСГТ	Международный союз геодезии и геофизики (МСНС)
ВСНГЦ	Всемирная система наблюдений за гидрологическим циклом	МСНС	Международный совет научных союзов
ВСП	Всемирная служба погоды (ВМО)	МСЭ	Международный союз электросвязи
ВТО	Всемирная туристская организация	НАСА	Национальная администрация по аэронавтике и космическому пространству (США)
ГВР	Гидрология и водные ресурсы (ВМО)	НМЦ	Национальный метеорологический центр (ВСП)
ГОМС	Гидрологическая оперативная многоцелевая система (ВМО)	ННГ	Новые независимые государства
ГСА	Глобальная служба атмосферы (ВМО)	НУОА	Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы (США)
ГСН	Глобальная система наблюдений (ВСП/ВМО)	ОГОС	Объединенная глобальная система океанических служб (МОК/ВМО)
ГСНК	Глобальная система наблюдений за климатом (ВМО/МОК/МСНС/ЮНЕП)	ОНК	Обучение с использованием компьютера
ГСЮ	Глобальная система наблюдений за океаном (МОК/ВМО/МСНС/ЮНЕП)	ОНК	Объединенный научный комитет по ВПИК (ВМО/МСНС)
ГСОД	Глобальная система обработки данных (ВСП/ВМО)	ОПК	Образование и подготовка кадров (ВМО)
ГСТ	Глобальная система телесвязи (ВСП/ВМО)	ПАНОС	Программа по атмосферным исследованиям и окружающей среде (ВМО)
ГЭКЭВ	Глобальный эксперимент по изучению энергетического и водного цикла (ВПИК)	ПДС	Программа добровольного сотрудничества (ВМО)
ГЭФ	Глобальный экологический фонд	ПОГ	Программа по оперативной гидрологии (ВМО)
ЕКА	Европейское космическое агентство	ПРООН	Программа развития ООН
ЕЦСПП	Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды	ПСД	Платформа сбора данных
НАТА	Международная ассоциация воздушного транспорта	ПТИ	Программа по тропическим циклонам (ВМО)
ПКАО	Международная организация гражданской авиации	РКНК	Рамочная конвенция об изменении климата (ООН)
НСО	Международная организация по стандартизации	РМУЦ	Региональный метеорологический учебный центр (ВМО)
НОАД	Международный фонд сельскохозяйственного развития (ООН)	РМЦ	Региональный метеорологический центр (ВСП)
КАМ	Комиссия по авиационной метеорологии (ВМО)	РСМЦ	Региональный специализированный метеорологический центр (ВСП)
КАН	Комиссия по атмосферным наукам (ВМО)	РУТ	Региональный узел телесвязи (ВСП)
КБО	Комиссия по борьбе с опустыниванием	САДК	Сообщества развития южноафриканских стран
КТы	Комиссия по гидрологии (ВМО)	СКАР	Научный комитет по антарктическим исследованиям (МСНС)
КНКО	Комитет по изменению климата и океану (СКОР/МОК)	СКОПЕ	Научный комитет по проблемам окружающей среды (МСНС)
КНЛСС	Постоянный межгосударственный комитет по борьбе с засухой в Сахеле	СКОСТЕН	Научный комитет по физике солнечно-земных связей (МСНС)
КВКП	Координационный комитет по Всемирной климатической программе	СКОР	Научный комитет по океаническим исследованиям (МСНС)
ККА	Комиссия по климатологии (ВМО)	СМАРК	Стратосферные процессы и их роль в климате (ВПИК)
КЛНКОМ	Применение компьютеров в климатических исследованиях (ВМО)	СРД	Система ретрансляции данных с ПСД
КММ	Комиссия по морскому метеорологии (ВМО)	ОСД	Система сбора данных
КОАРЕ	Эксперимент по изучению реагирования развивающейся системы океанологии	СТЕНД	Система обмена технологиями, применимой в случае стихийных бедствий (ВМО)
КООНОСР	Конференция ООН по окружающей среде и развитию (Бразилия, 1992)	ТОГА	Программа исследований тропической зоны океана и глобальной атмосферы (ВПИК)
КОС	Комиссия по основным системам (ВМО)	ТРОС	Эксперимент по изучению климата городов в тропиках
КОСПАР	Комитет по космическим исследованиям (МСНС)	ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ООН)
КПМН	Комиссия по приборам и методам наблюдений (ВМО)	ЧП	Численный прогноз погоды
КСМ	Комиссия по сельскохозяйственной метеорологии (ВМО)	ЭНСО	Явление Эль-Ниньо/южное колебание
КУР	Комиссия по устойчивому развитию	ЭСКАТО	Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихого океана (ООН)
МАГАТЭ	Международное агентство по атомной энергии	ЮНЕП	Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде
МАГН	Международная ассоциация гидрологических наук (МСГТ)	ЮНЕСКО	Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры
МАМАН	Международная ассоциация метеорологии и атмосферных наук (МСГТ)		
МАФНО	Международная ассоциация физических наук об океане (МСГТ)		

