

ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

БЮЛЛЕТЕНЬ



Том 40 № 2
Апрель 1991 г.



ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ (ВМО)

является специализированным агентством 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 водных проблем, в сельском хозяйстве и в других областях деятельности человека;
- содействовать деятельности в области оперативной гидрологии и дальнейшему тесному сотрудничеству между метеорологическими и гидрологическими службами; и
- 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 Членов Организации, имеющих своей задачей координацию деятельности в области метеорологии и других связанных с ней областях в пределах соответствующих географических районов.

Восемь технических комиссий,

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

ИСПОЛНИТЕЛЬНЫЙ СОВЕТ

Президент: Цзоу Цзинмэн (Китай)
Первый вице-президент: Дж. У. Зиллман (Австралия)
Второй вице-президент: С. Алаимо (Аргентина)
Третий вице-президент: Дж. Т. Хоугтон (Соединенное Королевство)

Члены Исполнительного Совета по должности (президенты региональных ассоциаций)

Африка (I):

К. КОНАРЕ (Мали)

Азия (II):

ИССА ХУССЕЙН аль МАЖИД (Катар)

Южная Америка (III):

К. А. ГРЕЗЗИ (Уругвай)

Северная и Центральная Америка (IV):

С. Е. БЕРИДЖ (Британские территории

Карибского бассейна)

Юго-Запад Тихого океана (V):

Пол Ло Су Сю (Сингапур)

Европа (VI): А. ГРАММЕЛЬТВЕД (Норвегия)

Избранные члены Исполнительного Совета

А. И. АБАНДАХ (Иордания)

А. А. АЛЬГАИН (Саудовская Аравия) (и. о.)

Д. М. БАУТИСТА ПЕРЕС (Испания)

М. БУДАМА (Нигер)

Э. ДАУДСВЕЛ (Канада) (и. о.)

Э. ЗАРАТЕ ЭРНАНДЕС (Коста-Рика)

М. К. ЗИНЮВЕРА (Зимбабве)

Ю. А. ИЗРАЭЛЬ (СССР)

К. КАНДАНЕДО (Панама)

В. КАСТРО ВРЕДЕ (Парагвай) (и. о.)

Р. Л. КИНТАНАР (Филиппины)

С. М. КУЛЬШЕСТХА (Индия) (и. о.)

А. ЛЕБО (Франция)

МАЛИК Ф. М. КАСИМ (Пакистан)

А. М. эль МАСРИ (Египет)

И. А. МУКОЛВЕ (Кения) (и. о.)

Х. РАЙЗЕР (Германия)

Дж. РУЖИРАНГОГА (Руанда) (и. о.)

А. СИССОКО (Кот-д'Ивуар) (и. о.)

С. Е. ТАНДОХ (Гана)

Р. ТАТЕХИРА (Япония) (и. о.)

Ф. ФАНТАУТЦО (Италия) (и. о.)

В. ФРАЙДЕЙ (США) (и. о.)

Ф. ШАМАЙ (Чехословакия) (и. о.)

(две вакансии)

ПРЕЗИДЕНТЫ ТЕХНИЧЕСКИХ КОМИССИЙ

Авиационной метеорологии:

Ч. Г. СПРИНКЛ

Атмосферным наукам: Д. Дж. ГОНТЛЕТ

Гидрологии: О. СТАРОСОЛЬСКИ

Климатологии: В. Дж. МОУНДЕР

Морской метеорологии: Р. Ж. ШЕРМАН

Основным системам: А. А. ВАСИЛЬЕВ

Приборам и методам наблюдений:

Дж. КРУУС

Сельскохозяйственной метеорологии:

А. КАССАР

Секретариат Организации находится в Швейцарии

Женева, авеню Дюкуппе Мотта, № 41

ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ



ГЕНЕРАЛЬНЫЙ СЕКРЕТАРЬ
Г. О. П. ОБАСИ

ЗАМЕСТИТЕЛЬ
ГЕНЕРАЛЬНОГО СЕКРЕТАРЯ
Д. Н. АКСФОРД

БЮЛЛЕТЕНЬ

Том 40, № 2
Апрель 1991

Официальный журнал
Всемирной Метеорологической Организации

Стоимость подписки
(включая доставку обычной
почтой):

1 год: 48 шв. фр.
2 года: 78 шв. фр.
3 года: 109 шв. фр.

За доставку авиачелной
взимается дополнительная
плата в размере 37 1/4 %
стоимости подписки

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
ВМО:

The Secretary-General,
World Meteorological
Organization,
Case postale 2300,
CH-1211 Geneva 2,
Switzerland

Подписанные статьи или
рекламные объявления,
нерекламные объявления,
печатающиеся в Бюллетене
ВМО, выражают личное
мнение их авторов или
рекламодателей и не
обязательно отражают точку
зрения ВМО. Упоминание
отдельных компаний или
какой-либо продукции
в статьях или рекламных
объявлениях не означает,
что они одобрены или
рекомендованы ВМО и им
отдано предпочтение перед
другими компаниями или
продукцией того же рода,
не упомянутыми в статьях
или рекламных объявлениях.

Перепечатка материалов из
неподписанных (или
подписанных инициалами)
статей разрешается при
условии ссылки на
Бюллетень ВМО. По
вопросам перепечатки
подписанных статей
(целиком или выдержек из
них) обращаться
к Редактору Бюллетеня
ВМО

- 109 Послание Президента ВМО
111 Краткое изложение седьмой лекции ММО
(А. Элиассен)
118 Интервью Бюллетеня: д-р Генри Стоммел
137 Океаны, изменение климата и Глобальная система
наблюдений (Д. Дж. Бейкер)
148 Деятельность метеорологических и океанографиче-
ских служб на благо морского сообщества
(Р. Дж. Шерман)
160 Загрязнение морской среды: открытые проблемы
и необходимость исследований (Дж. М. Биверс
и Дж. Э. Б. Кюлленберг)
173 Береговые зоны — области раздела атмосферы,
суши и океана (Дж. К. Пернетта)
183 Прогнозирование взаимосвязанных компонент
океана (И. Гуддал)
195 Воздействие атмосферы на уровень моря (Д. Пуг)
203 Вторая Всемирная конференция по климату
208 Внеочередная сессия (1990 г.) КОС
212 Десятая сессия Региональной ассоциации для Аф-
рики
Новости программ ВМО
217 Всемирная программа применения знаний о
климате
221 Всемирная программа климатических данных
223 Всемирная программа исследований климата
225 Исследования в области прогноза погоды
226 Исследования в области физики облаков и ак-
тивных воздействий на погоду
227 Атмосферная среда
229 Сельскохозяйственная метеорология
231 Метеорология и освоение океанов
236 Гидрология и водные ресурсы
240 Образование и подготовка кадров
243 В Регионах
244 Техническое сотрудничество
249 Хроника
259 Новости Секретариата
264 Книжное обозрение
267 Календарь предстоящих событий
268 Члены Всемирной Метеорологической Органи-
зации

Редактор: Р. Целнап

Помощник редактора:
Ю. Торрес

В ЭТОМ ВЫПУСКЕ

1 мая 1991 г. представители 159 стран—Членов ВМО соберутся в Женеве на Одиннадцатый Всемирный Метеорологический Конгресс, чтобы обсудить программы и планы Организации на очередной финансовый период. На первых страницах нашего апрельского выпуска, посвященного Конгрессу, Президент ВМО г-н Чжоу Цзиньмень делится своими представлениями о том, что ждет ВМО и как она может реагировать на новые проблемы, относящиеся к области ее компетенции и ответственности. Президент выделяет три основных направления деятельности ВМО, которые останутся высокоприоритетными и в будущем: а) охрана жизни и материальных ценностей; б) защита окружающей среды и в) содействие социально-экономическому развитию. Все наши специальные статьи на этот раз относятся к морской тематике и все они непосредственно касаются забот, высказанных Президентом. Например, 65 % городов с населением свыше 2,5 млн человек расположены в прибрежных районах и многие из них подвержены угрозе наводнений. К 2000 г. в пределах 60-километровой прибрежной полосы будет сосредоточено 70 % населения Земли. Иные страны получают за счет рыбы от 40 до 100 % животных белков, но в результате деятельности человека усиливается загрязнение морей, наносится ущерб многим морским ресурсам или они становятся опасными для человека из-за того, что концентрируют в себе токсичные вещества. Ставятся под угрозу такие важные виды деятельности, как рыбный промысел и транспортные перевозки, а также рекреация и туризм, бурный рост которых наблюдается в развивающихся странах.

Из помещенных ниже статей следует со всей очевидностью, что очень важно взаимопонимание между метеорологами и океанографами, а также то, как они понимают роль друг друга. Сотрудничество между ними

необходимо поддерживать на должной высоте и еще шире распространить его на область мониторинга и прогноза изменений в атмосфере и океане.

Введением к упомянутым статьям служит интервью с д-ром Генри Стоммелом — всемирно известным уже в течение почти 50 лет океанографом, который может порассказать много интересного о метеорологии и океанографии и их взаимодействиях.

На 11-м Конгрессе традиционную лекцию ММО прочтет профессор Антон Элиассен (Норвегия). Читатели найдут ее краткое резюме на с. 111 настоящего выпуска. До сих пор проблемы кислотных дождей и образования опасных окислителей возникали, главным образом, в связи с лесами и водоемами Европы и Северной Америки, а в связи с ростом численности населения и развитием промышленности во всем мире эти явления необходимо изучать в глобальном масштабе.

В наши дни ученые особенно много спорят о последствиях возможного изменения климата. На с. 203 мы помещаем краткое сообщение о Второй Всемирной конференции по климату, которая состоялась 29 октября — 7 ноября 1990 г. в Женеве, а также резюме рекомендаций, изложенных в принятых Заявлении конференции и Декларации министров. Оба документа призывают к безотлагательным переговорам о конвенции по проблеме изменения климата и указывают на «невозможность откладывать действия по минимизации неблагоприятных последствий потепления климата».

С 24 сентября по 5 октября 1990 г. в Лондоне (Соединенное Королевство) проходила внеочередная сессия Комиссии по основным системам, а 26 ноября—7 декабря 1990 г.—десятая сессия Региональной ассоциации I (Африка) в Бамако (Мали). Сообщения об этих двух важных событиях помещены соответственно на с. 208 и 212.

Фото на обложке: Установка вспомогательного навигационного буя, оборудованного метеорологическими и океанографическими приборами

(Фото: NDBC/NOAA, США)

ПОСЛАНИЕ ПРЕЗИДЕНТА ВМО

1 мая 1991 г. в 14 ч 30 мин начинается работа Одиннадцатого Всемирного Метеорологического Конгресса, и в течение 25 дней Международный конференц-центр в Женеве будет местом оживленных дискуссий представителей 159 стран — Членов ВМО.

Всемирные Метеорологические Конгрессы, пожалуй, никогда еще не созывались в период, столь важный с точки зрения метеорологии, гидрологии и экологии. Странам — Членам нашей Организации вряд ли когда-либо приходилось принимать столь далеко идущие решения относительно будущего ВМО и своих национальных Метеорологических и Гидрологических служб. Действительно, если вспомнить целый ряд чрезвычайных событий 1990 г., то нельзя не заметить стремительный рост осведомленности общественности и ее готовности реагировать на глобальные проблемы, с которыми тесно связана наша деятельность.

Настоящее послание направляется для включения в выпуск *Бюллетеня ВМО*, посвященный Конгрессу, в то время, когда еще живы воспоминания о Второй Всемирной конференции по климату. В течение 10 дней, с 20 октября по 7 ноября 1990 г., ВМО и пять других международных организаций — состроителей конференции привлекали к себе внимание мировой общественности. В ходе первой — научно-технической части конференции ее участники рассмотрели крупные совместные программы, посвященные изменениям глобальной среды и климата, и внесли важные рекомендации по дальнейшим направлениям

развития Всемирной климатической программы. На последующей — на уровне министров — части конференции 6—7 ноября присутствовал ряд мировых лидеров, в том числе главы государств и правительств, министры по проблемам окружающей среды. Несмотря на различия во мнениях, неизбежные в отношении такой универсально важной и многогранной проблемы, на соответствующем заседании была принята Декларация министров — мощный призыв к миру, побуждающий все нации объединить усилия по защите окружающей среды.

Не вызывает сомнений тот факт, что выводы Второй Всемирной конференции по климату окажут сильное благотворное влияние на позиции всех стран мира в отношении окружающей среды и будущности их экономики.

Так совпало, что Вторая Всемирная конференция по климату состоялась в том же 1990 г., когда ВМО отмечала сороковую годовщину своего существования как межправительственной организации. Празднования 23 марта 1990 г. явились удобным поводом подвести итоги деятельности ВМО за 40 лет и определить новые рубежи научных и технических знаний, относящихся к метеорологии и оперативной гидрологии. Был подходящий момент оглянуться назад и посмотреть вперед, чтобы определить, что же сулит будущее нашей Организации, готовящейся вступить в следующее тысячелетие. Можно быть уверенными, что произойдет масса изменений, но я осмелюсь утверждать, что цели ВМО, определенные Конвенцией, и стоящие за ними идеи не утратят своей значимости, даже если

предполагаемые сферы и формы сотрудничества будут и далее изменяться.

Через свои основные программы ВМО будет и впредь оказывать поддержку национальным Метеорологическим и Гидрологическим службам, помогая им удовлетворять жизненные потребности своих стран. Здесь я вижу три главные сферы деятельности, которые сохраняют высокую приоритетность: **защита жизни и имущества, охрана окружающей среды и содействие социально-экономическому развитию.**

Основной обязанностью ВМО по-прежнему будет поддержка международного сотрудничества, необходимого для обеспечения прогнозами погоды всех стран мира. Всемирная служба погоды и впредь будет служить становым хребтом программ и деятельности Организации через посредство глобального сбора и распределения метеорологической информации, которая необходима всем странам для составления прогнозов погоды и для других форм обслуживания, имеющих фундаментальное значение также для **защиты жизни и имущества** от катастрофических воздействий тропических циклонов, наводнений, засух и т. д.

Особое значение будет придаваться метеорологическим и гидрологическим прогнозам и оповещениям в целях ослабления последствий стихийных явлений, в частности в 1990-е годы, объявленные Международным десятилетием борьбы за сокращение ущерба от стихийных бедствий.

Постепенно возрастет потребности в метеорологической и гидрологической информации современных типов и понадобятся новые формы научных консультаций для поддержания усилий по охране окружающей среды и осуществления политики

устойчивого экономического развития. Сейчас, как никогда раньше, обострилось понимание того, что наше благополучие неразрывно связано с состоянием окружающей среды.

Мировое сообщество не могло бы эффективно реагировать на такие проблемы, как истощение стратосферного слоя озона (в том числе появление известной «озоновой дыры» над Антарктикой), если бы ВМО не создала сеть для наблюдений за стратосферным озоном.

Для блага будущих поколений исключительно важное значение сохранит мониторинг химического состава атмосферы и его изменений под влиянием деятельности человека. ВМО будет продолжать и расширять свою деятельность в этой области, чтобы обеспечить прочную научную основу действий.

До конца столетия не потеряет актуальность задача познания естественной изменчивости и механизмов климатической системы, без чего невозможен прогноз изменений климата, и ВМО будет играть существенную роль в решении указанной задачи через свои разнообразные научные и технические программы.

Выполняя свои программы, ВМО будет и в дальнейшем вносить вклад в **социально-экономическое развитие**. По мере все большего осознания в разных странах необходимости оптимизировать использование ценных, но ограниченных ресурсов появятся новые требования на предоставление особых услуг в области сельского хозяйства, промышленности, транспорта и других секторах экономики.

Пресная вода — пример ресурса, особенно важного с точки зрения будущего, если учесть быстрый рост численности населения и потребности в воде на душу населения. Прежде всего

необходимо дать более точную оценку качества и количества имеющейся пресной воды и их изменений во времени в условиях наступающего изменения климата. Поэтому исключительно важным становится систематический мониторинг и оценка влияния хозяйственной деятельности на имеющиеся запасы воды.

Однако мы должны видеть и светлые стороны. Будущее не только выдвинет проблемы, но и откроет возможности, позволяющие метеорологам и гидрологам лучше обслуживать человечество. Можно ожидать, что наука и техника достигнут новых огромных успехов. Новые спутниковые системы будут измерять температуру, влажность, ветер, осадки и многие другие характеристики среды с небывалой точностью. Продолжится революция в вычислительной технике. Новые машинные модели позволят описывать развитие погодных систем с разрешением в мезомасштабе и на уровне мелких

деталей орографии. Техническое развитие выдвинет на первый план задачу, которая для ВМО сохраняет первостепенное значение и требует значительных усилий,— сокращение разрыва между уровнями метеорологических и гидрологических служб в развитых и развивающихся странах.

Я уверен, что появится много новых, еще не известных сфер деятельности, в которых ВМО и национальным Метеорологическим и Гидрологическим службам предстоит столкнуться с неожиданными проблемами. Но для меня совершенно ясно одно (и об этом свидетельствует весь истекший 40-летний период деятельности): ВМО проявит себя как эффективно работающее учреждение, которое уже сейчас готово взяться за решение любых предсказываемых и непредвиденных проблем и воспользоваться теми возможностями, которые откроются в будущем.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСОВ НА БОЛЬШИЕ РАССТОЯНИЯ В АТМОСФЕРЕ

КРАТКОЕ ИЗЛОЖЕНИЕ СЕДЬМОЙ ЛЕКЦИИ ММО, ПРЕДСТАВЛЕННОЙ НА ОДИННАДЦАТОМ КОНГРЕССЕ (МАЙ 1991 г.)

*Антон Элиассен **

Сегодня уже твердо установлено, что в крупных промышленных районах мира в атмосферу выбрасывается огромное количество загрязняющих веществ. Вследствие сжигания ископаемого топлива растут выбросы серы и окислов азота. В результате испарения

растворителей и в процессе хранения и переработки жидких горючих веществ в возрастающих масштабах выделяется множество летучих органических соединений

* Норвежский Метеорологический институт.

(ЛОС). В одной только Европе каждый год в атмосферу попадает около 20 млн метрических тонн серы (в виде окислов серы), а также 7 млн тонн азота (окислы азота) и 22 млн тонн антропогенных ЛОС. В Северной Америке аналогичные поступления составляют 12,6 и 22 млн тонн соответственно. В промышленно развитых районах мира, где практикуется интенсивное земледелие, выделяются также значительные количества аммиака. Выбросы аммиака (или так называемого *восстановленного азота* в отличие от *окисленного азота*) в Европе составляют в сумме 9 млн тонн.

Попадая в атмосферу все упомянутые выше загрязняющие вещества вступают в многочисленные химические реакции. Когда выброшенные в атмосферу вещества или продукты реакций с их участием в конце концов выпадают на земную поверхность или вступают в контакт с биосферой, они вызывают множество неблагоприятных последствий. Эти эффекты частично являются результатом действий веществ, находящихся в газовой фазе, таких, как сернистый ангидрид или озон, а частично обусловлены полным выпадением таких окисляющих веществ, как сульфаты и нитраты. На расстояниях до нескольких сотен километров от источника наиболее важным механизмом является, вообще говоря, сухое осаждение. Дальше от источника влажные выпадения в основном преобладают над сухими. Весь класс явлений, связанных с выбросом, переносом в атмосфере и осаждением этих веществ, обычно называется *кислотным дождем*. Этот термин известен намного более широко, чем «региональное антропогенное уменьшение показателя pH осадков». Однако именно

региональное уменьшение pH осадков было первым симптомом явления кислотного дождя, привлечшего внимание ученых. Первым, кто в конце 1960-х годов высказал предположение о наличии связи между выбросами большого количества серы в Центральной Европе, высокой кислотностью выпадающих в Европе дождей и неблагоприятным воздействием таких дождей на пресноводные экосистемы Скандинавии, был Сванте Оден из Швеции.

В 1972 г. после примерно двух лет подготовительной работы и дискуссий между политическими руководителями и учеными было начато выполнение объединенной технической программы OECD, цель которой состояла в том, чтобы «определить относительную значимость местных и отдаленных источников соединений серы с точки зрения их вклада в загрязнение воздуха над каким-либо регионом, причем особое внимание будет уделено вопросу о кислотности атмосферных осадков». В самом начале осуществления этой программы главным образом все еще обсуждался вопрос о том, могут ли сколько-нибудь значительные количества выброшенной в атмосферу серы переноситься на расстояния, превышающие, скажем, 100 км. Однако когда в 1977 г. программа OECD была завершена, ее результаты подтвердили, что «соединения, включающие серу, без сомнения, перемещаются в атмосфере на большие расстояния (несколько сотен километров и более)», и показали, что «чистота воздуха в любой европейской стране в известной мере зависит от загрязняющих веществ, поступающих из других европейских стран».

Эти выводы были в целом признаны научным сообществом. Вспоминая прошлое, трудно понять,

почему так много лет заняло обсуждение вопроса о том, на какие расстояния осуществляется перенос загрязняющих веществ. Ведь уже давно были известны результаты высококачественных научных исследований скорости осаждения частиц двуокиси серы и сульфатов в сухих выпадениях. В связи с этим я, в частности, мог бы упомянуть о работе, которую в течение 1950-х и 1960-х годов проводил д-р Э. К. Чемберлен из Гарвелловского научно-исследовательского института атомной энергии. Совершенно очевидно, что в отсутствие осадков эти серосодержащие вещества могут переноситься на довольно далекие расстояния, причем их масса в атмосфере уменьшается через 20 ч примерно в два раза. С другой стороны, интенсивность удаления этих веществ с влажными выпадениями ограничена, по меньшей мере, частотой образования осадков. Нетрудно рассчитать, что облако загрязняющих веществ, выброшенное в атмосферу в условиях сухой погоды, будет в среднем сохраняться в течение, скажем, 50—70 ч в зависимости от места и времени его образования, прежде чем оно начнет распадаться под воздействием осадков. Совместное очищающее действие этих двух процессов приведет к уменьшению вдвое массы выброшенных в атмосферу веществ примерно через 15 ч. Эти простые соображения применимы в том случае, если выброшенные вещества и продукты реакций с их участием остаются все время в пограничном слое атмосферы. В действительности, некоторые из загрязняющих веществ будут переноситься в свободную атмосферу. Позднее было показано, что если удаление этих веществ происходит только с влажными

выпадениями, то они могут переноситься на тысячи километров. Однако процессы рассеяния, действующие при переносе на столь большие расстояния, будут до такой степени уменьшать концентрацию этих загрязняющих веществ, что только в редких случаях можно ожидать экологического ущерба от выпадений такого типа. Единственным исключением из этого общего правила явилась ситуация в западных районах Шотландии, где значительную часть кислотных выпадений, по-видимому, составляют сера и азот, принесенные из Северной Америки.

С конца 1970-х годов и по настоящее время в международных журналах появилось огромное количество материалов научных исследований по кислотным дождям. В 1979 г. ВМО предприняла важную инициативу и организовала крупный международный симпозиум в Софии, Болгария. В Северной Америке был признан серьезной проблемой трансграничный перенос загрязняющих веществ между Канадой и США, с которым связано закисление озер и рек, приведшее к массовой гибели рыб. В обеих странах были предприняты крупные научно-исследовательские и опытные проекты, в рамках которых делались попытки рассчитать трансграничный перенос с помощью моделей переноса примесей в атмосфере и разобраться в очень сложных связях между выпадениями и причиняемым ущербом.

В конце 1970-х и начале 1980-х годов европейцы обратили внимание на быстрое, как казалось, увеличение площади пораженных участков лесов. Например, в Федеративной Республике Германии, согласно оценкам, в 1982 г. было поражено 8 % всех лесов, в 1983 г. — 34 %, а в 1984 г. — уже 50 %. Вопрос о том, в какой

мере эти цифры отражают реальный ущерб, причиненный лесам за указанные несколько лет, остается открытым, так как методы оценки поражения лесов содержат большое количество присущих им неопределенностей. Тем не менее совершенно очевидно, что во многих случаях поражение лесов наблюдалось в тех районах, где этого вряд ли можно было ожидать, поскольку концентрации первоначально выброшенных там вредных веществ — таких, как двуокись серы — были не очень высоки. Такого рода ущерб, нанесенный лесам, сразу же был отнесен за счет переноса на большие расстояния и осаджения загрязняющих атмосферу веществ. Реальные процессы, наносящие ущерб лесам — в том числе такие естественные процессы, как неблагоприятные климатические воздействия — характеризуются чрезвычайно сложными причинно-следственными связями, и их ни в коем случае нельзя считать полностью изученными. Важно отметить однако, что многие страны в Центральной Европе, учитывая повсеместный ущерб, причиняемый их собственным территориям, решили принять активное участие в международных переговорах по ограничению количества переносимых по воздуху на большие расстояния загрязняющих веществ и их неблагоприятного воздействия. Ранее это международное движение не было столь интенсивным потому, что в нем были заинтересованы главным образом страны, в которых наблюдалась деградация водных экосистем. Это были страны с небольшой численностью населения и низким уровнем выбросов загрязняющих воздушную среду веществ.

В результате сложившейся ситуации в ноябре 1979 г. почти все страны Европы и Северной

Америки подписали Конвенцию о трансграничном переносе загрязняющих атмосферу веществ на большие расстояния, которая вступила в силу в марте 1983 г. Любая такая конвенция должна по необходимости содержать компромиссные положения. Тем не менее это был важный шаг, так как договаривающиеся стороны предприняли (согласно статье 2) «попытку ограничить и по мере возможности постепенно уменьшать и предотвращать загрязнение воздуха, в том числе трансграничный перенос загрязняющих атмосферу веществ на большие расстояния».

Для того чтобы поддерживать выполнение решений об уменьшении загрязнений воздуха в соответствии с такого вида конвенцией, требуется обеспечить получение количественной информации различных типов. Например, необходимы данные о количестве загрязняющих веществ, выпадающих в каком-либо географическом районе, и об их источнике. Некоторые виды такой информации могут быть получены путем комбинирования результатов моделирования метеорологических процессов рассеяния загрязняющих воздух веществ и данных измерений. В Европе ответственность за получение такой информации возложена на объединенную программу мониторинга и оценки переноса загрязняющих атмосферу веществ на большие расстояния над Европой (ЕМЕП) — техническую программу, осуществляемую согласно вышеупомянутой конвенции. Выполнение ЕМЕП началось в 1977 г. введением в действие одного центра координации химических исследований (в Норвежском авиационном научно-исследовательском институте), организующего выполнение

программы наблюдений и двух так называемых Метеорологических центров синтезирования информации (один из них находился в ведении Государственного комитета СССР по гидрометеорологии, а другой принадлежал Норвежскому метеорологическому институту), в которых разрабатывались модели рассеяния загрязняющих веществ и проводились расчеты по этим моделям и которые сотрудничали между собой в рамках ВМО.

На основе информации о географическом распределении выбросов загрязняющих веществ и метеорологических данных, взятых преимущественно из оперативных численных прогнозов погоды (т. е. рядов данных с шестичасовым интервалом по времени, полученных на основе шестичасовых прогнозов по модели для ограниченных территорий с использованием полных уравнений гидротермодинамики атмосферы), были проведены расчеты по моделям рассеяния загрязняющих воздух веществ с целью получения данных о концентрациях и выпадениях загрязняющих веществ с разрешением по времени в одни сутки. Эти данные затем сравнивались с данными наблюдений на сети станций ЕМЕП, которая в настоящее время включает примерно 100 станций, разбросанных по 24 европейским странам. Если рассчитанные и измеренные значения достаточно хорошо согласуются между собой, то можно полагать, что результаты расчетов являются хорошим приближением к действительным значениям. Полученная на основе расчетов по моделям информация об относительной значимости местных и отдаленных источников может затем служить национальным органам власти в качестве ориентира при

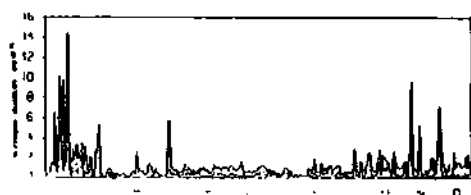


Рис. 1 — Концентрации окислов азота ($\text{мг} \cdot \text{м}^{-3}$), вычисленные (светлая кривая) и полученные из наблюдений (жирная кривая) на норвежской станции Биркенес в 1988 г.

Источник: Метеорологический западный центр синтезирования информации ЕМЕП (МЦС — 3)

установлении соответствующих локальных и региональных допустимых уровней загрязнения и стать основой для принятия в международном масштабе региональных стратегий ограничения загрязнения.

Достигнутый на сегодняшний день уровень согласования между рассчитанными и измеренными значениями в действительности непостоянен, но пока еще достаточно высок, чтобы не поколебать доверие к результатам расчетов. На рис. 1 приведен пример результатов таких расчетов, которые слишком хороши, чтобы их можно было отнести к типичным, хотя и не относятся к числу наилучших. На рис. 2 показаны рассчитанные значения суммарных выпадений окислов серы, а на рис. 3 — рассчитанные выпадения суммарного азота (окисленный плюс восстановленный азот).

В Северной Америке работы по изучению кислотных дождей развивались иначе, чем в Европе. Начатые программы измерений постоянно прерывались, так что длительных рядов наблюдений весьма мало. Подход к моделированию в Северной Америке принял форму крупных проектов развития, предпринимавшихся с целью разработки весьма сложных моделей, в которых как можно

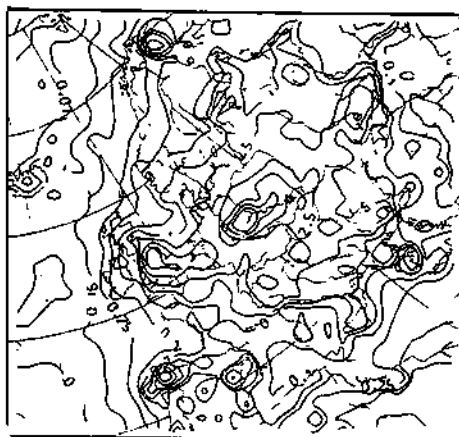


Рис. 2 — Вычисленные суммарные выпадения окислов серы в Европе за 1988 г.

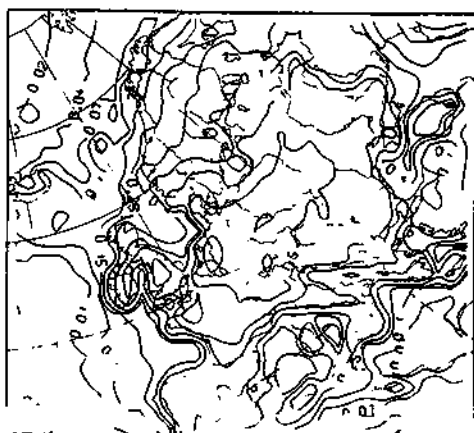


Рис. 3 — Вычисленные выпадения суммарного (окисленного плюс восстановленного) азота в Европе за 1988 г.

Изолинии проведены для 0,01; 0,02; 0,04; 0,07; 0,1; 0,15; 0,25; 0,4; 0,7; 1,0; 1,5; 2,5; 4,0; 7,0; 10,0 г · м⁻².
 Источник: Метеорологический западный центр синтетизирования информации ЕМЕП (МЦС — 3)

более полно учитывались физические и химические процессы, связанные с переносом и выпадением кислотных дождей. В частности, в США была разработана региональная модель кислотных выпадений (РМКВ), а модель кислотных выпадений и окислителей была разработана преимущественно за счет финансовых средств, предоставленных Канадой. В Европе для поддержки переговоров о сокращении выбросов, проводившихся в соответствии с конвенцией о трансграничных переносах загрязнений атмосферы, были столь существенны количественные оценки трансграничного загрязнения, что по необходимости практиковался более прагматический подход к моделированию, при котором жертвовали сложностью и полнотой получаемых результатов. В Северной Америке все внимание сразу же сосредоточилось на таких сложных проблемах, как *нелинейность* или *непропорциональность*, т. е. вопрос о том, приводят ли нелинейные

химические реакции с поступающими в атмосферу веществами к формированию существенно нелинейной связи между выбросами этих веществ и их выпадениями. Есть основания считать, что в результате действия сложного механизма влажных выпадений сокращение выбросов серы окажет непропорционально меньшее воздействие на выпадения вблизи источника загрязняющих веществ и, следовательно, вызовет непропорционально больший эффект на более далеких расстояниях. В известной мере, это должно означать, что предпринятое какой-либо страной сокращение выбросов может дать меньший эффект в самой этой стране, приводя к сокращению выпадений за ее пределами. Ясно, что это было бы не самым лучшим стимулом для того, чтобы предпринимать односторонние действия. К счастью, выполненные в последнее время работы показали, что, хотя такого рода непропорциональность и существует, она не имеет большого значения. С другой стороны, сам факт реальности этой проблемы

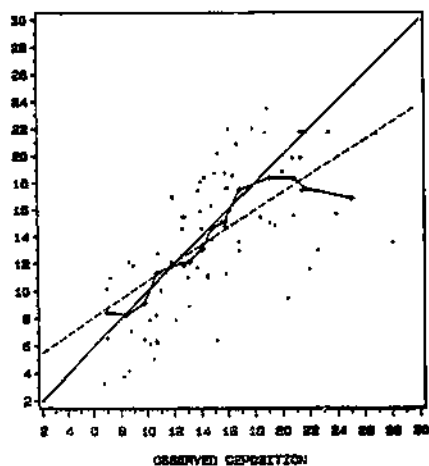


Рис. 4 — Вычисленные и полученные из наблюдений влажные выпадения нитратов в восточной части Северной Америки за длительный период (1982—1985 гг.). Расчеты выполнены по региональной модели кислотных выпадений (РМКВ), рассчитанные средние за длительный срок значения построены на основе данных 30 трехсуточных измерений. Сплошной кривой представлены результаты точных расчетов, штриховой — скользящие средние сглаженные значения

послужил одной из главных причин того, что для разработки моделей в Северной Америке были затрачены столь большие ресурсы. В результате, хотя мы и имеем сейчас целый ряд чрезвычайно сложных моделей, они, пожалуй, более полезны для фундаментальных научных исследований, нежели для того, чтобы обеспечивать тех, кто определяет политику в отношении проблемы кислотных дождей, необходимой им информацией. В этом смысле основная трудность в создании наиболее полных моделей кислотных дождей состоит в том, что они требуют очень больших машинных ресурсов и пока еще не позволяют проводить вычисления на длительные сроки, например на целый год. Поэтому данные за продолжительный период строятся на основе данных за конкретные сроки по схеме со статистическим взвешиванием. На рис. 4 показаны рассчитанные

таким образом по РМКВ влажные выпадения нитратов по сравнению с их наблюдаемыми значениями.

К настоящему времени переговоры о сокращении выбросов, проводимые в соответствии с конвенцией о трансграничном переносе загрязняющих воздушную среду веществ, привели к подписанию двух протоколов: один относительно серы, а другой по окислам азота. Протокол, касающийся серы, требует от подписавших его сторон (в настоящее время к нему присоединилось 20 стран) сокращения ежегодных выбросов серы в этих странах (или трансграничных переносов) за период 1980—1993 гг. по меньшей мере на 30 %. Протокол по окислам азота по существу ставит перед подписавшими его сторонами (сейчас в их число входит 16 стран) условие такого ограничения прироста выбросов окислов азота, чтобы их суммарное поступление в 1994 г. не превышало уровня их выбросов в 1987 г. Официальные данные о выбросах показывают, что суммарные выбросы серы в Европе будут, вероятно, сокращены более чем на 30 %. Эти данные о предполагаемых сокращениях подтверждаются и результатами, полученными путем комбинирования рассчитанных и измеренных значений. Использовать для этой цели одни только данные измерений недостаточно, так как эффект от уменьшения выбросов может быть трудно различим из-за меняющихся метеорологических условий. Ведущиеся в настоящее время переговоры касаются подготовки протокола по летучим органическим соединениям (которые вместе с окислами азота приводят к образованию вредных окисляющих веществ), второй части протокола по окислам азота и нового протокола по сере. Можно надеяться, что все эти соглашения

будут относиться и к Северной Америке, и к Европе.

Проблема кислотных дождей и образования вредных окислителей вплоть до настоящего времени затрагивала преимущественно Европу и Северную Америку. Однако похоже, что и в других частях мира сталкиваются с этой проблемой, особенно там, где густо населенные и промышленно развитые районы являются одновременно и областями, богатыми минеральными ресурсами. Тем не менее даже в двух упомянутых выше регионах возрастает потребность в том, чтобы сокращение выбросов осуществлялось наиболее экономично. Она имеет еще большее значение в тех районах, где разработка ресурсов ведется в особенно крупных масштабах с целью удовлетворения многочисленных нужд. Учитывая

возможность широкого распространения указанного опасного явления, я все же думаю, что было бы целесообразно путем осуществления скромных программ измерений и моделирования держать под контролем ситуацию с кислотными дождями, неизбежно возникающую во всех крупных промышленных регионах мира, пока эта проблема еще не кажется слишком серьезной. Однако ситуация может получить дальнейшее развитие, как это происходит в Европе, где семь стран считают загрязнение воздуха существенным фактором, определяющим состояние лесных массивов; в девяти странах загрязнение рассматривается, как один из факторов, влияющих на здоровье леса, и (в особенности в Северной Европе) наносящих повсеместный серьезный ущерб водным экосистемам.

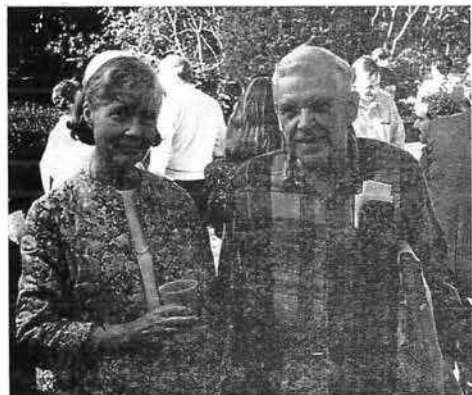
ИНТЕРВЬЮ БЮЛЛЕТЕНЯ:

Д-р Генри Стоммел

Полуостров Кейп-Код, являющийся оконечностью Новой Англии, представляет собой низменность с прихотливой береговой линией, вдоль которой тянутся длинные, песчаные пляжи, прерываемые заливами и небольшими бухтами. Неподалеку отсюда 21 декабря 1620 г., с судна Мейфлауер на берег высадились отцы-пилигримы и многим своим поселениям они под влиянием чувства ностальгии, дали названия тех мест в Англии, откуда они прибыли: Плимут, Чатем, Труро или, к примеру, Фалмут. Условия для ведения сельского хозяйства были в Новой Англии далеко не идеальными, поэтому надеяться приходилось

в основном на дары моря. На юго-западном мысе п-ва Кейп-Код, оказавшимся удобным местом для переправки на близлежащие острова Элизабет и Мартас-Виньед, вырос рыбацкий поселок Вудс-Хол.

Расположенный в районе с резкой сменой океанских течений, Вудс-Хол стал исключительно удобным местом для проведения океанографических научных исследований, которые начались в 1871 г. с изучения рыб и морских беспозвоночных животных и привели к созданию в 1885 г. первой в США морской станции. Вудсхолский океанографический институт (ВОИ) был основан в 1930 г. в дополнение



Д-р Генри Стоммел с женой Элизабет на праздновании 70-летия со дня рождения

к Скрипсовскому океанографическому институту, уже существовавшему в то время на тихоокеанском побережье в Калифорнии. В распоряжение ВОИ было отдано НИС АТЛАНТИС-II, а директором института в течение первых 10 лет был Генри Брайент Байглоу.

В сентябре 1944 г. в штат ВОИ был зачислен новый ассистент-исследователь. Генри Мелсон Стоммел (тогда ему было 24 года) читал курсы лекций по математике и астрономии для сотрудников Йельского университета, но вскоре понял, что океанографическая деятельность в Вудс-Холе гораздо более отвечает его наклонностям, и он не задумываясь переехал туда.

После пребывания в Вудс-Холе в течение всего лишь трех лет он уже внес заметный вклад в океанографию, опубликовав небольшую, но весьма содержательную статью под названием «Интенсификация дрейфовых течений в западном направлении в океане». Его выдающийся коллега Арнольд Аронс писал:

«Он [Стоммел] робко, почти извиняясь за то, что он называет своими «ограниченными математическими способностями», принимается за решение сложных океанографических

проблем, и в этой «ограниченности», вероятно, и состоит его сила. С большим искусством строит он свою модель, упрощая ее как раз до такой степени, чтобы с ней было легко обращаться, и в то же время оставляя ее физическое содержание достаточно полным, чтобы можно было объяснить рассматриваемое явление; поэтому с помощью простейших математических методов он получает глубокие и значительные физические истолкования, которые до сих пор не могли быть достигнуты».



НИС «Атлантис-II»

В 1960 г. Стоммел отправился в Гарвардский университет в качестве профессора океанографии, но работа там не удовлетворяла его. После трех лет пребывания в Гарварде он перешел в Массачусетский технологический институт (МТИ), где тогда работали многие из его коллег: Джул Чарни, Норман Филлипс и Виктор Старр. Он постепенно наладил еще более тесные связи между МТИ и ВОИ, где он проводил большую часть своей рабочей недели, и активно поощрял обмен специалистами, работавшими в области геофизической гидродинамики (ГГ), часто привозя их на своей автомашине. Расстояние от Вудс-Хола до МТИ немного больше 100 км, а Стоммел известен, как осторожный водитель, не любящий быстрой езды. Как вспоминает Ф. К. Фуглистер, однажды Карл-Густав Росби,

вылезая из машины Стоммела по прибытии в МТИ и разминая затекшие конечности, заметил так, чтобы его слышали: «Похоже, что мы только вчера выехали из Вудс-Хола!»

В 1978 г. д-р Стоммел вернулся в ВОИ и с тех пор работает там в качестве главного специалиста.

Д-р Стоммел награжден Американским метеорологическим обществом медалью Свердрупа в 1964 г., премией Альбатрос в 1966 г., медалью Байлоу в 1974 г., премией Мориса Ивинга в 1977 г., премией Розенталя Американской ассоциации содействия развитию науки в 1978 г.; медалью Агасиза Национальной академии наук США в 1979 г., премией Хантсмана Бедфордского океанографического института в 1980 г.; Grand Prix d'Océanographie Монако и премией Бови АГС в 1982 г., премией Крэффорда Королевской Шведской академии наук в 1983 г., медалью Альберта Дефанта Метеорологического общества Германии в 1986 г. и Национальной медалью «За развитие наук» США в 1989 г. Он является почетным членом Американской академии искусств и наук и Национальной академии наук США, Академии наук СССР, Société de Géographie и Académie des Sciences Франция и Лондонского Королевского общества.

Мы очень благодарны д-ру Стоммелу за то, что он принял д-ра Таба и согласился дать ему нижеследующее интервью 20 сентября 1990 г. Д-р Таба говорит, что после этого интервью у него состоялась интересная беседа с д-ром Стоммелом и д-ром Джеймсом Лайтеном о позиции океанографов и наоборот. Оказывается, ученых Вудс-Хола огорчает тот факт, что метеорологи все еще недооценивают

важное значение процессов, происходящих на больших глубинах в океане, даже несмотря на то, что они сейчас намереваются предсказывать изменения климата. Океанографы сетовали также на то, что в их институте, как они считают, нет какой-либо программы исследования планетарного пограничного слоя океана.

Х. Т. — Д-р Стоммел, благодарю Вас за приглашение встретиться с Вами здесь, в Вудс-Холе. Могу Вас уверить, что Ваш институт пользуется большим авторитетом в метеорологическом сообществе и его посещение доставило мне большое удовольствие. Особенно удачным, я полагаю, то обстоятельство, что Бюллетень ВМО берет интервью у знаменитого океанографа как раз в тот момент, когда внимание всего мира приковано ко Второй Всемирной конференции по климату, которая вскоре состоится в Женеве*. Но прежде чем мы приступим к научным вопросам, пожалуйста, расскажите нашим читателям немного о себе, в частности, о семье, в которой Вы выросли и воспитывались.

Г. М. С. — Мой отец был немецким химиком, перебравшимся в США во время первой мировой войны, чтобы работать в компании Дюпона. Он встретил там мою мать, которая была американкой, и женился на ней. Все мои предки по материнской линии были из числа первых переселенцев из Европы, за исключением одного, который принадлежал племени северо-американских индейцев микмак в Канаде. Я родился 20 сентября 1920 г. в Уиллингтоне в штате Делавэр. В 1921 г. мы

* 29 октября—9 ноября 1990 г.

переехали в Швецию, но мои родители разошлись и моя мать снова вернулась сюда. Мы жили вместе с моей прабабушкой, бабушкой, тетей и ее дочерью. Моей матери приходилось страшно много работать, чтобы поддержать нас; к 1927 г. ей стало очень трудно находить для себя работу, и мы переехали в Бруклин в Нью-Йорке, где я начал ходить в школу. Меня привлекала наука, но в те дни единственным источником, из которого ребенок мог получить пищу для интеллектуального развития в этой области, были издания типа книги Ф. А. Коллинса *Юный химик* или журналы вроде *Популярной механики*. Чтение этих книг привело к тому, что я и несколько таких же увлеченных моих одноклассников захотели сами проделать несколько экспериментов, для чего нам пришлось ехать на метро в центр города, чтобы купить нужные химикаты. В то время не было ограничений на продажу подросткам потенциально опасных химических реактивов, так что для нас это было замечательное время и, к счастью, мы избежали каких-либо серьезных неприятностей. Я проявлял также определенный интерес к астрономии, но никто из нас не обнаруживал каких-либо стремлений к изучению теоретических и математических аспектов астрономии или химии.

Х. Т. — Но, насколько мне известно, Вам была выделена стипендия для посещения лекций в Йельском университете.

Г. М. С. — Я был весьма благодарен за эту стипендию, поскольку у меня не было никаких других возможностей пойти в университет. Когда я поступал в университет, мне пришлось пройти дотошную проверку моих способностей; воспитатель сказал мне, что у меня

вообще нет способностей к науке. Он полагал, что из меня вышел бы хороший адвокат — на его анализ, видимо, повлияло мое недостаточное внимание к количественным аспектам научных исследований.

Х. Т. — И что же, Вы последовали его совету?

Г. М. С. — Отнюдь нет. Я был убежден, что внутренне я больше приспособлен к занятиям физическими законами, а не человеческими делами, и поэтому я в течение двух лет продолжал изучать химию. Затем занялся физикой. И здесь я почувствовал, что больше расположен к физике, потому что, обладая достаточным воображением, путем рассуждений можно с помощью нескольких основных законов создать целую систему теоретических построений. К тому же в детстве у меня болели глаза и продолжительное чтение меня утомляло, поэтому еще одна причина, по которой я отдал предпочтение физике перед юриспруденцией, заключалась в том, что мне не хотелось читать и вникать во все эти судебные дела. Одним словом, правила, употребляемые в физике, точны и сравнительно просты, чего нельзя сказать о тех, которые используются в юриспруденции. Итак, я закончил в 1942 г. Йельский университет со степенью бакалавра наук в области физики, а также выполнил несколько работ по астрономии.

Х. Т. — Что Вы делали дальше?

Г. М. С. — Я оставался в Йельском университете, добывая средства к существованию за счет преподавания аналитической геометрии и астронавигации. Соединенные Штаты вступили во вторую мировую войну, и в университете было большое

Количество слушателей из армии и военно-морского флота. Чтение курса аналитической геометрии было для меня крайне полезным делом в том смысле, что он включал в себя примеры различных ошибочных выводов, которые могли быть сделаны. Пройдя сам через все эти ошибки, я очень хорошо умел находить подобного рода неправильные заключения в студенческих работах и думаю, что я был неплохим преподавателем этой дисциплины.

Х. Т. — Я полагаю, что в то же самое время Вы посещали аспирантские курсы по физике?

Г. М. С. — На самом деле, я выбрал астрономию, но, обнаружив, что этот курс почти полностью состоит из различных разделов небесной механики, стал осматриваться в поисках альтернативы. Война вызвала во мне угрызения совести. Я даже пытался в течение семестра посещать богословский факультет, но это не было решением вопроса. Временами в Йельскую обсерваторию приезжал блестящий астрофизик, который был лишь на несколько лет старше меня. Его визиты были связаны с выполнявшимися им различными исследовательскими проектами по обеспечению военных заказов. Его звали Лайман Спитцер мл.; вскоре он стал директором обсерватории Принстонского университета и несколько позже сыграл важную роль в разработке телескопа Хаббла. Одной из научных проблем, которыми занимался Спитцер, была подводная акустика. Он видел мои колебания и отметив пробудившийся во мне благодаря работе в области астронавигации интерес к морской окружающей среде, предложил обратиться к тогдашнему директору

Вудсхолского океанографического института д-ру Колумбусу Айслину с просьбой о встрече, чтобы выяснить возможность моего принятия на работу в этот институт. Эта встреча состоялась, и в сентябре 1944 г. я приступил к работе в Вудс-Холе.

Х. Т. — Какого рода работа была Вам поручена?

Г. М. С. — Я был назначен ассистентом проф. У. Мориса Ивинга, очень энергичного и честолюбивого геофизика, который еще перед войной взялся за решение задачи об определении с помощью сейсмического метода рельефа морского дна. Во время войны он посвятил свой талант изучению распространения звука под водой при различных условиях. Им был выполнен целый ряд программ наблюдений в море вблизи Вудс-Хола в разное время года. В нашем распоряжении было лишь небольшое судно, и мы не могли уплывать слишком далеко из-за опасности встречи с вражеской подводной лодкой. Должен признаться, что первые шесть месяцев с проф. Ивингом оставили у меня довольно смутное впечатление, поскольку я не представлял себе цели его работы и аппаратура была мне совершенно незнакома. Морис Ивинг фактически делал превосходную работу, но он не обладал способностью доступно объяснить смысл своей работы и полученных результатов. Он открыл подводный канал «софар», благодаря которому звук в океане передается на огромные расстояния. Но если я и оставался в полном неведении относительно его научных открытий, то зато многое узнал о жизни и работе на борту маленьких судов. Короче, я утвердился в Вудс-Холе.

Х. Т. — Каков был Ваш следующий проект?

Г. М. С. — Важной особенностью военных действий 1940-х годов была постановка дымовых завес, и возникла необходимость выяснить, как долго дым может держаться у поверхности моря при данных условиях и когда он с наибольшей вероятностью начнет подниматься и рассеиваться в нижних слоях атмосферы. Другой причиной проведения исследований пограничного слоя атмосферы над океаном была необходимость более глубокого изучения такого рода турбулентности, которая могла представлять опасность при взлете и посадке самолетов на палубу авианосца. Рассмотрение заявок на работу по военной тематике привело к тому, что нам был предоставлен старый самолет-амфибия «Каталина» для проведения наблюдений *in situ*; на нем в числе других приборов был установлен точный психрограф, и мы попытались построить акселерометр для измерения вертикальных движений. Д-р Джефрис Уимэн, физиолог из Гарварда, был чрезвычайно разносторонним ученым, способным плодотворно трудиться в других областях науки. Вместе с Альфредом Вудкоком он в 1946 г. организовал исследование в Карибском море, которое получило известность как экспедиция Уимэна—Вудкока. К сожалению, вертикальный акселерометр оказался непригодным для определения детальной структуры самых нижних слоев воздуха, но Уимэн понял, что открывается великолепная возможность для исследования *in situ* кучевых облаков, поскольку имелись точные данные приземных наблюдений, осуществлявшихся с военно-морских судов в районе Пуэрто-Рико.

В течение примерно трех недель они собрали огромное количество ценных данных. Уимэн показал их мне, отметив, что согласно результатам зондирования температура в облаках изменялась с высотой по неадиабатическому закону; это указывало на вовлечение воздуха в облако из окружающей атмосферы. Он предложил мне исследовать процесс вовлечения и его влияние на непосредственно примыкающую к облаку воздушную среду. Это была для меня совершенно новая область и может показаться странным тот факт, что моя первая научная статья была посвящена именно кучевым облакам. Я испытываю к Уимэну чувство глубокой благодарности за то, что он предоставил мне эту возможность, и еще за то, что познакомил меня с опубликованной в 1916 г. статьей Рэля по конвекции, представлявшей собой блестящее введение в гидродинамику.

Х. Т. — В 1985 г. я интервьюировал Джоан Симпсон и помню, как она сказала, что тоже работала с данными экспедиции Уимэна — Вудкока в Вудс-Холе, так что ваши пути наверняка пересекались.

Г. М. С. — Рэй Монтгомери, сам обладавший исключительно широким университетским образованием, решил, что мне необходимо повысить свой образовательный уровень. Он взял меня на собеседование, проводившееся в Нью-Йорке с участием проф. К.-Г. Росби, и в результате я на один семестр попал в Чикагский университет. Именно там я познакомился с Джоан и Виктором Старром, а также с Полем Куэни, который работал там по приглашению. Росби прочел несколько очень простых лекций по таким вопросам, как вращающиеся

системы в однородной жидкости, β -плоскость и напряжение трения. Я чувствовал себя довольно уверенно и был убежден, что смогу прекрасно выполнить все, что требуется и в Вудс-Холе, не тратя 3—4 года в Чикаго на получение степени, а потому вернулся обратно. Лекции Росби были еще свежи в моей памяти, когда Рэй Монтомери предложил мне исследовать причины усиления и сужения течения Гольфстрим у берегов Северной Америки. Так, начав размышлять над этим, я взял сначала простой случай движения в прямоугольном океане под воздействием антициклонического распределения напряжения трения у морской поверхности без учета вращения Земли, затем добавил силу Кориолиса и, наконец, рассмотрел всю эту систему на β -плоскости. Я обнаружил, что происходит значительное усиление течений в западном направлении — как раз то, что необходимо было объяснить в отношении явления Гольфстрим. Моя статья «Интенсификация дрейфовых течений в западном направлении в океане» была опубликована в 1948 г. в журнале *Transactions of the American Geophysical Union* и стала по существу началом моей работы в области океанографии. И снова я хочу выразить свою признательность, на этот раз Монтомери, за то, что он подарил мне исходную идею.

Х. Т. — А что Вы скажете о своей книге *Наука о семи океанах и морях*?

Г. М. С. — Эта книга явилась для меня источником многих неожиданностей. Когда я читал свои курсы по астронавигации, мне пришлось просмотреть огромное количество литературы об океанах и мне пришло в голову, что книга,

в некотором роде синтезирующая все мною прочитанное, была бы полезна для всех, кто связан с морем. В 1945 г., к тому времени, как эта книга должна была выйти в издательстве Корнелл Мэритайм Пресс, я уже работал в Вудс-Холе. Написание текста книги заняло у меня примерно три уик-энда. Мой директор не был высокого мнения об этой книге, да и я не придавал ей большого значения. К настоящему времени, мне кажется, эта книга уже забыта, и я могу говорить о ней более спокойно. Как это ни странно, но число проданных экземпляров этой книги было раз в восемь больше, чем любой другой из моих шести-семи книг, так что вполне можно говорить о ее несомненном коммерческом успехе. Полученный мною авторский гонорар за эту книгу позволил мне провести некоторое время в Соединенном Королевстве, в частности, в Империял-Колледже, и совершить поездку на север, чтобы посетить Льюиса Фрая Ричардсона — мы измеряли турбулентную вихревую диффузию по относительному движению пар кусочков пастернака, брошенных в узкий морской залив.*

Х. Т. — Еще одну книгу Вы написали вместе с Вашей женой, не правда ли?

Г. М. С. — Я женился в декабре 1950 г. и переехал из дома пастора в Вудс-Холе, где снимали жилье многие холостяки, в купленный нами дом в Сиппевиссет, бывшей тогда настоящей сельской местностью, где на пастбищах паслись коровы и немногие из

* Более подробно об этом эксперименте читатели могут узнать из написанной Оливером Ашфордом биографии Ричардсона: «Пророк или учитель? (Адам Хилгер Лимитед), с. 211—213.— Прим. ред.

обитателей которой жили там круглый год. Зимой мы были совершенно изолированы от внешнего мира. Сейчас там все, конечно же, изменилось. Вокруг стоит уже наверное четыре или пять сотен домов, в которых постоянно живут люди. А теперь о той самой книге, появившейся много позже (1983): меня очень заинтересовали рассказы о необычайно холодном 1816 году в Северной Америке и Европе, которые я читал и слышал. Поэтому мы с женой начали разузнавать об этом во всякого рода библиотеках, музеях и тому подобных заведениях с тем, чтобы дать, насколько это возможно, наиболее полное описание этой аномалии. В книге, которую мы писали, выдвигались некоторые соображения относительно причин возникновения аномалии, но исследовались также и различные ее последствия: экономические ли факторы заставляют людей покидать наиболее пострадавшие районы? Я хотел назвать эту книгу так: «1816 — год без лета», но издатель предпочитал название «*Вулканы и погода*», так что в результате мы объединили оба этих названия, (*Seven Seas Press*, 1983). Моя жена провела большое историческое исследование, а я дал научную интерпретацию этого явления.

Х. Т. — По-моему, Ваша книга Гольфстрим стала классическим научным трудом.

Г. М. С. — Она не была распродана в таких больших количествах, как моя первая книга, но заявки на нее поступали постоянно. Поэтому можно сказать, что она сыграла определенную роль. Я знал, что директор института Айслин интересовался Гольфстримом и он всегда производил на меня впечатление своими здравыми

суждениями относительно ценностей и приоритетов. Летом 1953 г. я работал на Бермудских островах, пытаясь выяснить (по предложению Айслина), как в действительности ветер гонит воду у поверхности. Для этого необходимо было проводить измерения сдвига скорости в верхних слоях океана, так что я с помощью техников соорудил около 20 дрейфующих буев, оборудованных радиопередатчиками и буйками, подвешенными на разных глубинах. Мы прослеживали движение буев с помощью радиопеленгаторных устройств. Этот проект реализовывался чрезвычайно медленно, и когда его стоимость достигла 30 000 ам. долл., Айслин начал волноваться. Я был вынужден признать, что полученные нами результаты не вполне хороши. Тогда вместо этого я начал проводить длительные гидрографические наблюдения в фиксированном районе океана возле Бермудских островов до глубины 2000 м и думаю, что на сегодняшний день это самая длинная серия такого рода наблюдений в фиксированной точке субтропического океана. Мои надежды на программу дрейфующих буев, по крайней мере, в то время не оправдались, и я решил взяться за подготовку обзорной книги по Гольфстриму — она вышла в 1956 г.

Х. Т. — Возможно, Росби оказал на Вас более глубокое влияние, чем Вы полагаете, так как, насколько я понимаю, Вы были одним из инициаторов серии объединенных семинаров Вудс-Хола и Массачусетского технологического института по геофизической гидродинамике.

Г. М. С. — В первое время мы в Вудс-Холе были действительно изолированы и ощущали крайнюю

необходимость в обмене идеями. Теоретическими работами в области океанографии там практически не занимались и среди работавших там не было геофизиков, которые интересовались бы циркуляцией океана; в основном это были геологи и специалисты по морской биологии. Единственной регулярной связью с внешним научным миром был ежемесячно проводимый семинар, на который Рэй Монтгомери выезжал в университет Брауна в Провиденс, штат Род-Айленд. Но примерно в 1955 г. в МТИ из Принстона пришли Джул Чарни и Норман Филлипс, таким образом там сформировалось ядро, объединившее чрезвычайно интересных людей, и каждую неделю либо мы ездили в МТИ, либо группа из МТИ приезжала к нам на неофициальные семинары. Такие семинары по геофизической гидродинамике проводились в течение нескольких лет. В 1959 г. здесь, в Вудс-Холе, В. Малкус и Дж. Веронис организовали регулярную летнюю школу по геофизической гидродинамике.

Х. Т. — Поскольку данные наблюдений по динамике океана были столь скудны, как Вы разрабатывали и проверяли свои теории?

Г. М. С. — Когда я был на Бермудах, мне пришло в голову, что это великолепное место для проведения наблюдений, поскольку оно располагается в центре субтропического вихря. Тогда я начал думать над тем, какого рода программу наблюдений я мог бы провести, если бы имел в своем распоряжении какое-либо исследовательское судно, и пришел к выводу, что вряд ли будут различия в данных наблюдений, произведенных на расстоянии порядка сотни миль, и что, несомненно, гораздо лучше было бы

провести длительную серию наблюдений в фиксированном месте вблизи острова. Наиболее важной особенностью, подлежащей изучению, был бы, конечно, термоклин — слой между теплой водой у поверхности океана и холодными глубинными водами. Даже вокруг Бермудских островов глубина термоклина намного меньше глубины залегания дна океана, и я задался вопросом, почему так происходит. Это привело к необходимости изучить строение термоклина, и так как эта задача оказалась сложной, я начал с фундаментальных принципов, которые были основаны на использовании средних значений переменных. У меня была своя примитивная теория термоклина, в которой эта задача сводилась к решению некоего обыкновенного нелинейного дифференциального уравнения. Аспирант Алан Робинсон, он сейчас профессор Гарвардского университета, помог мне в математическом решении этой задачи — фактически его диссертация была посвящена теории термоклина. Я беседовал на эту тему с Арнольдом Аронсом, и когда Аронс отправился в годичный отпуск для научной работы в Стокгольм, он наверняка говорил там об этом, поскольку Пьер Веландер выступил с прекрасной, подготовленной независимым образом статьей. Обе наши статьи были опубликованы в журнале *Tellus*.

Х. Т. — Я помню встречу с Аронсом в Стокгольме. Сотрудничали ли Вы с ним в других областях?

Г. М. С. — Под термоклином в абиссали находится вся эта холодная вода, которая, как я полагал, должна подчиняться некоторым простым законам. Вместе с Аронсом я разработал ряд идей относительно глубоководных

течений. Я пришел к выводу, что у Гольфстрима должно существовать противотечение в глубоких слоях, хотя тогда не было еще данных наблюдений, которые подтверждали бы этот вывод. Джон Свэллоу в Соединенном Королевстве разработал ряд удивительных глубоководных буюв, которые могли быть прослежены при их движении в глубинных водах, и я попросил его попытаться обнаружить это противотечение, которое, как я полагал, должно быть наиболее отчетливо видно у мыса Ромэйн в Южной Коралине. Мой коллега Валентин Уортингтон был первоклассным специалистом по океанографическим наблюдениям и взял одно судно для проведения измерений распределения плотности морской воды, а на другом судне Свэллоу отмечал перемещения своих буйков. Согласно моим предположениям, противотечение должно было наблюдаться там в довольно тонком слое, и поэтому все были поражены, когда оно действительно было обнаружено (хотя я всячески уверял всех, что меня это нисколько не удивило). Я твердо убежден, если ученый предполагает, что он сделал некое открытие, он должен быть готов поставить себя под удар, обнародовав свой прогноз. Это рискованное дело, но если прогноз окажется ошибочным, будет потеряно не так уж много (фактически, как правило, какое-то полезное знание все равно приобретается), а уж если прогноз верен, вот тогда ученый торжествует. Окрыленные успехом, мы с Аронсом задумали пойти дальше и попытаться подтвердить теорию, согласно которой холодная вода из Северной Атлантики течет под Гольфстримом, а затем это течение поворачивает на восток и на север, но мы были убеждены, что оно должно быть очень

медленным. Поэтому Джон Свэллоу решил приехать снова в 1959 г. с долгодействующими буюми, за которыми можно было следить в течение нескольких недель, чтобы определить траекторию их перемещения. На буюх были установлены акустические маяки с радиусом действия около пяти километров. К нашему величайшему удивлению, бую двигались гораздо быстрее, чем ожидалось, и если оставить их на произвол судьбы, они, по-видимому, потерялись бы меньше чем через неделю. Мы не учли того, что в глубоких слоях океана существовали интенсивные вихревые движения, которые маскировали медленную общую циркуляцию; с той техникой для наблюдений, которую мы тогда имели, было невозможно определить характеристики среднего движения за длительный период. Мы полагали, что течение на таких глубинах недостаточно интенсивно, чтобы его можно было определить с помощью заякоренных измерителей течений. На этот раз мой прогноз не оправдался, но указанная теория вовсе не была опровергнута, и, что самое важное, мы обнаружили, что измерители течений могут быть с пользой применены для определения движения глубинных вод. В результате здесь, в Вудс-Холе, под руководством Уильяма Ричардсона и Николаса Фофоноффа началась разработка заякоренных измерителей течений. К 1970 г. они могли уже быть установлены в любом месте и надежно работали в течение длительных периодов вплоть до года.

Х. Т. — Насколько я знаю, в 1960 г. Вы перешли в Гарвардский университет?

Г. М. С. — Теперь-то я понимаю, что мне ни в коем случае не следовало этого делать. Незадолго до того



Бид сверху на Вудсхолский научно-исследовательский комплекс по направлению от Ил-Понд к Ношону и островам Элизабет. В центре — морские сооружения Вудсхолского океанографического института

Фото: ВОН

в Гарвард пришли работать Джордж Кэрнер, специалист по прикладной математике из университета Брауна, и метеоролог из Соединенного Королевства Ричард Гуди. Однажды они приехали навестить меня в Вудс-Холе. Было ясно, что океанография как наука делала лишь первые свои шаги, и они просили меня рекомендовать кого-нибудь на должность профессора океанографии в Гарварде. Я предложил им несколько очевидных кандидатур, например Уолтера Манка. Но я подозревал, что они хотели выяснить мое отношение к этому предложению, и когда спустя некоторое время они сообщили мне, что Манк не намерен уходить из Скрипсовского института, для меня в общем не было неожиданным последовавшее затем предложение

занять эту должность. Айслин уже не был директором Вудс-Хола, общая атмосфера была там уже совсем другая, и я подумал, что может быть наступил удачный момент для того, чтобы сменить работу. Прельщала также возможность занять престижное положение профессора Гарвардского университета. С некоторыми опасениями я все же решил дать согласие на это предложение. Меня приняли исключительно хорошо, но вскоре я почувствовал, что царившая в Гарварде по преимуществу академическая жизнь не для меня. Мне было гораздо привычнее быть с людьми, занимавшимися практической работой, например капитана судна или плотника. Я прожил в Гарварде три года, но когда Генри Хотон, ректор МТИ, позвонил мне и попросил у меня

точно такого же совета, как когда-то Кэрнер и Гуди, я ни секунды не колебался. «А как насчет моей кандидатуры?» — спросил я, и Генри сказал: «По мне — великолепно». В МТИ по-прежнему работали Джул Чарни, Эдвард Лоренц, Норман Филлипс и Виктор Старр, и я знал, что там мне будет работать лучше, чем в Гарварде. Так я снова оказался в МТИ и обрел значительную свободу.

Х. Т. — Мне кажется, что на этот раз Ваши интересы простирались далеко за пределы западной части Атлантики.

Г. М. С. — Мне в известном смысле повезло, что я имел возможность участвовать в международной экспедиции по изучению Индийского океана, хотя доля моего участия была сравнительно невелика. В начале 1960-х годов я пошел в плавание вместе с Джоном Кнауэссом и Брюсом Тафтом, которые работали в западной части экваториальной зоны Индийского океана. В этом путешествии участвовал также и Джул Чарни, по инициативе которого и было организовано это плавание. Он был очень рад этой поездке, а также тому, что мы посетили заповедники Кении и Сейшельские острова. Во второе свое путешествие я отправился на одном из вудсхолских судов, чтобы изучить Сомалийское течение, которое многими своими чертами напоминает Гольфстрим, с тем лишь исключением, что оно варьирует в зависимости от сезона, причем наибольшей интенсивности достигает во время юго-западного муссона над Аравийским морем. Работы в этой области проводили также Джон Свеллоу и Уоррен Вустер. Но следующее мое плавание в Индийский океан состоялось лишь в период

предварительной стадии планирования Глобального метеорологического эксперимента Программы исследования глобальных атмосферных процессов (или Первого глобального эксперимента ПИГАП). В 1974/1975 гг. мы зафрахтовали маленькое суденышко для изучения экваториального течения от Сейшельских островов. А в промежутке между этими двумя плаваниями я участвовал в программе MODE (эксперимент по изучению динамики срединного слоя океана), которая снова возвращала меня к исследованию мезомасштабных вихрей в океанических течениях вокруг Бермудских островов. Это был мой первый опыт руководства сложной комплексной программой, хотя по-настоящему с ней управлялся Аллан Робинсон. Он сделал превосходную работу.

Х. Т. — Ваша давняя работа с данными экспедиции Уимэна — Вудкока была вероятно единственной, где Вы фактически занимались вопросами, касающимися науки об атмосфере?

Г. М. С. — Да, это так, если не считать одного-двух зондирований атмосферы над озерами, которые я провел с Вудкоком в 1950 г. В 1930-х годах Вудс-Холом интересовался Росби, но тогдашний директор всячески сопротивлялся каким-либо отвлечениям в сторону исследований воздушной среды над морской поверхностью. Позднее у нас все же работали метеорологи, в том числе и сам Росби был у нас летом 1956 г. Но я не думаю, что в настоящее время в штате института числится лишь один метеоролог; это было бы нелепо сейчас, когда все стремятся к изучению взаимодействия между атмосферой и океаном. У нас налажены очень тесные связи

с кафедрой метеорологии в МТИ, но Вы должны понимать, что среди научного персонала Вудс-Хола, насчитывающего пару сотен человек, следовало бы иметь одного-двух метеорологов.

Х. Т. — Только что Вы ссылались на проблему получения океанографических данных. Я полагаю, что по сравнению с 1950-ми годами ситуация сейчас намного улучшилась.

Г. М. С. — Да, она улучшилась. Но, конечно же, мы не имеем ничего похожего на вашу систему обмена метеорологическими данными в режиме реального времени. Как правило, мы должны проводить свои собственные наблюдения применительно к требованиям тех научно-исследовательских программ, которые выполняются в данный момент, и несмотря на то, что данные в конечном счете собираются, проверяются и публикуются, они не поступают сразу же в сеть для широкого распространения в режиме реального времени. В последнее время межправительственная океанографическая комиссия сделала очень многое для обеспечения реализации более регулярных и стандартизированных процедур наблюдений и обмена данными. В настоящее время в США и СССР имеются Мировые центры данных МСНС по океанографии, многие страны решили собирать банки данных, относящихся к определенным областям океанографии или отдельным регионам, существуют также национальные центры океанографических данных. Тем не менее все еще может происходить задержка по времени в несколько месяцев между сроком проведения океанографических наблюдений и тем моментом, когда они становятся общим достоянием.

Позвольте мне в заключение рассказать короткую историю. В начале 1970-х годов, когда было сравнительно легко получить деньги на океанографические исследования, здесь, в Вудс-Холе, состоялось международное совещание геохимиков (химия играет потенциально важную роль в изучении состояния океана). В те времена в этой науке главенствовало полдюжины молодых ученых, которые были весьма приятными в обращении людьми, но постоянно публично пререкались между собой по поводу того, как нужно делать то или это. Мы, специалисты по физической океанографии, никогда не вели себя подобным образом, и мне пришлось в голову, что эти химики наверняка могли бы прийти к согласию, если бы им пришлось работать вместе на одном судне. Я знал их всех и поэтому взял на себя смелость сказать им следующее: «Послушайте, ребята, сейчас как раз имеется много денег. Почему бы вам не объединиться вместе и не попросить примерно на три года судно для проведения наблюдений на всех океанах?» Они восприняли это как грандиозную идею, взялись за дело и осуществили мое предложение (GEOSECS). Больше от меня ничего и не требовалось. Они собрали великолепный массив базисных данных.

Х. Т. — Технический прогресс открыл новые возможности получения океанографических данных. Не хотели бы Вы высказаться относительно перспектив на будущее, какими Вы их видите?

Г. М. С. — До сих пор существует большая разница между метеорологией и океанографией, поскольку метеоролог уверен в том, что он может получить данные от фиксированной сети станций

в заданные моменты времени, а океанограф лишен такой возможности. Он должен предпринять исследование по поводу того, где и когда следует осуществлять разрезы и проводить гидрографические и геохимические наблюдения. Мало что сделано в организации оперативных *in situ* океанографических наблюдений. Мы действительно нуждаемся в сети станций, но очевидно, что постоянно держать суда для наблюдений было бы непозволительной роскошью: по скромным оценкам, для того, чтобы держать на станции только одно сравнительно небольшое судно, необходимо расходовать свыше 10 000 ам. долл. в сутки. Мало-помалу положение улучшается. Мы имеем данные, относящиеся к определенным наиболее оживленным морским путям и полученные с помощью сбрасываемых батитермографов, и результаты спутникового мониторинга температуры поверхности океана. Но нам предстоит еще долгий путь к совершенствованию сбора данных о нижележащих слоях океана. Уолтер Манк и Карл Вунш усиленно работают над развитием акустической томографии, и я думаю, что это направление открывает большие перспективы: они измеряют время, за которое звук проходит от одного буя к ближайшему другому, и на этой основе производят трехмерное «зондирование» (за неимением лучшего слова). Другой метод, на который я возлагаю большие надежды, разработан инженером Дугласом Узббом, который изобрел машину, работающую за счет использования особенностей термической структуры океана. Это устройство имеет диаметр 10 см и длину 50 см и снабжено насосом для перекачки балласта. Идея состоит в том, чтобы дать возможность поплавку опуститься

на определенную глубину, а затем откачать балласт в некоторый рабочий объем, чтобы поплавок мог снова подняться на поверхность, откуда собранные на глубинах данные могли бы передаваться на спутник. Затем под действием атмосферного давления балласт вталкивается в поплавок, который может теперь опуститься еще раз. Балласт представляет собой примерно 100 см³ нефти, но ее приходится накачивать, преодолевая давление воды, которое может достигать четырех тысяч децибар. Благодаря тому, что поплавок, который мы назвали «Слокум», оборудован автопилотом с программным управлением, его положение и направление перемещения поддаются контролю и ежедневно можно проводить примерно по шесть зондирований, причем расстояние, на которое этот поплавок перемещается по горизонтали, достигает, по всей вероятности, 15 км. По нашим оценкам, срок службы этих приборов достигает по меньшей мере пяти лет, а стоимость каждого прибора составляет примерно 100 000 ам. долл. или в среднем 50 ам. долл. за сутки. Это весьма впечатляющий проект, но для того, чтобы убедиться в возможности его реализации, необходимо провести еще много испытаний, так что я сомневаюсь, чтобы окончательное предложение об использовании этого метода могло быть сделано раньше 1997 или 1998 г. Думаю, что серия поплавков, подобных упомянутым выше, плюс метод акустической томографии дадут первый проблеск надежды на создание всемирной системы океанографических наблюдений. По-прежнему останется необходимость и в научно-исследовательских судах, с помощью которых можно проводить, например, измерения радионуклидов, которые не могут

быть выполнены автоматизированными методами. В нашу пользу говорит и тот факт, что большинство наблюдений с помощью приборов «Слокум» будет проводиться в международных водах, так что такая квазиглобальная система могла бы функционировать, не вызывая необходимости установления контактов с властями каждой из стран.

Х. Т. — Итак, Вы ждете революционных преобразований в океанографической науке?

Г. М. С. — Я убежден, что, обладая столь мощными новыми средствами для изучения такой природной среды, как океан, мы должны получить удивительные результаты. Вспомнив о том, что лишь совсем недавно геохимики обнаружили факт выделения гелия-3 из выходных отверстий в подводных горных хребтах, проходящих в восточной части Тихого океана и центральных районах Атлантики (на самом деле, никто не ожидал, что будут найдены доказательства продолжающейся вулканической деятельности под толщей океана), можно спросить себя: неужели выделенное тепло не может привести к формированию каких-то форм циркуляции в глубоком океане? Я не думаю, чтобы предстоящие открытия полностью опрокидывали все существующие в настоящее время теории, хотя в отдельных случаях такое может быть; скорее, это будет способствовать их объединению.

Х. Т. — Примерно 20 лет тому назад Вы обрисовали будущие перспективы развития океанографической науки, какими Вы их видели тогда. Как Ваши предположения воплотились в реальности?

Г. М. С. — Тогда, в 1970 г., было много разговоров относительно крупных проектов по изучению океанов, но они не были хорошо продуманы или скоординированы. Это было время, когда океанографическое сообщество хорошо понимало необходимость решения задачи исследования вихрей в океанической циркуляции, и для этого имелось определенное количество денег. Цель, которую я ставил перед собой при написании упомянутой Вами статьи, состояла в том, чтобы немного расшевелить официальные учреждения и попытаться указать на недостатки некоторых из предложенных проектов. Должен сказать, что я заглядывал вперед лишь на ближайшие 2—5 лет, не больше. Мне кажется, что мои довольно едкие замечания принесли в этом смысле некоторую пользу.

Х. Т. — Если вспомнить Ваши различные экспедиции, был ли среди них какой-либо один проект, который выделялся среди всех других тем, что был особенно успешным или принес наибольшее удовлетворение?

Г. М. С. — В настоящий момент я думаю (но завтра я могу изменить свое мнение!), что это была работа, которую мне пришлось выполнять в Средиземном море. Мы знали, что должны наблюдать случаи опускания поверхностных вод, но эти явления были локально ограничены и их продолжительность была сравнительно невелика, никогда не превышая двух-трех недель. Мы сели на судно, отправлявшееся в Средиземное море, и мне было разрешено использовать его на некоторое время для исследования этого явления оседания вод. Туда же прибыли Джон Свэллоу из английского НИС *Дискавери*, а также Генри Лаком и Поль Черни

на французском НИС *Жан Шарко*. Предполагаемая причина этого явления состояла в том, что холодный воздух, спускающийся зимой из долины Роны, охлаждает поверхностный слой морской воды до тех пор, пока столб воды не оказывается полностью перемешанным по вертикали, возможно, до самого дна. Мы пробыли там в течение всего января; погода была очень приятная, но, согласно нашим наблюдениям, море оказалось повсюду устойчиво стратифицированным без малейшего признака опускания вод. В конце концов начал задувать мистраль, и вскоре мы перебрались в район, где, казалось, должно было происходить некоторое перемешивание, и сконцентрировали там свои усилия. Мистраль все более усиливался, и стало очень трудно опускать наши приборы в разбушевавшееся море, но мы ухитрились это делать и видели, что перемешанный слой становился все глубже, пока примерно через четыре дня не достиг морского дна. Это был очень волнующий момент, когда я находился на корабле в штормовом море и знал, что мы являемся первыми свидетелями, документально подтвердившими это местное явление.

Х. Т. — Множество океанографических судов участвовало в работе специальных сетей наблюдений, организованных в рамках проектов, выполнявшихся по Программе исследования глобальных атмосферных процессов, и для той же цели использовалось много других морских исследовательских судов. Привело ли это к каким-либо новым открытиям в океанографической науке?

Г. М. С. — Этому способствовали не специальные периоды наблюдений,

но только лишь исследования, проводившиеся вне этих промежутков времени. Общий объем времени, предоставленного для проведения судовых наблюдений, был незначителен по сравнению с временными масштабами, характерными для океанографических исследований. Мы имели некоторые финансовые средства для размещения океанографических судов во время специальных периодов наблюдений месячной продолжительности, проводившихся во время глобального метеорологического эксперимента, хотя с финансовой точки зрения это была для нас небольшая сумма денег, поскольку мы должны были оплачивать все время, на которое арендовали суда. Но более привлекательной была та роль, которую наши суда играли в проведении определенных подпрограмм, подобных Муссонному эксперименту, потому что мы смогли убедить Национальный научный фонд и другие субсидирующие агентства в том, что нуждаемся в поддержке не только для проведения специальных периодов наблюдений, но и для организации наблюдений в течение некоторого предшествующего промежутка времени продолжительностью до года с целью успеть подготовиться и получить более длинные ряды наблюдений. Одним из выдающихся результатов, полученных в период ПИГАП, было открытие Джоном Свэллоу и Джеймсом Луйтеном глубоких струйных течений сложной структуры под поверхностью океана в экваториальной зоне Индийского океана. После завершения ПИГАП интерес метеорологического сообщества к данным об океанах намного возрос и свидетельством этому служат исследования явления *Эль-Ниньо*/южная осцилляция и программа «Тропический океан — глобальная атмосфера».

Х. Т. — Может быть, Вы хотите сказать что-нибудь о состоянии океанографии сегодня?

Г. М. С. — В океанографии сейчас происходят перемены, которые ставят довольно большие трудности перед теми, кто связан с этой наукой. Первыми, кто делал действительно полезную работу в области океанографии, были те наблюдатели-практики, вероятно, связанные с программой развития рыболовства или другой деятельности на море, которые выходили на площадку, проводили свои измерения и затем писали отчеты. Тогда было несколько теоретиков, но еще примерно 30 лет тому назад они и не помышляли о том, чтобы построить теорию общей циркуляции океана. Затем достижения в области геофизической гидродинамики, использованные в метеорологии, распространились и на океанографию, и океанографы решили, что они согласны уступить некоторую часть своей автономии ради того, чтобы работать совместно над крупными проектами — было намного более экономично, когда специалисты в области физики и динамики океана, а также морской биологии и геохимии вместе выходили в море на одном судне вместо того, чтобы каждый из них шел своим путем. Теперь мы собираемся установить еще более широкое сотрудничество в осуществлении таких долгосрочных программ, как эксперимент по изучению циркуляции Мирового океана, участие в котором потребует от ученых, чтобы они посвятили ему значительную часть своей карьеры и своих интеллектуальных ресурсов. Океанография внезапно превратилась в науку об окружающей среде, имеющую первостепенное значение; понятно, что чрезмерная эксплуатация

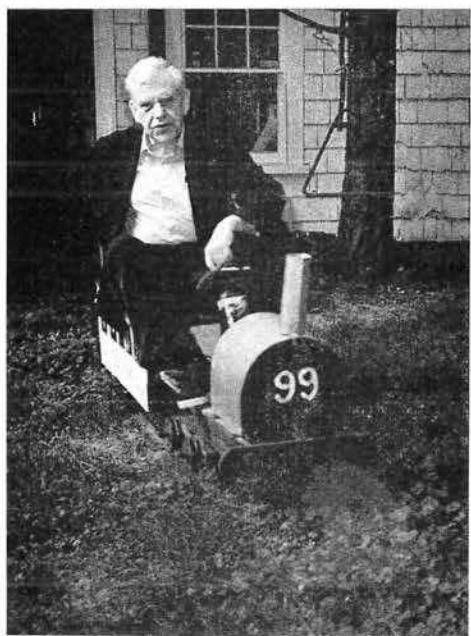
морских ресурсов и загрязнение морей несут угрозу сложившемуся образу жизни многих народов, живущих у моря, и на океанографах лежат теперь определенные обязанности, которые со временем будут дополняться все новыми требованиями. Становится ясно, что будет развиваться тенденция создания определенного рода системы научного мониторинга Мирового океана, напоминающей в определенном смысле Всемирную службу погоды.

Х. Т. — К кому из Ваших коллег, работающих в океанографии, Вы испытываете особое уважение?

Г. М. С. — Среди людей моего поколения наибольшего уважения, мне кажется, заслуживает Джон Свеллоу. Он посвятил всю свою жизнь работе в море, проводя очень полезные и тщательные наблюдения, которые, смею Вас уверить, достаются весьма тяжелым и изнурительным трудом. Он никогда не поддавался искушению заняться административной, более высокооплачиваемой деятельностью, но весь отдавался работе по проведению измерений на море и делал это блестяще, на пользу всего сообщества. Из более старшего поколения я, может быть, выбрал бы Джорджа Дикона, но могу упомянуть и многих других.

Х. Т. — Мне сказали, что Вы любите работать не только головой, но и руками.

Г. М. С. — Я люблю мастерить всякие вещи. У меня есть небольшая мастерская и мне нравится выполнять разные работы по дому и в саду. У нас есть огород и ларек у дороги для продажи летом своей продукции. Для своих детей и внуков я соорудил железную дорогу длиной 275 м с шириной колес в 35 см, причем



Д-р Стоммел в своем домашнем саду у железной дороги с 35-сантиметровой колеей, которую он соорудил для своих детей и внуков

двигателем служит электромотор, работающий на батареях. Ее трудно поддерживать постоянно в рабочем состоянии из-за того, что колея требует частого ремонта.

Х. Т. — Хотя Вы и покинули МТИ в 1978 г., но, по-видимому, продолжаете работать над научными проблемами. Чем Вы занимаетесь сейчас?

Г. М. С. — В 1978 г. я ушел из МТИ, так как почувствовал, что исчерпал свои возможности как преподаватель. Но вновь придя в ВОИ я смог продолжать полевые работы, я был занят в целом ряде исследований, причем в последнее время занимался моделями вихрей, связанных с циркуляцией океана. С появлением персональных компьютеров для таких, как я, раскрылись совершенно новые возможности работать над

решением проблем, браться за которые раньше было безнадежным делом.

Х. Т. — Вы получили целый ряд наград и почетных званий. Скажите, пожалуйста, о них несколько слов.

Г. М. С. — Я состою членом четырех национальных академий наук. Академия наук США играет важную роль в качестве научного консультанта правительства и избрание в нее почетно, но она не проводит интересных совещаний и не организует какого-либо рода приемов. К моему величайшему удивлению, я был избран в Академию наук СССР, я не знаю, кто выдвинул мою кандидатуру, но я хотел бы выразить ему свою благодарность. Это, вероятно, самая мощная в смысле своих непосредственных возможностей национальная академия наук, так как она, по всей видимости, управляет многими крупными институтами и значительными ресурсами. Я являюсь членом французской *académie* — небольшой, очень избирательной по составу, и мне импонирует, что имя избранного в эту академию остается в списке ее членов даже после его смерти. Но наиболее комфортабельные условия, по моему мнению, предоставляет своим членам Лондонское Королевское общество. Каждому, кто живет в самом Лондоне или вблизи него предоставляется постоянная программа встреч, на которые он может прийти, послушать очень хороших докладчиков, рассказывающих об очень интересных вещах, и приятно провести время в превосходной компании.

Х. Т. — Не расскажете ли Вы нашим читателям о премии имени Уильяма Лейтона Джордана?

Г. М. С. — Если Вы хотите немного позабавиться, то извольте. Англичанин У. Л. Джордан, живший в прошлом веке, не имел сколько-нибудь хорошего научного образования, но обладал довольно вздорным характером и вел сравнительно замкнутый образ жизни. Многие считали его человеком с причудами. Он заинтересовался океанографией и вскоре представил целый ряд не соответствующих общепринятым представлениям и попросту ненаучных идей. И зашел так далеко, что обвинил Адмиралтейство в том, что оно фальсифицировало данные экспедиции на судне «Челленджер», проведенной в 1870-х годах, и тем самым утаило доказательство правильности некоторых из его теорий. Он доставлял много неприятностей научному сообществу. Но вот я совершенно случайно обнаружил, что он обладал и некоторыми превосходными качествами, особенно в области альпинизма. Фактически, это жена Джона Свэллоу раскопала кое-какие заметки в *Alpine journal*. Характер этого англичанина заинтересовал меня и мы, несколько человек, собрались вместе, чтобы написать коротенькую биографию Джордана. Тогда же я и предложил злобную идею об учреждении премии имени Уильяма Лейтона Джордана за особенно плохие и вводящие в заблуждение работы, выполненные океанографами. Пока эту премию еще не присуждали никому; может быть, она и выполняет свою задачу — служит неким предостережением!

Х. Т. — Мой последний вопрос традиционен. Какой совет дали бы Вы молодому человеку в отношении его карьеры в океанографии или метеорологии?

Г. М. С. — Если кто-то с самого раннего возраста проявляет подлинный интерес к изучению моря или погоды, я не думаю, что он будет нуждаться в чьих-либо советах. Но тем, перед кем стоит целый ряд возможных альтернатив, я бы сказал: просмотрите их все и, если все они равноценны, отдайте предпочтение той области, которая относительно мало развита. Эта область *ipso facto* может не быть столь очевидной и, возможно, ее придется искать. Но если молодые люди решатся на равных условиях взяться за какую-либо тему, они могут обнаружить, что непосредственное участие в ее развитии доставляет высочайшее удовольствие. Вовсе не обязательно знать вначале слишком много; всегда есть шансы, что вам удастся в конце концов совершить какие-либо крупные фундаментальные открытия.

Х. Т. — Д-р Стомел, я уверен, что читатели Бюллетеня ВМО найдут высказывания такого выдающегося океанографа как Вы весьма поучительными и интересными. Искренне благодарю Вас за сотрудничество и надеюсь, что Вы еще долгие годы будете наслаждаться жизнью в этой прекрасной местности на берегу моря.

ОКЕАНЫ, ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА И ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА НАБЛЮДЕНИЙ

Д. Джеймс Бейкер *

Океаны и климат

Вторая Всемирная конференция по климату, состоявшаяся в октябре—ноябре 1990 г. в Женеве, указала на необходимость создания глобальной системы климатических наблюдений, которая позволяла бы получать данные для мониторинга и обнаружения изменений климата, выполнения исследований, способствующих уточнению наших представлений о климатической системе, ее моделированию и прогнозу, а также для содействия экономическому развитию различных стран. Главными элементами такой системы наблюдений стали бы Всемирная служба погоды, глобальная система наблюдений океана и программы мониторинга других ключевых компонент климатической системы.

Таким образом, конференция признала, что океаны играют важную роль в климатической системе. Для того чтобы понимать и предсказывать изменения климата, нужно представлять себе, в чем состоит эта роль. Океанографы и исследователи атмосферы уже давно изучают этот вопрос в надежде, что можно будет создать комплексную глобальную систему мониторинга и прогноза. Но еще и сегодня мы далеки от этого. Причины такого положения заключаются, главным образом, в сложности взаимодействия океана и атмосферы, определяющего климатические условия и их изменения. Чтобы увидеть, на какой стадии мы находимся, будет полезно

рассмотреть это взаимодействие и ответить, насколько мы преуспели в попытках зафиксировать и понять его, поскольку именно в этом состоят первые шаги на пути к созданию комплексной системы наблюдений.

Океан с его огромной теплоемкостью и подвижностью поглощает и перераспределяет тепло, поступающее от солнца и из атмосферы, а также углекислый и прочие парниковые газы. В региональном масштабе океан действует как буфер и влияет на климат и уровень моря у побережий. Благодаря огромной теплоемкости воды гасятся суточные и сезонные колебания температуры и климат побережий становится более мягким. В глобальном масштабе океан действует как источник тепла, который обуславливает атмосферную конвекцию и вызывает ветры, а также переносит и сохраняет тепло.

На атмосферу океан влияет непосредственно через морскую поверхность. Поле температуры поверхности моря и связанные с ним потоки тепла и влаги обуславливают возникновение штормов, ураганов и долговременную изменчивость атмосферы. Аномалии в тропической области Тихого океана являются составным элементом влияния *Эль-Ниньо* на климат. Сдвиги Гольфстрима и Кurocио были связаны с изменениями ТПО и регионального климата. Поле ТПО

* Корпорация Объединенных океанографических институтов, Вашингтон, округ Колумбия, США.

определяется сложной обратной связью между течениями и перемешиванием в океане и атмосферными ветрами, потоками тепла и влаги. Для полного понимания изменений климата и парникового эффекта необходимы знания обо всех названных процессах, но они все еще в зачаточном состоянии.

Важным для климата фактором является также глобальный перенос тепла водами океана. Благодаря прямым измерениям приходящей радиации мы знаем, сколько тепла должно переноситься к полюсам для поддержания радиационного баланса. В субтропиках, по-видимому, одинаково важную в данном отношении роль играют и океан, и атмосфера. Влияние океанских течений на перенос тепла можно проследить по полям температуры поверхности, но дело не ограничивается поверхностью. Крупномасштабные течения простираются на значительную глубину, и в конвективной ячейке глобального масштаба холодная вода из полярных районов возвращается в тропики. В климатическом масштабе времени перемешивание воды в конвективных ячейках происходит быстро. Исследования глубокой конвекции с помощью химических трассеров показывают, что перемешивание до дна происходит на отрезке времени в несколько десятилетий. Мы имеем общее представление о процессах, действующих в этом случае, но все еще плохо знаем их масштабы и степень изменчивости.

В Северной Атлантике имеет место взаимодействие теплых вод, переносимых Гольфстримом на север, и холодных вод, погружающихся в Гренландском море, что приводит к проникновению более теплых вод с юга. Считается, что этот процесс взаимодействия обуславливает более теплый климат

в Западной Европе. Брокер и Дентон (1989) показали, как изменение этого процесса в геологических масштабах времени могло вызывать заметное изменение климата. Они утверждают, что в конце последнего оледенения, примерно 11 000 лет назад, потепление вызвало таяние ледников в Канаде и возрастание пресного стока в Северную Атлантику. Этот сток опреснял поверхностные воды Северной Атлантики, уменьшая их плотность и тем самым затрудняя их опускание. В результате перенос теплой воды в северном направлении ослаб и на всем побережье Северной Атлантики наступило похолодание. Соответствующее изменение климата произошло быстро, возможно, менее чем за 100 лет.

Брокер и Дентон указывают, что подобно тому, как при последнем оледенении на Земле ощущался постепенно возрастающий эффект жаркого северного лета, так и теперь все более сказывается влияние углекислого и других парниковых газов, поступающих в атмосферу в результате деятельности человека. Они задают вопрос: «Будет ли климатическая система опять реагировать резко и скачком перейдет в совершенно новое состояние?» Не зная, как работает эта система, мы не можем ответить на поставленный вопрос, но совершенно очевидно, что климатические процессы, развивающиеся в больших временных масштабах, затрагивают весь океан. Из этого становится также ясно, насколько важно изучать океан и осуществлять его мониторинг как части климатической системы.

Океан служит одновременно источником и стоком двуокиси углерода и других парниковых газов и, таким образом, является

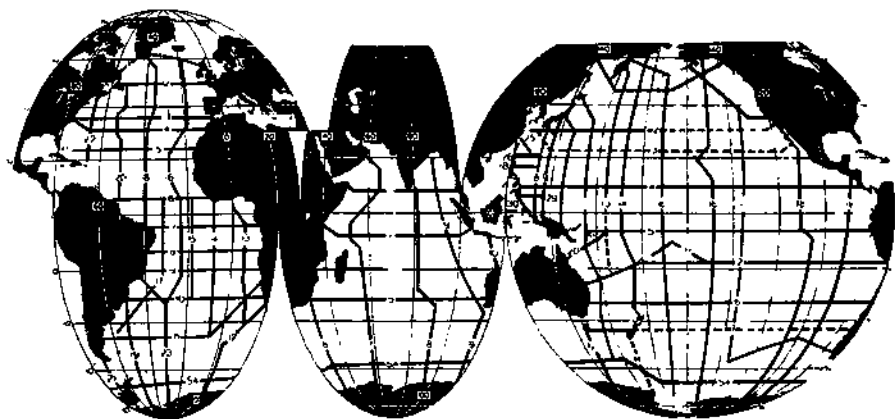
ключевым звеном в биогеохимических циклах. Циркуляция и перемешивание воды океана обуславливают перераспределение химических веществ и живых организмов, участвующих в биогеохимических циклах. Соответствующие изменения в химии и биологии океана могут отражаться на атмосфере и, следовательно, климате. Нужно установить, сколько двуокиси углерода и других парниковых газов поглощает океан, как эти величины влияют на изменения климата и при этом изменяются сами. Знание этих величин совершенно неудовлетворительное на данный момент, имеет решающее значение для понимания глобальных биогеохимических циклов.

С учетом роли океана в климатической системе можно сказать, что его поведение во многом определяет реакцию Земли на увеличение количества парниковых газов. В докладе 1-й рабочей группы Межправительственной комиссии по изменению климата (Мак-Бин и др., 1990) отмечается, что если бы на парниковый эффект реагировали

атмосфера и только верхние слои океана, то температура на земной поверхности уже должна была увеличиться на 1—2°C по сравнению с XIX веком. По имеющимся данным, хотя и неполным, такого выраженного изменения пока не обнаруживается. Реакция атмосферы Земли на парниковый эффект явно смягчается вследствие поглощения тепла и двуокиси углерода толщей океана.

Современное состояние знаний

Для того чтобы составить правильное представление об океане и заложить основу системы оперативных наблюдений, проводятся разнообразные исследования. Несмотря на эти усилия, мы все еще не имеем необходимых знаний и моделей. В значительной мере это объясняется тем, что энергия океана распределяется по многим пространственным и временным масштабам, из-за чего трудно и наблюдать, и моделировать. Проблемы измерений трудно преодолимы, так как океан, в отличие от атмосферы, не пропускает электромагнитное излучение. Подобно атмосфере,



Глобальный охват гидрографической программы ЭЦМО. Целью программы является сбор полного массива высококачественных физических и химических данных об океане за семилетний период.

Публикуется с любезного согласия руководства международного проекта ЭЦМО

океан является турбулентной неустойчивой средой, энергия которой распределена в огромном диапазоне пространственно-временных масштабов. Например, мезомасштабные вихри — важный элемент океанской циркуляции — сравнительно невелики, порядка 10—15 км. Поэтому измерения должны проводиться на густой сети точек, зачастую в коррозионной среде и при больших давлениях. Химические измерения должны выполняться с высокой точностью. Биологические популяции имеют пятнистые распределения, и поэтому необходимы густые сети станций и измерения со спутников. Однако сейчас новые методы измерений, как *in situ*, так и из космоса, позволяют преодолеть многие из этих трудностей. Например, со спутника можно получать топографические данные о морской поверхности.

Моделирование тоже затруднительно, поскольку многие определяющие процессы плохо описаны. Необходимое для этого мелкомасштабное разрешение требует больших затрат машинного времени. Кроме того, часто отсутствуют глобальные массивы данных, требующихся для проверки моделей. Как следствие, ограничивается возможность точного предсказания характера изменений в океане в будущем. Лучше обстоит дело в случае региональных моделей, особенно для тропических районов при масштабах времени порядка года и менее. Неплохие результаты дают экспериментальные оперативные модели *Эль-Ниньо*/южной осцилляции.

Если говорить о глобальном масштабе, то мы все еще не имеем точной модели океана, которая была бы под стать атмосферным моделям, и поэтому долгосрочные климатические прогнозы страдают неопределенностью, от которой

трудно избавиться.

Тем не менее быстроедействие и память современных компьютеров сейчас приближаются к тем показателям, при которых становится возможным моделирование турбулентности. Модели становятся достаточно реалистичными, чтобы показать, по крайней мере, на качественном уровне влияние океанов на потепление, вызванное парниковыми газами. Например, Стоуффер Манабе и Брайан (1985) создали модель взаимодействия океана и атмосферы для изучения последствий увеличения концентрации двуокиси углерода, в явном виде учитывающую эффекты переноса тепла и формирования глубинных вод. Отклик этой двухкомпонентной системы океан — атмосфера в упомянутой модели существенно различен для северного и южного полушарий. Таким образом, модели уже дают некоторые указания относительно того, на чем нужно сосредоточить наши наблюдения, если мы хотим с большой заблаговременностью представить себе парниковые эффекты.

Научно-исследовательские программы

Чтобы продвинуться дальше по пути улучшения наших знаний соответствующих процессов в глобальных масштабах, ученые спланировали ряд крупных международных исследований, в том числе в рамках Всемирной программы исследований климата — программу Тропический океан и глобальная атмосфера (ТОГА) и Эксперимент по изучению циркуляции Мирового океана (ЭЦМО). Названные программы посвящены физическим основам влияния океана на климат в масштабах от регионального до глобального. Объединенное исследование глобальных потоков

в океане (ОИГПО) в рамках Международной программы «Геосфера — биосфера» нацелено на изучение биогеохимических циклов, взаимодействий с экосистемами и связи этих циклов с климатом. Находятся в фазе планирования глобальные исследования экосистем. Эти и другие программы, относящиеся к изучению климата, уже во многом помогают улучшить наши представления об океане как части климатической системы и заложить основу для новых методов измерений.

ТОГА позволит описать и понять процессы, определяющие возможности прогнозов для системы тропический океан — глобальная атмосфера во временных масштабах от месяцев до нескольких лет. Ученые, выполняющие эту программу, изучают также возможность применения парных моделей в целях прогноза соответствующих изменений. Исследования по программе ТОГА обеспечат научную основу планирования системы наблюдений и передачи данных для оперативных прогнозов.

Программа ТОГА позволила заметно продвинуться по пути к созданию системы долгосрочных наблюдений с использованием сетей измерений уровня моря, судов системы добровольных наблюдений, проводящих измерения ТПО и теплозапаса верхнего слоя, а также заякоренных буев. На Сети ТОГА Тропическая атмосфера и океан (ТАО) (Hayes et al., 1990) сейчас используются заякоренные буй АТЛАС, которые позволяют получать в реальном времени данные о температуре и скорости течения в верхнем слое океана и несут комплект метеорологических приборов. Эти данные уже используются в реальном времени для оперативного моделирования и экспериментальных прогнозов

Эль-Ниньо и сопутствующих явлений. Внедрение этих методов в программе ТОГА — первый реальный шаг к обеспечению оперативных возможностей.

Во временном масштабе десятилетий мы должны изучить весь океан от поверхности до дна, а также его движущие силы — ветер, осадки и солнечную радиацию. ЭЦМО был организован как раз в связи с этой необходимостью. Главная цель ЭЦМО — разработать модели океана, пригодные для прогноза изменений климата в масштабе нескольких десятилетий, и собрать данные для проверки этих моделей. Данные, полученные в рамках ЭЦМО, помогут определить крупномасштабные потоки тепла и пресной воды. Для получения ясной картины циркуляции ЭЦМО должен объединить наблюдения в разных пространственно-временных масштабах. Таким образом, ЭЦМО является одним из крупнейших из когда-либо организованных океанографических проектов. В нем участвуют свыше 50 стран, а исследования будут осуществляться по всему Мировому океану. Программа эксперимента предусматривает проведения измерений со спутников, судов, заякоренных приборов, дрейфующих буев, среднеглубинных поплавков и одноразовых приборов, чтобы получить всеобъемлющие моментальные снимки океанской циркуляции за период в 7 лет. Иллюстрация на с. 139 показывает глобальный охват гидрографической программы ЭЦМО. Данные ЭЦМО помогут также составить проект глобальной системы долгосрочных наблюдений.

В рамках ЭЦМО предприняты согласованные усилия в поддержку разработки и испытания новых методов долгосрочных измерений. Целям эксперимента лучше всего отвечают спутниковые измерения



Автономный зонд лагранжевой циркуляции (ALACE), созданный в Скрипсовском институте океанографии и используемый сейчас в ЭЦМО. Благодаря малым размерам и большой продолжительности действия этот прибор является идеальным для изучения глобальной циркуляции

Фото: Р. Дэвис

в сочетании с наблюдениями *in situ*. Это единственная реальная возможность получить глобальную синоптическую картину поверхностных течений и напряжения ветра. Другим важным элементом являются автономные средства. Программа ЭЦМО способствовала разработке автономных зондов лагранжевой циркуляции (ALACE), которые сейчас успешно действуют в Южной Атлантике (на снимке показан такой прибор, подготовленный к запуску с судна). Аппараты ALACE — первый шаг на пути к созданию самодвижущихся приборов, которые, как мы надеемся, заменят суда и позволят собрать большие массивы данных. В рамках Эксперимента также разработаны усовершенствованные комплекты метеоприборов для судов, выполняющих попутные наблюдения, и буев. С помощью

данных ЭЦМО оперативные модели, используемые сейчас для прогнозов в ТОГА, расширяются до глобальных масштабов. При построении глобальных моделей особые надежды возлагаются на данные с нового спутника ERS-1, которые появятся в 1991 г.

Изменения климата и циркуляции океана влияют на химический состав воды и биологические экосистемы. Верно и обратное утверждение, что изменения в морских экосистемах могут влиять на климат. Самым непосредственным образом это влияние проявляется в верхних слоях: массовое цветение фитопланктона усиливает поглощение света, следовательно, увеличивает тепловое воздействие солнечной радиации. Но, возможно, еще более важно то обстоятельство, что океанский бассейн является величайшим резервуаром глобального углерода и, следовательно, в значительной мере определяет концентрацию двуокиси углерода в атмосфере через физические процессы перемешивания и циркуляции и через химические и биологические процессы.

Для того чтобы познать круговороты химических элементов, нужно знать механизмы их поглощения и реакций в экосистемах океана. Цель ОИГПО — изучить в глобальном масштабе процессы, которые контролируют изменяющиеся во времени потоки углерода и сопутствующих биогенных элементов в океане, а также оценить соответствующие обменные процессы между океаном и атмосферой, морским дном и материковыми береговыми зонами. Недавно появившаяся программа исследования динамики глобальных экосистем (GLOBEC) посвящена морским экосистемам, которые служат связующим звеном в цепи

биогеохимических превращений и эффектов изменения глобального климата, с точки зрения их биологических ресурсов.

При планировании ОИГПО особое внимание обращено на исследования по двуокиси углерода и необходимость мониторинга двуокиси углерода и микроэлементов в океане. Специалисты, участвующие в ОИГПО, создали в этих целях станции для сбора временных рядов данных и осуществляют глобальный анализ данных измерений растворенной двуокиси углерода в рамках глобальной схемы ЭЦМО. Они внедряют также новые методы прямых измерений *in situ* потоков биогенного материала в толще воды с помощью наносоуловителей и высокоточных методов обнаружения следовых примесей. Для изучения состояния и изменчивости глобальной биологической продуктивности будут использоваться определения цветности морских вод со спутников и измерения содержания пигментов с морских судов.

За пределами научно-исследовательских программ: наблюдательная система

И для циркуляции океана, и для потоков химических веществ, и для динамики экосистем характерна изменчивость в масштабе времени, выходящем за рамки 5—10-летних сроков выполнения различных глобальных научно-исследовательских программ. Такие долговременные изменения заметно сказываются на климате. Поэтому крайне необходимо продолжить измерения соответствующих параметров по истечении этих периодов интенсивных полевых исследований, чтобы и далее изучать динамику системы климата. Для этого следует продолжить

систематические долгосрочные глобальные наблюдения физических, химических и биологических параметров, как рекомендует Вторая Всемирная конференция по климату.

Заметными успехами ознаменовалась программа ТОГА. В Тихом океане ТОГА дает прекрасный пример того, как некая сфокусированная океанографическая программа может перерасти в долгосрочное мероприятие. Проведенные исследования показали, что необходима система долгосрочных измерений, обеспечивающая данные, которые позволят улучшить наши представления об *Эль-Ниньо* и приступить к практическому прогнозированию. Соответственно с помощью систем, разработанных под эгидой ТОГА, от разрозненных океанографических измерений, начатых в 1985 г., перешли к наблюдениям, охватившим весь бассейн. Поступающие данные используются сейчас в реальном времени для экспериментальных климатических прогнозов. В ближайшем будущем система океанографических наблюдений ТОГА будет сфокусирована на получении охватывающих весь бассейн полей напряжения ветра и потоков тепла, поля температуры и полей циркуляции верхнего слоя океана для определения переносов массы и тепла в Тихом океане (на рисунке на с. 145 приведена предполагаемая система наблюдений в тропической части Тихого океана, отвечающая планам ТОГА).

Если выйти за рамки сети ТОГА, то с учетом имеющейся на сегодняшний день информации представляется, что глобальная система наблюдений океана будет сфокусирована на измерениях потоков в приводном слое, гидрологических характеристик,

потоков тепла и химических веществ, а также на таких биологических процессах, как первичное продуцирование, — т. е. на ключевых элементах, мониторинг которых должен осуществляться в глобальном масштабе. Система будет проводить мониторинг верхнего, промежуточного и глубинного слоев океана и использовать методы измерений, которые автоматизированы, насколько это только возможно. Основные координационные элементы будут включать в себя численные оперативные модели, управление данными и информацией, международную координацию и надзор. Помимо этого система должна обладать способностью к эволюции, которая будет происходить по мере улучшения наших знаний об океане и появления технических разработок, указывающих новые пути к достижению целей.

Как разумнее всего создавать такую глобальную систему? Во-первых, эффективную глобальную систему наблюдений в океане невозможно спланировать без проведения научно-исследовательских программ, предназначенных для этой цели. Такие программы представляют собой существенную предварительную работу, без которой не собрать необходимую научную информацию. Поэтому исключительно важно, чтобы все, кто заинтересован в создании полезной системы, следили за выполнением таких программ в настоящее время. Во-вторых, мы знаем, что существующая техника и наблюдательные системы не позволяют рассчитывать на создание глобальной системы долгосрочных наблюдений в океане (Манк и Вунш, 1982). Морские суда очень медленны и дороги, и требуются более надежные схемы

долгосрочных измерений. Необходимы новые автономные системы — от спутников и акустических систем до глубоководных аппаратов. В-третьих, наши данные трудно распространять среди разнообразных групп потребителей — от научных исследователей до сотрудников оперативных служб. Вообще говоря, новые наблюдательные системы должны давать информацию в реальном времени, так как в противном случае возможность оперативного использования данных в моделях сильно ухудшится. Системы данных должны обновляться. Наконец, нужно создать календарный график и определить этапы, которые должны соблюдаться при развертывании и финансировании этой системы.

Существующая система

Намереваясь создать глобальную систему наблюдений океана, логично использовать в качестве аналога Всемирную службу погоды. ВСП явилась итогом исключительно успешного международного сотрудничества. Важно отметить, что, находясь под эгидой ВМО, ВСП существует не как независимая система датчиков и каналов передачи данных. Скорее, это тесно сплоченный союз национальных метеорологических служб, действующих по своему усмотрению и использующих свою материальную базу для решения определенной части задачи глобальных наблюдений погоды (ВМО, 1988).

Пожалуй, наиболее всеобъемлющей из существующих программ является Объединенная глобальная система океанического обслуживания (ОГСОО), совместно возглавляемая Межправительственной океанографической комиссией

Proposed Tropical Pacific Ocean Observing System

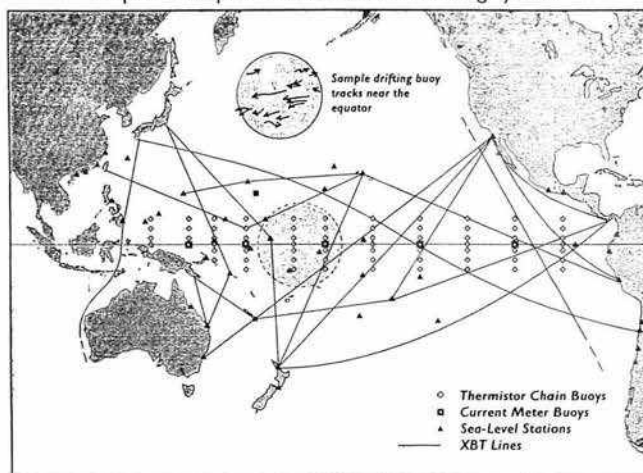


Схема предполагаемой системы наблюдений для тропической зоны Тихого океана, основанная на планах ТОГА. Система включает заякоренные буи, самописцы, регистрирующие уровень моря и проводящие добровольные наблюдения суда. Эта общая концепция составит основу глобальной системы океанских наблюдений

Публикуется с любезного согласия США по проекту ТОГА

(МОК) и ВМО. МОК создала Систему наблюдений глобального уровня моря (известную под соответствующим названием, поскольку на ее сети измеряется глобальный уровень морской поверхности), которая в настоящее время объединяет более 299 постоянно действующих станций, передающих данные об уровне в международные центры.

ВМО и МОК также поощряют и поддерживают использование дрейфующих буев для регулярных наблюдений давления воздуха, а также температуры воздуха и поверхности моря. Система ВМО судов, проводящих добровольные наблюдения для ВСП, включает суда, передающие в реальном времени данные метеорологических и океанографических наблюдений поверхности моря по Глобальной системе телесвязи. Под эгидой отдельных организаций с оперативных спутников производятся регулярные наблюдения температуры поверхности моря и ледяного покрова. Ожидается, что

измерения, начатые с научно-исследовательских спутников в начале 1990-х годов, будут продолжены и расширены в конце XX — начале XXI вв.

Предполагается, что со спутников разных типов будут наблюдаться волнение на поверхности моря, температура и цветность воды, ветер в приповерхностном слое, осадки и ледяной покров. Потребуется какой-то механизм для передачи таких спутниковых данных и обмена ими.

Положено начало созданию системы наблюдений океана по линии ОИГПО и ВСП, но мы еще далеки от того, чтобы иметь необходимую нам систему. Отчасти это объясняется недостаточностью знаний о процессах в океане, что не позволяет сформулировать требования к системе, а отчасти, вплоть до настоящего момента, — отсутствием у правительств особых причин поддерживать климатические наблюдения на просторах океана. Кроме того, трудно заручиться долгосрочной поддержкой для программ,

которые начнут купаться по истечении десятков лет наблюдений и анализов. В силу незаинтересованности оперативных учреждений, они выделяют недостаточно средств на проведение систематических наблюдений в океане. При нынешней обеспокоенности по поводу глобальных изменений правительства, видимо, примут на себя долгосрочные обязательства в отношении долгосрочных глобальных наблюдений в океане.

Данные, получаемые глобальной системой наблюдений, должны своевременно предоставляться исследователям и разработчикам моделей прогноза. Требование о предоставлении информации в реальном времени в данном случае менее строго, чем в случае прогнозов погоды, поскольку речь идет о более длинных отрезках времени. Однако общеизвестно, что, если данные не передаются немедленно, их часто теряют на месяцы и даже годы. Данные необходимо также должным образом архивировать с тем, чтобы можно было устанавливать точные климатологические нормы. Относительно таких норм можно определять медленные изменения температуры, вызванные парниковым эффектом, изменением переноса тепла, распространением загрязняющих веществ и изменениями первичного продуцирования (Стоммел, 1990). Архивы такого типа будут незаменимы, когда придется проверять численные модели климата при том состоянии океана, в которое он придет в будущем.

Финансирование глобальной системы наблюдений океана

Финансирование нынешней ограниченной системы наблюдений океана осуществляется в силу нескольких соображений. Так, нужно знать морские

метеорологические данные (например, температуру поверхности моря), местные условия в гаванях и на побережье (например, уровень моря и размыв пляжей), биологические и химические эффекты (например, локальное загрязнение). Исходя из конкретных нужд потребителей, приходится изыскивать пути к объединению финансирования оперативной системы наблюдений. Соответственно, финансирование океанографических наблюдений в рамках глобальной системы придется обосновывать шире, чем финансирование метеорологической системы.

Представляется, что финансирование глобальной системы наблюдений океана, позволяющей изучать проблему климата, нужно тесно увязать с финансированием системы, отвечающей требованиям более локального характера, когда нужно знать состояние побережья, приливы в бухтах, степень загрязнения и условия промысла. Из этого следует, что при решении вопросов финансирования и обосновании необходимости климатических исследований придется учитывать общие интересы океанографии прибрежной зоны, рыбного промысла и охраны океана от загрязнения. Как это сделать — не ясно, но безусловно нужно выяснить, каким образом относящиеся к климату измерения можно связать с промыслом, деятельностью в прибрежной зоне и проблемами загрязнения, поскольку именно в этой сфере заключены интересы многих развивающихся стран. Глобальная система наблюдений океана будет обслуживать интересы и потребности нескольких международных организаций, в том числе МОК, ВМО, ЮНЕП, ФАО и ММО, и поэтому к созданию

такой системы важно привлечь опыт и ресурсы названных организаций.

В какую сумму может обойтись такая глобальная система наблюдений океана? Поскольку проект такой всеобъемлющей системы еще не составлялся, затраты не поддаются точному определению, но можно ожидать, что потребуются, по меньшей мере, столько же средств, как на продолжение программы типа ЭЦМО, которая уже приобрела глобальный масштаб. Необходимо также предусмотреть расходы на устройства хранения, обработки и передачи данных и на соответствующую вычислительную технику для моделирования и анализа. Эти расходы могут быть сопоставимы с затратами на приборы и полевые наблюдения. Одна из возможностей уменьшить расходы заключается в создании автономной аппаратуры взамен выполнения обширных исследовательских программ с морских судов.

Планы на будущее

Планирование такой системы получило сейчас большой размах. В признание необходимости глобальной системы в ряде национальных и международных докладов, появившихся с начала 1970-х годов, определялись элементы систематических долгосрочных измерений в океане (Рабочая группа SCOR-48, 1977; СССР, 1984). Учитывая эти предложения, а также результаты научного планирования ТОГА, ЭЦМО и ОИГПО, ОНК и КИКО учредили группу разработки системы наблюдений океана (OOSDP). На нее возложена задача разработки общих концепций глобальной системы наблюдений океана. Группа работает в тесном контакте с *ad hoc* группой МОК по системам

наблюдения океана, обеспечивая взаимодействие с существующими программами.

Однако даже самые четкие планы невозможно реализовать, если отсутствует организационная поддержка и инфраструктура. На разных этапах планирования необходима поддержка официальных планирующих органов и проектных организаций. В будущем сообществу исследователей океана необходимо осуществлять планирование с учетом целого ряда соответствующих механизмов. По опыту ВСП мы знаем, что эксплуатацию и финансирование оперативных частей системы следует поручать национальным учреждениям. Точно так обстоит дело и в случае системы для океана. В реализации плана должны участвовать надлежащим образом финансируемые национальные организации, которые эффективно взаимодействуют с международными организациями и выполняют международные программы. Сейчас таких организаций мало, но помощь им растет.

Более сильные национальные учреждения помогут укрепить связи как с академическими кругами, так и с частными потребителями. Сильные национальные учреждения обеспечат также необходимую основу для международной координации действий с участием ВМО, МОК и других соответствующих групп. Нужно искать также дополнительные источники финансирования, в том числе такие организации, как Мировой банк.

Для прогноза климата необходимы не только система наблюдений и научные результаты ТОГА, ЭЦМО, ОИГПО и прочих научно-исследовательских

программ. Динамика климата в больших масштабах времени определяется взаимодействием океана, атмосферы и биогенных циклов. Для регулярных оперативных прогнозов климата требуется повседневное усвоение данных в моделях оперативных прогнозов климата. Это осуществимо в национальных центрах, и при первой практической возможности следует приступить к экспериментальным исследованиям с помощью существующих данных и моделей. В конечном итоге, возможно, потребуется создать международный центр исследований океана и климата, аналогичный успешно действующему Европейскому центру прогнозов погоды на средние сроки. При наличии соответствующей системы наблюдений и адекватных оперативных моделей у нас будут все основания считать, что правительства смогут принимать обоснованные решения о том, как справиться с неизбежными изменениями глобальных условий.

Благодарности

Автор благодарит Билла Вудворта, Джона Вуда, Карла Вунша, Линду

Менгам, Уорта Ноулина, Майка Рива и Генри Стоммела за полезные обсуждения и замечания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Broecker, W. S. and G. H. Denton, 1989: *The Role of Ocean-Atmosphere Reorganizations in Glacial Cycles*. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 53, 2465—2501.
- Committee on Climatic Changes and the Ocean, 1984: *Ocean Observing System Development Programme*. IOC Technical Series, 27, IOC, Unesco, Paris.
- Hayes, S. P., L. J. Mangum, J. Picaut, J. Sumi and K. Takeuchi, 1990: *TOGA—TAO—A Moored Array for the Real-time Measurements in the Tropical Pacific Ocean*. (Submitted to the Bulletin of the American Meteorological Society).
- McBean G., J. McCarthy, P. Morel, K. Browning, 1990: *Narrowing the Uncertainties — A Scientific Action Plan for Improved Prediction of Global Climate Change*. Prepared for the Intergovernmental Panel on Climate Change Report on Scientific Assessment of Climate Change.
- Munk, W. and C. Wunsch, 1982: *Observing the Ocean in the 1990s*. *Phil. Trans. R. Soc., London*, A 307, 434—464.
- SCOR Working Group 48, 1977: *Report of the Panel on Monitoring Ocean Climate Fluctuation*. Global Atmospheric Research Programme, WMO/ICSU, Geneva.
- Stouffer, R. J., S. Manabe and K. Bryan, 1989: *Interhemispheric asymmetry in climate response to a gradual increase of atmospheric CO₂*. *Nature*, 342, 660—662.
- World Meteorological Organization, 1988: *The World Weather Watch*. WMO-No. 709, Geneva.

ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ И ОКЕАНОГРАФИЧЕСКИХ СЛУЖБ НА БЛАГО МОРСКОГО СООБЩЕСТВА

Р. Дж. Шерман *

Общее развитие морских служб

Первые попытки изучения закономерностей формирования условий погоды, предпринятые организациями, из которых впоследствии выросли некоторые из

наиболее развитых Метеорологических служб нашего

* Заместитель директора Метеорологического бюро Соединенного Королевства по вопросам требований и практики наблюдений, Бракелла, и президент Комиссии ВМО по морской метеорологии.

времени, были вызваны необходимостью предоставления консультаций представителям морского сообщества. О том что такие консультации были крайне необходимы, свидетельствует огромное число кораблекрушений, происходивших в те далекие годы, причем подавляющее их большинство было вызвано неблагоприятными условиями погоды. К примеру, в период 1852—1856 гг. у берегов Соединенного Королевства потерпели крушение около 4000 судов и погибли 3600 человек (Холкинс, 1990).

Вначале были созданы простые береговые системы наблюдений — этому помогло изобретение телеграфа — для определения скорости ветра и давления, поскольку было признано, что характерные распределения именно этих параметров определяют тип синоптической системы. Указанные системы наблюдений были крайне элементарны, как, впрочем, и выдававшиеся рекомендации, причем заблаговременность, с которой давались предупреждения, была мала по сравнению с временем, необходимым судам в море для того, чтобы отреагировать на принятое сообщение. Способ передачи предупреждений был визуальным — путем поднятия флагов на береговой станции. А поскольку это делалось в основном с целью предотвращения выхода в море в условиях надвигающегося шторма, большей заблаговременности и не требовалось.

Первым, кто начал производить метеорологические наблюдения с судов, находившихся в море, и собирать данные этих наблюдений, был лейтенант Мори из военно-морских сил США. Данные наблюдений в конце рейса

заносятся в рукописный журнал и Мори выполнял элементарный климатологический анализ, выдавая его результаты в виде карт ветров и течений. Цель этой работы состояла в том, чтобы помочь морякам прокладывать маршруты своих плаваний, но то, что они не могли определять величины отклонений от климатологических норм во время любого из этих плаваний, было крупным недостатком. Тем не менее эти наблюдения дали начало тому, что впоследствии превратилось в морские климатологические архивы судовых наблюдений, в настоящее время сохраняемые многими морскими державами. С усовершенствованием беспроводного телеграфа стало возможным собирать данные наблюдений, производимых на судах, которые находились в плавании, и посылать на эти суда предупреждения и рекомендации.

Когда появилась возможность проводить в оперативном режиме измерения температуры и скорости ветра в верхних слоях атмосферы, обнаружилось, что между течениями на верхних уровнях и условиями у земной поверхности существует связь, позволяющая использовать более научный подход к проблеме прогноза. Первые численные модели давали возможность получать решение лишь для процессов сравнительно больших пространственных масштабов, протекающих на верхних уровнях. Прогнозы таких крупномасштабных характеристик служили исходным материалом для синоптиков, которые на их основе давали консультации относительно ожидаемых условий у земной поверхности и, в том числе, о состоянии моря. По мере роста мощностей компьютеров становилось возможным более точно и с большим разрешением описывать действие законов

движения и термодинамики. Соответственно увеличивалась и точность прогнозов на более длительные сроки. Параллельно с развитием этого процесса разрабатывались численные прогностические модели для прогноза высоты и периода морских волн, также штормовых нагонов воды.

В самое последнее время были разработаны применительно к отдельным участкам береговой линии чрезвычайно детализированные модели для диагноза/прогноза условий распространения прибрежных волн и течений с использованием в качестве входных данных результатов расчетов по моделям прогноза крупномасштабных движений. Многие Метеорологические службы выпускают в оперативном порядке прогнозы ветра и волнения на срок до пяти суток, рассчитываемые по глобальным и региональным моделям с шагом сетки по горизонтам от 100 до 25 км и с 15 (или более) уровнями по вертикали. Средние ошибки, характеризующие точность глобальных моделей по сравнению с данными наблюдений, составляют $1,1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ (среднее квадратическое значение 4,5) для ветра и $0,7 \text{ м}$ (среднее квадратическое значение 1,3) для высоты волны на срок 24 ч от начала прогноза. Те же ошибки при увеличении этого срока до пяти дней составляют в среднем соответственно $1,1 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ (ср. кв. 6,9) и $0,9 \text{ м}$ (ср. кв. 21). Ошибки расчетов по моделям для ограниченных районов, как правило, несколько меньше (Холкинс, 1990).

Постоянное совершенствование компьютеров сделало также возможным создание более обширных и разнообразных архивов морских и климатологических данных и

быстрый доступ к этим данным. Начиная с 1960 г. по программе подготовки морских климатологических сводок ВМО проводится сбор данных наблюдений, производимых на торговых судах и обмен этими данными (Шерман, 1986). В настоящее время поступают сообщения со всех концов земного шара примерно с 5000 судов.

Для удовлетворения прогностических требований в дополнение к указанной сети наблюдений на земной поверхности оборудованы точки для проведения метеорологических и океанографических (метеоокеанографических) наблюдений с использованием автоматизированных систем, установленных на метеорологических, океанографических и навигационных буях, а также на платформах, находящихся в открытом море. Необходимость в этих автоматизированных системах возникла из-за снятия личного состава с таких удобных платформ, как, например, плавучие маяки, и вследствие ликвидации сети кораблей погоды. Для того чтобы компенсировать ликвидацию аэрологической компоненты программы наблюдений на кораблях погоды, с торговых судов по программе автоматизированных судовых аэрологических наблюдений (АСАН) в оперативном порядке производятся также запуски аэростатов. Дрейфующие буи обеспечивают поступление данных о Мировом океане.

Наибольшие успехи достигнуты в области развития спутниковых систем. Спутники «Сисат» и «Геосат» показали потенциальные возможности океанографических спутников, а запуск спутника ERS-1, от которого в оперативном порядке должны часто и регулярно

поступать данные о поверхности океана, обеспечит дальнейшее улучшение как данных наблюдений, так и результатов прогнозов, особенно высоты волны. До сих пор модели распространения волн были полностью основаны на использовании полей ветра, получаемых из моделей атмосферы, и для них не требовались начальные данные о распределении волн. Запуск спутника ERS-1 послужит стимулом для развития методов усвоения данных о волнах (Стрэттон, 1990), так что расчет волн будет производиться на основе использования моделей атмосферы, исходной информацией для которых служат смешанные данные приземных наблюдений дистанционного зондирования, а также данные прямых наблюдений за поверхностью океана.

Появление спутниковых линий связи (например, ИНМАРСАТ) и их распространение среди всех членов морского сообщества оказало заметное воздействие на процесс сбора данных и, что более важно, на саму систему предоставления услуг, как некогда произошло в результате изобретения радиотелеграфа.

Основные правила, регулирующие деятельность метеорологических и океанографических служб в наши дни по существу остались теми же, что и в середине девятнадцатого века. Необходимо найти потребителя услуг, предоставляемых данной службой, и выяснить его требования, выбрать наиболее подходящий механизм представления этих услуг и найти техническое решение, удовлетворяющее запросам потребителя и, наконец, оценить предлагаемую продукцию, консультируясь с ее получателем. С улучшением качества данных, а также методов прогноза и

анализа увеличились возможности предоставления широкого спектра ценных услуг. Расширился также и набор способов доставки данных потребителю. И все же, несмотря на все эти достижения, имеются области, где существует целый ряд трудностей и невыполненных требований, которые обсуждаются далее на фоне деятельности тех служб, которые в настоящее время предоставляют свои услуги целому ряду потребителей.

Морской транспорт

В соответствии с Международной конвенцией по охране человеческой жизни на море (SOLAS) на Метеорологические службы возлагается обязанность выпускать предупреждения и прогнозы. Рабочая группа по основным морским метеорологическим службам Комиссии по морской метеорологии недавно пересмотрела эти обязанности как в отношении выпуска прогнозов, так и по их подготовке, с тем чтобы они отвечали требованиям глобальной системы ММО подачи сигналов бедствия и обеспечения безопасности на море.

Существует однако широкое поле для деятельности специализированных служб по повышению эффективности работы морского транспорта. Наиболее наглядным примером является прокладка маршрута следования судна, причем благодаря наличию глобальных моделей атмосферы, с помощью которых можно давать прогнозы на срок до пяти суток (включая прогнозы момента зарождения и траектории перемещения тропических циклонов, успешность которых постоянно растет), работа этой службы намного улучшилась. Благодаря использованию персональных компьютеров каждый сотрудник группы прокладки маршрутов судов

может держать связь и тщательно работать с гораздо большим количеством судов, чем это было возможно при работе вручную. Составление рекомендуемых маршрутов путем автоматизированного машинного прогноза с использованием модели численного прогноза погоды, модели распространения волн и детальных особенностей движения судна, а также методов автоматического вычерчивания маршрута и графических дисплеев в диалоговом режиме освободило человека, занимающегося прокладкой маршрута, от большей части вспомогательных работ, требующих огромных затрат времени. В результате сейчас можно сконцентрировать внимание на деталях прокладки маршрута, так что более высокая продуктивность сочетается с повышением качества работы. Аналогичным образом можно автоматизировать и приспособить к требованиям судовых компаний и послерейсовую статистическую обработку или анализ данных. Спутниковые системы связи, такие, как ИНМАРСАТ, облегчили и сделали более эффективной передачу рекомендаций относительно выбора маршрутов. Имеются многочисленные доказательства того, что следование по рекомендованным маршрутам повышает экономическую эффективность операций морского флота благодаря экономии топлива и возможности избежать опасностей, но есть еще область деятельности, требующая своего дальнейшего развития, которая касается, в частности, необходимости избежать столкновения с морскими льдами в южном полушарии. В то время как в северном полушарии ледовые службы хорошо организованы и всегда готовы оказать эффективную

консультационную помощь, быстроходные контейнеровозы и балкеры, проходящие между мысом Горн и Антарктидой, также нуждаются в надлежащих рекомендациях. Как правило, Метеорологические службы не имеют доступа к спутниковым изображениям очень высокого разрешения и им обычно приходится довольствоваться данными, имеющими разрешение всего лишь около 4 км.

Крупные суда для перевозки контейнеров и балкеры, следующие без груза, весьма чувствительны к ветровым условиям во время маневрирования в ограниченной акватории порта, и может случиться так, что при определенных неблагоприятных волновых и приливных условиях они вообще не смогут войти в порт. Поэтому важное значение имеют специализированные прогнозы для акватории порта, которые могут касаться таких параметров, как температура, влажность, осадки и вероятность возникновения молний, поскольку они весьма существенно влияют на ход погрузочно-разгрузочных работ.

В развитых странах большинство морских перевозок регулируется определенными правилами и осуществляется коммерческими компаниями, которые должны руководствоваться этими правилами. Общие прогнозы для прибрежных вод распространяются через национальные теле- и радиостанции, посты береговой охраны, береговые радиостанции и т. д., а специализированные записанные на магнитофонную пленку прогнозы можно получить через общую телефонную сеть, так что компания, проводящая морские работы, не может сослаться на то, что не была предупреждена о надвигающейся непогоде.

В развивающихся странах,

особенно островных государствах, и там, где слабо развита наземная транспортная система, перевозки в основном зависят от развития каботажной торговли, в которой занято огромное количество малых судов, находящихся

в индивидуальном владении или принадлежащих семьям. Метеорологическая служба имеет возможность давать прогнозы погоды и состояния моря с учетом размеров судов, запрашивающих эти данные, но, как правило, испытывает большие трудности с тем, как довести такого рода информацию до сведения тех людских сообществ, существование которых полностью зависит от морских перевозок по причинам их изолированности и отсутствия доступа к радио и телевидению. Во многих случаях наиболее эффективным решением этого вопроса является использование оповещающих о шторме сигналов, таких, как отличительные флаги или условные знаки, поднимаемые на мачтах, расположенных в наиболее заметных точках береговой черты.

Необходима также общеобразовательная подготовка людей, особенно в тех местах, где плохая погода случается относительно редко и поэтому суда часто перегружены и плавают на пределе устойчивости с крайне низко сидящими над водой бортами. В этих условиях даже зыбь, поднятая далеким тропическим циклоном, может опрокинуть судно, приведя к человеческим жертвам.

Многие Метеорологические службы используют имеющиеся у них банки климатологических данных и архивы диагностических данных или результатов анализа, выполненного с помощью численных моделей, а также результаты интерпретации данных текущего анализа приземных

данных, для того чтобы оказать помощь в расследовании несчастных случаев на море. Эти расследования охватывают весь спектр подобного рода действий, начиная от рассмотрения небольших страховых исков и кончая крупными публичными расследованиями случаев потери судна и экипажа, и могут потребовать дачи показаний в суде. Во многих случаях приходится комбинировать метеорологические и океанографические данные.

Рыболовный промысел

Глубоководный лов рыбы ведется либо флотилиями рыбозаводов, либо совершающими более короткие рейсы от береговых баз в район промысла судами, которые пользуются многими видами услуг, предоставляемых службами прогнозов и предупреждений для морского транспорта общего назначения. Однако есть необходимость в создании более специализированных служб, в особенности прогнозов состояния моря, поскольку существуют практические пределы времени работы на открытой палубе и их превышение может привести к увечьям или даже гибели людей. Точные прогнозы на короткие



Транспортные и рыболовные суда в прибрежной зоне, Мальдивские острова

Фото: Р. Шерман

сроки могут дать возможность проводить работы в экстремальных условиях при минимальном риске. Прогнозы на более длительный период позволяют принимать стратегически важные решения в отношении операций с береговых баз. Например, при неблагоприятной погоде, когда суда приходят редко, цены на рыбу обычно растут; первые уловы, продаваемые после того, как кончится плохая погода, идут по высокой цене, тогда как более поздние привозы дают уже меньшую прибыль. Таким образом судно, которое предупреждено об улучшении условий погоды в районе рыболовного промысла, совершает переход, когда условия слишком неблагоприятны для рыболовства, и сразу же выставляет сети, так как к тому времени такая операция становится уже безопасной. Это судно первым вернется в порт и продаст рыбу по выгодной цене. Однако преждевременный выход приведет к тому, что судно будет вынуждено находиться в дрейфе и напрасно жечь топливо, не имея возможности вести лов.

В свою очередь, те, кто занимается обработкой рыбы, предупрежденные о наступлении периода хорошей погоды в районе рыболовного промысла, не будут покупать рыбу по наивысшим рыночным ценам, а подождут, когда с увеличением числа прибывающих судов цены упадут. Эта стратегия, однако, зиждется на точности долгосрочных прогнозов, т. е. на возможности использовать емкости холодильников для хранения продукции в течение всего периода плохой погоды плюс одного-двух дней, пока еще держатся «высокие цены улучшения погоды». Стоит сказать, что рыбопромысловый сектор следует еще убеждать в достаточно

высокой точности прогнозов с целью подтвердить абсолютную надежность описанных выше методов. Метеорологическим службам приходится смириться с высокой стоимостью разработки и предоставления такого рода услуг, поскольку они должны учитывать специфику конкретного района, а рыболовные суда либо принадлежат индивидуальным владельцам, либо организованы в небольшие кооперативы.

Современная техника добычи рыбы требует знания не только морских условий, но и температуры поверхности океана (ТПО), а также точного определения района апвеллинга, так как оба фактора оказывают влияние на движение рыбных косяков.

В развитых странах для обеспечения безопасности рыболовного промысла в прибрежных водах необходимы метеорологические прогнозы, но потребности в специализированных службах невелики. Требования безопасности в целом хорошо обеспечиваются благодаря публикации бюллетеней в средствах массовой информации и предоставлению такой информации по телефону в записи на магнитофонной пленке, но возможности для выбора стратегии добычи рыбы здесь ограничены.

В развивающихся странах Метеорологические службы сталкиваются с такими же ограничениями при передаче информации по обеспечению безопасности каботажных морских перевозок. Эта проблема обязательно должна быть решена, поскольку огромная часть мирового улова рыбы приходится на рыболовные флотилии, состоящие подчас из очень малых судов, и от их успешных действий зависит существование целых людских сообществ. В ряде случаев здесь существенную роль играют

измерения в распределении ТПО и апвеллинг, и если правительства хотят помочь таким прибрежным рыболовческим сообществам приспособиться к новым условиям, для них жизненно важно заблаговременное обнаружение долговременных изменений климата. В прибрежных районах развивающихся стран возделывается большое количество аквакультур. Некоторые их виды часто выращиваются в условиях предельных значений температуры и солености воды, какие только они могут выдержать, поскольку именно такие крайние условия благоприятствуют их росту. Прогнозы изменений ТПО и солености, как на короткие, так и на продолжительные сроки, могут влиять на стратегию управления и продуктивность. Чрезвычайно существенны для этого промыслового хозяйства и такие последствия климатических изменений, как повышение уровня поверхности моря.

Защита береговой полосы

Многие страны выполняют обязательства по защите береговой полосы, стараясь свести к минимуму эрозию ценных земель или же предотвратить затопление низколежащих прибрежных равнин, уровень освоения которых чрезвычайно высок либо в смысле больших капиталовложений, либо по их населенности. В некоторых районах, где работы по защите практически неосуществимы (т. е. районы, подверженные действию тропических штормов и цунами), надежда возлагается на точность прогноза путей перемещения циклонов и своевременные предупреждения, позволяющие эвакуировать население на более возвышенные места.

Там, где были построены защитные сооружения, применялся традиционный подход

с использованием длинных климатологических рядов значений ветра и, где это было возможно, высоты волн и течений для построения распределения экстремальных значений, которое затем экстраполировалось с тем, чтобы получить проектное экстремальное значение допустимой частоты возникновения таких экстремальных величин и, следовательно, их вероятность. Во все большей степени ряды архивных данных, полученных с помощью численных моделей атмосферы, течений и волн, и собиравшихся в течение ряда лет или рассчитанных по данным за прошлые годы, используются в качестве входных данных в локальных моделях высокого разрешения. Эти модели включают с высокой степенью детализации топографию побережья и морского дна и учитывают рефракцию, дифракцию волн и их обрушивание. Они могут быть использованы для построения временных рядов значений уровня воды, подступающей к защитным сооружениям, причем эти ряды можно затем экстраполировать, чтобы получить проектные значения экстремумов. Эта методика используется в предположении, что нет систематического изменения климатологических данных ни по отношению к средним значениям, ни в распределении экстремумов. Таким образом необходимо тщательно следить за наступлением климатических изменений, поскольку такого рода работы обычно требуют длительного времени.

В некоторых случаях вместо того, чтобы строить длинные и дорогостоящие волноломы, можно соорудить перпендикулярно к берегу каменные валы, которые разрушают течения и тем самым препятствуют образованию наносов

параллельно береговой линии, что приводит к скоплению галечного материала, который образует естественный барьер. Этот метод требует детального знания прибрежных течений и действий волн, основанного на данных наблюдений.

Фаза оперативных работ, проводимых в рамках многих проектов защиты береговой полосы, включает периоды, когда ведутся работы, особо чувствительные к изменению уровня воды, а также проводится строительство временных сооружений, которые должны выдержать воздействие волн и ветра. Детальные прогнозы момента времени, когда уровень воды опустится ниже критического значения, и продолжительности безопасного периода до того момента, когда этот уровень снова начнет повышаться, могут использоваться при планировании повседневных работ, чтобы избежать потерь, обусловленных перерасходом или порчей строительных материалов, и непродуктивного использования рабочей силы. Для этих прогнозов необходимы подробные модели прибрежной зоны и сочетание прогнозов ветра, волн, приливных движений, морских течений и штормовых нагонов воды. Кроме того, такие прогнозы находят себе применение в службе предупреждений для местного населения и при выборочной эвакуации населения из тех мест, где средства защиты, как это заранее известно, неполны или неадекватны.

Деятельность по организации досуга

Тенденция к расширению деятельности по организации досуга в приморских районах быстро возрастает. Помимо традиционных гонок под парусом, примерами развивающихся видов досуга являются катание на досках,



Судно учебной парусной ассоциации *Сэр Уинстон Черчилль* с полной выкладкой косях парусов. Оно может нести также два квадратных паруса на фок-мачте. Вместе с судном того же владельца *Малькольм Миллер* оно совершает одно- и двухнедельные плавания между портами Соединенного Королевства и других европейских стран с экипажем от 10 до 40 курсантов. Время от времени с учебными целями эти суда учебной парусной ассоциации оборудуются приборами Метеорологического бюро Соединенного Королевства.

Более подробную информацию можно получить по адресу: *Membership Secretary, The Sail Training Association, 2a The Hard, Portsmouth PO1 3PT, United Kingdom. Telephone: 0705 832055/6. Fax: 0705 815769.*

планирование на парашютах, виндсерфинг, длительные походы на каноэ и подводное плавание. Большинство Метеорологических служб надеется на общие прогнозы погоды для прибрежных районов, распространяемые береговыми радиостанциями, средствами массовой информации или по

телефону в виде записанных на пленку сообщений, чтобы удовлетворить запросы сектора досуга, хотя некоторые яхтклубы и родственные организации нуждаются в специализированных услугах.

Существует необходимость в прогнозах дополнительных параметров помимо тех, которые входят в общие морские прогнозы, как, например, ветровое выхолаживание, температуры морской поверхности и подповерхностного слоя, а также местные поверхностные и подповерхностные течения, которые зачастую обусловлены приливными движениями. Может быть, наиболее велика потребность в общеобразовательной подготовке и стимулировании усвоения метеорологических и океанографических знаний людьми, проводящими свое свободное время на воде. Недавно в один из праздничных дней в Соединенном Королевстве управление береговой охраны в Соленте ответило на 40 просьб о помощи, поступивших в течение всего дня с рассвета до сумерек, причем примерно в четверти случаев существовала потенциальная опасность для жизни и несколько раз пришлось вызывать вертолет. Упомянутое водное пространство сравнительно хорошо защищено и занимает площадь примерно 200×20 км, условия погоды в тот день отвечали прогнозу, определившему силу ветра в 4—5 баллов и соответствующее состояние моря. Причиной большинства инцидентов послужила недооценка значимости прогноза в условиях, когда возможности стандартного снаряжения не удовлетворяли реальным условиям.

Там где хорошо налажена координация работы спасательных служб человеческие жертвы обычно минимальны, но стоимость

постоянного поддержания деятельности этих служб сравнительно высока, и обучение потребителей может дать значительную экономию средств.

Еще одной сферой применения прогнозов является оказание консультационной помощи инженерам, проектирующим шлюпочные гавани и сопутствующие сооружения. Анализ климатологических данных для прибрежных районов можно рассматривать как один из видов морской деятельности, однако, прежде чем использовать при проектировании в качестве основы существующие длинные ряды климатологических данных, следует сопоставить предполагаемое время существования данного проекта с ожидаемыми климатическими изменениями, особенно теми, которые окажут влияние на уровень водной поверхности и морские волнения.

Морская индустрия

В последние годы многие новые направления работ морских метеорологических служб были обусловлены требованиями со стороны промыслового сектора по морской добыче нефти и газа, который интенсивно продвигается на еще более глубокие участки океана с более суровыми условиями. Промысловые сооружения различных типов проектируются с учетом предполагаемых экстремальных условий, которые могут возникнуть в окружающей среде. Воздействием ветра определяется примерно 15 % всех нагрузок на морские сооружения со стороны окружающей среды, а остальная часть приходится на волны и течения. С целью получения информации об учитываемых при проектировании экстремальных значениях для конкретных районов

используются климатологические данные и результаты прогнозов по данным за прошлые сроки, и хотя при этом тоже можно учитывать возможное влияние изменений климата, однако срок службы платформ относительно невелик по сравнению с временем существования защитных сооружений. Некоторые конструкции более чувствительны к ряду специфических параметров: к примеру, для подводных трубопроводов и коллекторов весьма вредны неожиданные подъемы воды в океане и приливные течения, а в ряде мест представляет опасность оледенение и столкновение с морскими льдами/айсбергами. Во всех случаях при проектировании приходится искать компромисс между стоимостью строительства и риском понести убытки или потери. Избыток предложений на рынке буровых нефтедобывающих платформ привел к некоторому сокращению строительства новых сооружений и перемещению таких платформ из одного шельфового участка океана в другой, расположенный совсем в иной части земного шара. Это приводит к необходимости сравнить экстремальные условия окружающей среды в этих двух районах с тем, чтобы выдать сертификат на работу данной платформы в новом месте. Климатологические данные могут быть использованы при выборе наилучшего времени для транспортировки конструкций с помощью тяжелых плавучих кранов, а также при планировании их установки и монтажа на месте. Осуществление этих операций зависит от ветрового режима и морского волнения, и лучше всего их проводить, когда велика вероятность наступления устойчивой благоприятной погоды. Тем не менее реальные сроки

проведения таких операций устанавливаются в результате неизбежных компромиссных решений, определяемых инженерными и материально-техническими требованиями.

Морская индустрия является одним из наиболее крупных потребителей специализированных прогностических служб. Транспортировка и развертывание на месте крупногабаритных компонент требуют разработки специальных маршрутов и прогноза периодов хорошей погоды, чтобы минимизировать возможные убытки или избежать их вообще и не платить большие деньги за простой оборудования и обслуживающего персонала. Многие операции по содержанию и техническому обслуживанию морских установок, а также добыча полезных ископаемых прекращается, когда высота волны достигает критического уровня, и для обеспечения условий сохранности оборудования может потребоваться, чтобы предупреждение о надвигающихся неблагоприятных условиях поступило примерно с 12-часовой заблаговременностью. Для районов, подверженных действию тропических циклонов, заблаговременное предупреждение необходимо, чтобы успеть эвакуировать рабочий персонал, и такие же проблемы возникают в высоких широтах в случае появления там плавающих айсбергов. Для водолазных работ важное значение имеет состояние подводной среды.

Связь и передача сообщений служб на место морского промысла не представляет трудностей, однако краткие личные указания синоптика в начале рабочего дня играют важную роль, а во время особо ответственных операций может потребоваться и личное присутствие синоптика на месте их

проведения. По мере совершенствования методов моделирования океана/атмосферы появляется возможность автоматизировать процесс получения метеоокеанографических прогнозов и у синоптиков на местах отпадает необходимость комбинирования различных параметров для решения поставленных перед ним задач. Поэтому они могут больше времени уделить интерпретации полученных данных и взаимодействию с заказчиком. Если такого синоптика нет, то потребитель автоматически обеспечивается специально приспособленной для его нужд продукцией, которая может быть сразу же использована в помощь выполняемым им работам.

Развитие в будущем

Многие Метеорологические службы и промышленные отрасли прекрасно осведомлены о том, какие экономические выгоды приносит метеоокеанографические службы. В развитых странах существует много специализированных служб и предпринимаются значительные усилия для выявления новых потребностей и их удовлетворения. Метеорологические и океанографические модели непрерывно совершенствуются таким образом, чтобы они усваивали все имеющиеся данные, в том числе и те, которые получаются с помощью компоненты дистанционного зондирования, и дают во все более широких масштабах комбинированную прогностическую продукцию. Во многих случаях включаются результаты расчетов по моделям со вложенными сетками для ограниченных географических районов.

Развивающиеся страны испытывают большие трудности

в реализации тех экономических выгод, которые могут принести морская метеорология и океанография, из-за отсутствия технических средств, позволяющих создавать семейства метеоокеанографических моделей и проводить по ним расчеты. Одно из возможных решений этой задачи заключается в создании региональных/специализированных морских метеорологических центров. Необходимо организовать 1—2 таких центра, которые имели бы все возможности для проведения численных экспериментов с глобальными метеоокеанографическими моделями. Эти центры могли бы предоставлять свою продукцию другим региональным центрам, в каждом из которых проводились бы расчеты по охватывающим ограниченные географические районы, но более детальным локальным метеоокеанографическим моделям с использованием результатов глобальных прогнозов в качестве граничных условий. В каждом географическом регионе соответствующий центр должен предоставлять выпускаемую им метеоокеанографическую продукцию в распоряжение местных национальных Метеорологических служб. Такая организация предоставляет возможность Метеорологическим службам использовать имеющиеся у них ресурсы для производства специализированной продукции, удовлетворяющей запросам их собственных местных заказчиков, причем для получения этой продукции используются результаты, полученные в региональных центрах. Такого рода организация работ позволяет в максимальной степени использовать скудные ресурсы и избежать дублирования, а также имеет то преимущество, что во

многим способствует развитию очень активного взаимодействия на национальном уровне и, как следствие, повышению качества обслуживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Шерман Р. Дж., 1986: Применение морских климатологических данных. *Бюллетень ВМО*, 35(3).

Hopkins, J. S., 1990: *Advances in Meteorological Services to the Offshore and Shipping Industries*. Meeting of the Institute of Marine Engineers and Royal Institution of Naval Architects Joint Offshore Group.

Stratton, R. A., 1990: *Remotely Sensed Data for Wave Forecasting*. Meteorological Magazine, 119, Meteorological Office, Bracknell.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ МОРСКОЙ СРЕДЫ: ОТКРЫТЫЕ ПРОБЛЕМЫ И НЕОБХОДИМОСТЬ ИССЛЕДОВАНИЙ

Дж. М. Биверс * и Дж. Э. Б. Кюлленберг **

Введение

Цель настоящей статьи заключается в том, чтобы изложить современную научную точку зрения на характер и степень заражения и загрязнения морской среды. Здесь делается попытка представить взвешенную оценку всей остроты этих явлений и их последствий и определить тот круг открытых в настоящее время научных вопросов, которые необходимо решить для того, чтобы оценить на надежной и взвешенной основе ущерб, причиняемый в настоящее время, и опасности, грозящие в будущем. В статье указывается на необходимость более глубокого рассмотрения и исследования данной проблемы, чтобы разрешить наиболее спорные научные вопросы. В ней перечислены вкратце элементы, на которых должны строиться объединенные международные исследования, необходимые для прогноза и предотвращения дальнейшего ухудшения состояния морской среды,

Морская среда обширна и неоднородна. Поэтому лишь в редких случаях можно рассматривать загрязнение морской среды или сброс в нее вредных веществ, не указывая характер или размеры области, подвергающейся такому воздействию. В качестве исключения можно назвать лишь некоторые повсеместно распространенные загрязняющие вещества, такие, как свинец и некоторые виды твердых отходов. К неблагоприятным последствиям загрязнения могут относиться не только те, которые связаны с прямым воздействием на морские ресурсы, морские ландшафты и экосистемы, но и выходящие за пределы морской среды, например последствия попадания вредных веществ в организмы съедобных моллюсков, крабов и других морепродуктов, употребляемых человеком в пищу.

* Руководитель отдела химии моря, Бедфордский институт океанографии, Дартмут, Канада.

** Секретарь МОК.

Некоторые аспекты сохранения состояния морской среды

Наиболее очевидным изменением глобальной морской среды, связанным с накоплением в ней антропогенных неорганических химических веществ, стал рост уровней концентрации свинца в верхнем слое океана. Причиной этого послужило повсеместное использование свинца в составе противодетонационных добавок в автомобильное топливо (бензин). Это избыточное количество свинца попадает в океан множеством путей, но увеличение его концентрации у морской поверхности вызвано, главным образом, переносом свинца в атмосфере на большие расстояния. Уровни концентрации свинца в глубоких слоях океана не испытывают сколько-нибудь значительных колебаний из-за чрезвычайно малых скоростей переноса свинца в толще океана. Естественно также заключить, не имея, правда, каких-либо экспериментальных тому подтверждений, что существенно увеличились темпы поступления в Мировой океан кадмия и цинка вследствие роста содержания этих элементов в отходах промышленного производства. Влияние, которое оказывает результирующее изменение содержания в океане этих трех металлов на морские организмы, по-видимому, не столь велико. Непохоже, чтобы оно вызвало какие-либо крупномасштабные эффекты внутри или вне морской среды, тем более, если учесть принятые в последнее время во многих странах в рамках национальных законов меры по сокращению или полному прекращению использования свинца в качестве добавок к нефтепродуктам.

Несколько большую угрозу

представляет распространение органических соединений в результате действия антропогенных факторов. Широкое использование в сельском хозяйстве методов предварительной обработки почвы органическими веществами для уничтожения сорняков и вредных насекомых привело к тому, что многие органические соединения, созданные полностью на искусственной основе, обнаруживаются повсюду в океанах. Кроме них существуют некоторые органические химические вещества, использовавшиеся для других целей, например вещество ДДТ, которое применялось с целью охраны здоровья человека как средство для уничтожения малярийного комара, и полихлорбифенилы (ПХБ), нашедшие широкое применение в электротехнической промышленности. Многие из этих веществ, а также продукты их распада или реакций с другими веществами, обнаруживаются сейчас повсюду в морской среде, что вызывает серьезное беспокойство. Во-первых, существуют весьма серьезные косвенные доказательства взаимосвязи между распространением определенных аномалий и заболеваниями морских организмов с накоплением в них этих химических веществ. Во-вторых, такие вещества обнаруживаются в морепродуктах, предназначенных в пищу человеку. Последнее обстоятельство вызывает особое беспокойство в связи с возможным воздействием на огромное число людей, потребляющих в пищу дары моря, в том числе и тех, чей рацион в основном состоит из пищевых продуктов, источником поступления которых является морская среда, в частности народов Арктики,

Имеются и некоторые другие проблемы глобального масштаба, вызывающие беспокойство общества. Однако во многих случаях такая тревога представляется не совсем оправданной. Это касается, в частности, загрязнения океана нефтью. Случались крупные разливы нефти, которые часто оказывали катастрофическое влияние на условия жизни в морской среде и окружающую природу, однако лишь в пределах ограниченных районов. В глобальном же масштабе эти катастрофические нефтяные пятна составляли очень незначительный источник загрязнения нефтью всего океана. Было показано, что, помимо локализованных районов таких пятен, сколько-нибудь заметное увеличение концентраций нефти в основном происходит вдоль маршрутов перевозки нефти танкерами и что беспокойство по поводу неблагоприятного влияния нефти на весь океан во многом неоправданно.

Другим поводом для беспокойства является распространение мусора (например, плавающих пластиков) и его влияние на жизнь морских организмов. Хотя количественная информация об этом крайне ограничена, естественно предположить, что с судов и берега в океан попадает огромное количество отходов и они могут наносить раны обитателям морских глубин или приводить к их гибели. Тем не менее вряд ли совокупное действие такого загрязнения представляет угрозу для целых популяций морских организмов, за исключением, может быть, случаев ограниченных районов, где преобладают биологические виды, особо восприимчивые к воздействию тех типов загрязняющих отходов, которые очень распространены в этих районах.

Много беспокойств вызывают частые и охватывающие обширные пространства случаи ухудшения качества морской воды в отдельных регионах. Типичным примером этого является эвтрофикация, связанная с ростом количества питательных веществ, стекающих в прибрежные воды. Особенно остро стоит этот вопрос для наполовину закрытых водных бассейнов, таких, как Балтийское море, где недостаточный проток воды усугубляет последствия изменения потоков питательных веществ. Оценить серьезность этой проблемы вовсе не так просто. Достаточно сказать, что в результате человеческой деятельности поступление в океан азота и фосфора во многих районах постоянно растет. Два таких фактора, как повсеместное использование удобрений в сельском хозяйстве и увеличение плотности населения в прибрежных районах, приводят к росту содержания азота и фосфора в океане. В то же время забор пресной воды для промышленных и бытовых нужд привел к уменьшению поступления кремния в морскую среду в некоторых регионах. Естественно предположить, что увеличение притока питательных веществ при таком их соотношении, какое встречается в естественных условиях, приведет к усиленному росту водорослей. Во многих



Скопление мусора на пляже

районах это может, конечно, оказаться очень полезным в смысле обеспечения морских организмов источником более обильного питания. Однако в тех областях, где процессы водообмена и опрокидывания слоев ограничены, увеличение потребностей в кислороде вследствие гниения дополнительного количества органической материи должно, по-видимому, вызвать определенные трудности. В этих случаях степень изменений, вызванных ростом поступления питательных веществ, можно определить, оценив ассимилирующую способность системы в отношении этих органических продуктов. Таким образом в Балтийском море, имеющем богатую историю развития явлений, связанных с нехваткой кислорода в относительно глубоких зонах застойных вод, растущие потребности в кислороде, вызванные гниением водорослей, увеличат частоту и продолжительность таких явлений.

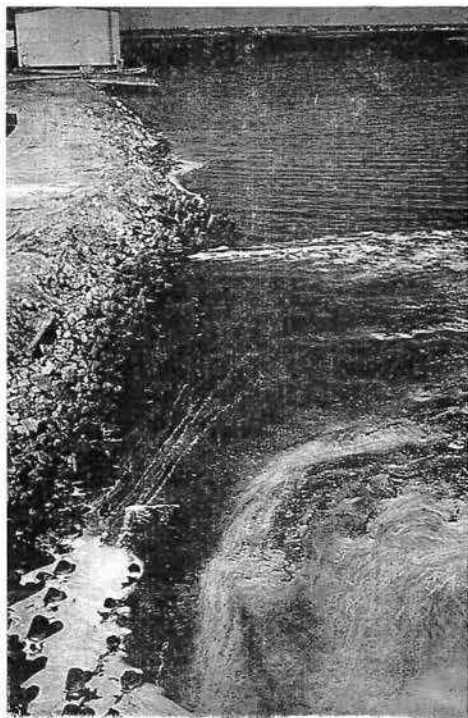
Еще большее беспокойство вызывают изменения соотношений между отдельными видами питательных веществ, попадающих в море. Поскольку поступление силикатов сокращается по сравнению с притоками азота и фосфора, некоторые организмы, существование которых непосредственно зависит от наличия силикатов, могут по понятным причинам оказаться в менее выгодных условиях по сравнению с теми организмами, которые больше зависят от присутствия в воде в достаточных количествах неорганического углерода. Здесь играет также определенную роль и такой фактор, как соотношение между количествами силикатов речного и морского происхождения, присутствующих в таких районах. Изменения соотношения между

азотом и фосфором, нужно полагать, окажет сильное воздействие на простейшие организмы, приведя к смене преобладающих видов таких организмов и образованию вредных форм фитопланктона. Если к этим соображениям добавить свидетельства возможного увеличения частоты появления и размеров областей «цветения» воды в прибрежных зонах, вызванного массовым развитием ядовитых водорослей, и их влияния как на морских животных так и на полезные свойства морепродуктов, то все это вместе начинает представлять собой крупную проблему, вызывающую законное беспокойство. Недавние (1988 г.) случаи цветения *Chrysochromulina polylepis* в Скандинавии и его влияния на промысел лосося, а также неожиданного цветения *Nitzschia pungens* в водах, окружающих острова Принца Эдуарда в Канаде, в 1987 г. и его опустошительного воздействия на промышленное разведение моллюсков — это лишь два убедительных примера событий, которые могут быть связаны с тенденцией к сбрасыванию питательных веществ в морскую среду. Было бы преждевременно полагать, что такого рода эффекты могут оказать сильное воздействие на глобальный океан. Однако концентрация возобновимых рыбных запасов и искусственное культивирование водных организмов в промышленных масштабах в прибрежных зонах означают, что такие явления могут оказать значительное воздействие на экономику.

Наиболее отчетливо и часто заражение и загрязнение вод происходит в узкой прибрежной зоне океана. Виды загрязняющих веществ, которые могут привести к неблагоприятным эффектам, отличаются исключительным

разнообразием. Массовое развитие водорослей вблизи устьев рек говорит о том, что огромное влияние на этот процесс оказывает вынос питательных веществ с близлежащих полей. В связи с этим следует отметить, что часто крупным источником питательных веществ и мусора является сброс в океан сточных вод. Неочищенные сточные воды, сливаемые или сбрасываемые в прибрежных районах, несут угрозу загрязнения пляжей. Кроме того, загрязнение фекалиями не дает возможности эксплуатировать плантации моллюсков в прибрежных районах, что чревато серьезными экономическими последствиями. Это одно из наиболее частых и распространенных явлений, связанных с использованием моря для захоронения антропогенных отходов. Но даже в тех случаях, когда сточные воды подвергаются очистке перед их сбрасыванием в море, стимулирующее воздействие оставшихся питательных веществ может привести к заметным и пагубным последствиям.

Другим важным следствием человеческой деятельности является накопление масс естественных пылевых частиц в прибрежных зонах в результате строительства и проведения инженерных работ. Рост осаждаемой массы может привести к тому, что густой слой осадений закроет продуктивные придонные слои и приведет к снижению их продуктивности и резкому уменьшению разнообразия видов, связанных со всей экосистемой в целом. Увеличение мутности водяного столба не только препятствует проникновению солнечных лучей и тем самым снижает темпы развития первичной биологической продукции, но и нарушает эстетические требования, связанные



Пример загрязнения прибрежных вод

с организацией зон отдыха. Существует целый ряд специфических отраслей промышленного производства, которые вносят заметный вклад в проблемы роста мутности. Наиболее значительными из этих отраслей являются производство целлюлозы и бумаги, а также добыча минеральных ископаемых, включая процессы обогащения руды. Производство бумаги из целлюлозы, получаемой на основе древесной массы, сопряжено с большим количеством отходов. В тропических районах увеличение мутности воды может привести к разрушению коралловых рифов, которые либо служат для привлечения туристов, либо обеспечивают защиту берега.

Имеется множество других проблем, присущих прибрежным районам. Многие из этих проблем связаны с заражением рыб

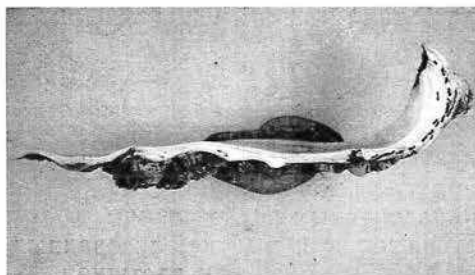
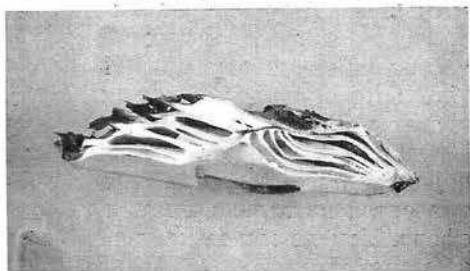


Иллюстрация воздействия трибутилина на устриц

Слева: здоровая устрица. Справа: зараженная устрица

неорганическими или органическими химическими веществами, что приводит к увеличению риска для здоровья людей, потребляющих в пищу морские продукты. В этой связи необходимо принимать во внимание два вида эффектов, вызванных действием химических веществ. К первому виду относятся случаи, когда существует пороговое значение количества накапливаемого химического вещества, после достижения которого это вещество начинает оказывать токсическое действие. Так случается, вообще говоря, с природными химическими веществами, особенно теми из них, которые имеют биологическое происхождение. При низких уровнях содержания такие химические соединения либо оказывают благотворное действие, либо не дают сколько-нибудь заметного эффекта. Однако когда их количество превышает определенный уровень, они могут вызвать токсическую реакцию организма. В отношении таких химических веществ необходимо лишь убедиться в том, что критические уровни, на которые реагируют организмы (например, человек) и есть те самые, при которых возникают неслучайные отрицательные эффекты.

К другому классу токсикологических действий

относятся такие случаи, когда риск наступления неблагоприятного эффекта пропорционален количеству накопленного вещества. Это стохастический режим, поскольку проявляющиеся эффекты носят существенно случайный характер. Здесь также может быть порог, определяющий возникновение эффекта, и соотношение между фазой вещества и реакцией на него может быть нелинейным, но тем не менее повсюду принято считать, правда, в отсутствие надежной токсикологической информации относительно очень низких содержаний вещества, что связь доза—реакция линейно убывает при уменьшении содержания до нуля. Вообще говоря, можно определить характер связи доза — реакция при высоких уровнях содержания вредного вещества в организме, чтобы выявить вид кривой в ее верхней части. Стохастические эффекты проявляются в случаях химических соединений, в частности, органических веществ, которые потенциально могут оказывать неблагоприятное соматическое (например, канцерогенное) или генетическое воздействие на зараженные организмы.

В результате человеческой и индустриальной деятельности в океан попадает множество

загрязняющих его веществ. Одну из таких групп образуют искусственные радионуклиды. Однако почти нет свидетельств о том, что распространение искусственных радионуклидов привело к каким-либо определенным последствиям. Имеются примеры локализованных эффектов, таких, как растущая угроза человеческому здоровью, вызванная радиоактивными отходами атомных электростанций и заводов по переработке топливных материалов. Эти отходы, однако, все учтены, и разрешенные объемы их выбросов ограничены. Во многих отношениях это же справедливо и для определенных примесей металлов в том смысле, что они, без сомнения, загрязняют океан, но существенно вредные эффекты могут проявиться лишь в локализованных прибрежных областях. Наиболее распространенными и серьезными считаются опасные явления двух типов: деградация окружающей среды в прибрежных районах и уничтожение их ресурсов и начинающаяся проявляться более глобальная опасность, вызванная широким распространением некоторых токсичных органических соединений. К первой категории относятся последствия сброса сточных вод и ущерб, причиненный непродуманным развитием и захоронением отходов. Вторая категория включает опасность нанесения ущерба здоровью человека вследствие распространения искусственных органических соединений, особенно галогеносодержащих веществ.

Необходимость научных исследований и наблюдений

Для того чтобы все компоненты окружающей среды были в одинаковой мере защищены, необходимо разработать целостную философию защиты окружающей

среды. Поэтому требования проведения необходимых наблюдений с целью оценки ущерба и опасностей, которые грозят морской среде в современных условиях, и предотвращения новых опасностей относятся не только к морской сфере. Тем не менее наблюдения за морской средой, ее мониторинг и исследования в целом весьма важны для обеспечения знания и подготовленности. В первом случае важно, чтобы мы понимали закономерности поведения веществ, попадающих или имеющих потенциальную возможность попасть в морскую среду. Предотвращение эвтрофикации, замутнения/седиментации в морской среде и эффектов, связанных со сбросом в нее сточных вод, почти полностью зависит от получения адекватных представлений о путях переноса и дальнейшей трансформации питательных веществ, частиц и болезнетворных организмов в прибрежной зоне. Многие обстоятельства сейчас достаточно понятны, чтобы уже можно было разработать правила защиты существующих районов рыболовного промысла и рекреационных зон и предотвратить растущую опасность для здоровья человека вследствие попадания болезнетворных организмов в тела съедобных моллюсков, крабов и других видов морских продуктов. Одной из потенциально существенных проблем, требующих постановки новых исследований, в частности, проведения более широких экспериментальных синоптических работ по изучению взаимозависимостей между физическими и химическими океанографическими характеристиками, избытком питательных веществ и разнообразием видов фитопланктона в прибрежных водах, является эвтрофикация этих

вод. Такие исследования должны прояснить картину триггерного механизма необычайно бурного развития фитопланктона и причин, по которым в определенных организмах начинают вырабатываться токсические вещества. Рассматривая эти исследования как часть программы МОК/ФАО по изучению океана в связи с его живыми ресурсами, МОК считает, что вопрос о постановке исследований и наблюдений в различных районах, где отмечается опасное развитие водорослей, должен решаться путем объединенных, координированных усилий с использованием согласованного общего подхода.

В большинстве случаев при оценке опасности, которую представляют собой химические вещества, обращалось внимание преимущественно на сферу распространения этих веществ в окружающей среде. Сравнительно меньше внимания уделялось потенциальной способности отдельных химических веществ вызывать вредные токсические действия. От веществ, действия которых носят случайный характер (а пороговые значения содержания этих веществ известны), вероятно, можно найти защиту. К сожалению, появляется все больше свидетельств того, что многие химические вещества могут вызывать случайные неблагоприятные эффекты при низких уровнях их содержания, и это обстоятельство делает указанный выше подход неприемлемым. Мы должны найти научно обоснованный способ, который мог бы быть использован также и теми, кто осуществляет руководство и принимает решения с целью определить, окажут ли новые виды химических веществ вредное воздействие при низких уровнях их содержания, если мы хотим иметь возможность

препятствовать самому возникновению проблем, связанных с окружающей средой, а не заниматься их ликвидацией.

По этой причине необходимо гораздо больше внимания, чем до сих пор, уделять оценке токсических свойств новых химических веществ, побочных продуктов промышленного производства и соответственно результатов их разложения. Появляются новые методы оценки вероятных свойств новых химических соединений на основе структурных сравнений с существующими соединениями, свойства которых известны: примером является количественный анализ структуры активных связей. Необходимо более полно использовать эти методы для проверки новых химических соединений, прежде чем они попадут в окружающую среду.

Необходима такая информация о том, что происходит в морской среде, которая (а) позволит нам предсказывать количественное распределение химических веществ и тем самым определять уровни их воздействия на морские организмы и человека; (б) обеспечит основу для установления случаев экологического стресса и аномального развития морских организмов, преимущественно в связи со специфическими причинами (например, из-за загрязнения среды определенными химическими соединениями), (в) даст основу для количественного определения результатов воздействия на экосистему и общество в зависимости от уровня загрязнения среды данным веществом, включая синергетические эффекты и (г) даст нам возможность понять механизм реакции организмов, составляющих фитопланктон

(затрагивающей разнообразие видов, продуктивность и образование токсических веществ), на физические и химические условия окружающей среды.

Нам необходимо больше знать о распределении природных химических соединений в глубинных слоях океана для совершенствования наших представлений и моделей. Одинаково важно иметь более точные представления о потоках химических веществ из рек и атмосферы как в региональном, так и в глобальном масштабах.

Потоки из атмосферы во многих случаях столь же существенны, как и поступления из рек, а подчас и более значительны.

О распространении веществ искусственного происхождения нам известно немного меньше. Наиболее важными из них являются галогеносодержащие органические соединения, но обратить особое внимание следует как на полициклические ароматические углеводороды, так и на металлоорганические соединения. Искусственные радионуклиды имеют слабое отношение к окружающей среде, за исключением областей, примыкающих к источникам наиболее значительных выбросов. Тем не менее эти вещества полезны в качестве трассеров при океанографических и палеоклиматических исследованиях и изучении закономерностей осаждения загрязняющих веществ. Крайне необходимо проводить исследования распределений органических загрязняющих веществ искусственного происхождения, для того чтобы расширить наши представления о том, как переносятся и распределяются эти соединения не только во времени и пространстве, но также и в тканях потребляемых

в пищу продуктов природных экосистем. Необходимо приложить определенные усилия, для того чтобы такого рода исследования проводились широко, в глобальном масштабе, включая экваториальные и полярные области. Нужен также мониторинг изменений во времени взаимодействий между органическими веществами, чтобы определить тенденции к распаду исходных соединений и росту количества продуктов этого распада и метаболитов.

Прибрежные районы должны по-прежнему быть объектом самых интенсивных научных исследований хотя бы в силу их очень большой неоднородности по сравнению с более глубокими областями океанов. Несомненную пользу должно привести широкое использование оценок, основанных на балансе массы, для того чтобы привести собранные данные к согласованному виду и установить существующие значительные пробелы в данных. Подходы, основанные на балансе массы, особенно полезны применительно к полузакрытым окраинным/региональным морским районам и ограниченным областям заливов и устьев рек. С этим связана и необходимость организации более интенсивных исследований физических, химических и биологических процессов в отдельных прибрежных зонах с тем, чтобы создать более надежные основы для моделирования с целью прогноза и последующего анализа результатов.

Капитальные затраты на научные исследования по защите морской среды

Следующие основные категории научных исследований требуют капитальных вложений:

- Оценки химических свойств веществ;

- Оценка потоков химических веществ в океан;
- Исследования процессов, определяющих пути распространения и превращений химических загрязняющих веществ в прибрежных зонах;
- Развитие и применение методов выявления и количественного определения нагрузок и аномалий распределения загрязняющих веществ в морских организмах, экосистемах и сообществах;
- Региональные оценки заражения и загрязнения океана и его прибрежных зон и связанные с ними исследования и работы по мониторингу этих областей.

Необходимо сосредоточить внимание международного сообщества на получении оценок токсических свойств существующих и новых органических соединений, которые уже присутствуют или могут поступать в окружающую среду. Некоторые работы в этом направлении уже были предприняты Организацией экономического сотрудничества и развития (ОЭСР), но еще остается необходимость в создании координированной международной программы. Наиболее подходящим в этом отношении мероприятием была бы организация совместной программы с участием ВОЗ, МАГАТЭ, ФАО, Международного банка, ЮНЕП и МОК.

Одной из областей, наиболее нуждающейся в увеличении капитальных вложений в развитие научных исследований, является измерение и оценка потоков химических веществ в океан за счет стока поверхностных вод и атмосферных выпадений. Наиболее надежные оценки количества

химических веществ, поступающих из атмосферы, были получены благодаря международным научным мероприятиям, начиная с программы SEAREX, субсидированной Национальным фондом США для научных исследований и другими организациями. Последние научные достижения предоставляют потенциальную возможность обеспечить проведение намного более широких глобальных измерений выпадения загрязняющих веществ, что в принципе облегчает возможность широкого многостороннего участия в такого рода измерениях потоков после соответствующего обучения, которое могут проводить те, кто уже имеет опыт работы в этой области. Необходимо организовать международную программу по изучению обмена загрязняющими веществами между атмосферой и океаном, к участию в которой должны быть приглашены все страны, обладающие региональными сетями для сбора и анализа данных, а также обмена данными, представляющими определенный интерес. Агенствами, наиболее подходящими для координации этой деятельности, являются ВМО, ЮНЕП и МОК. Здесь можно сослаться на совместную работу, выполняемую Группой экспертов по научным аспектам загрязнения морей (ГЭНАЗМ), которая состоит из представителей этих агентств, и близкую по направлению работу по программе глобального исследования загрязнения морской среды (ГИЗМС), осуществляемую МОК.

В дополнение к этому следует обратить внимание и на результирующие потоки химических веществ в океан (имея в виду остаточные потоки этих веществ после преобразования речных потоков в результате процессов,

происходящих в устьях рек и прибрежных зонах моря), особенно вредных веществ. Существует целый ряд подходов, которые можно было бы применить для проведения такого рода измерений, и они изложены также в недавних работах ГЭНАЗМ. Наилучшей формой организации глобальной программы, сосредоточенной на изучении результирующих потоков, является объединение совокупности региональных программ для самых разных районов земного шара. Группы лабораторий, участвующих в указанных отдельных программах, должны иметь возможность приобрести необходимые навыки в этой работе и получить помощь от лабораторий или агентств, имеющих опыт проведения такого рода измерений. Это не следует воспринимать, как утверждение, что таким опытом уже обладают все развитые страны. Отнюдь нет. Однако в промышленно развитых регионах существуют богатые потенциальные возможности для развития целенаправленных и хорошо продуманных программ. Такие работы и составление обзоров и оценок, касающихся условий в прибрежных зонах, в идеале должны быть основаны на тех же принципах, что и программа ГИЗМС, которая была разработана с целью получения полезных результатов с помощью основанного на балансе массы подхода к оценке заражения и загрязнения. Поэтому указанные работы могли бы явиться одной из сторон сотрудничества между ЮНЕП и МОК в деле выполнения целей ГИЗМС.

Необходимо упомянуть еще о такой компоненте ГИЗМС, как базисное исследование открытого океана, целью которого является составление массива высококачественных данных о распределениях характеристик

глубокого океана. В рамках этой деятельности в начале 1990 г. во время научной экспедиции на НИС *Метеор* были собраны данные по Южной Атлантике, которые, как ожидается, будут готовы к использованию в начале 1991 г.

Однако большинство наиболее острых проблем, возникающих в связи с защитой морской среды, связано с прибрежными районами, и для исследования именно этих районов необходимы намного более значительные капиталовложения, осуществляемые на многосторонней основе. Было бы разумно разработать междисциплинарную международную программу, целиком посвященную изучению переноса и трансформации химических веществ, загрязняющих морскую среду, в прибрежных зонах. Примером региональной программы такого типа является программа по физической океанографии Восточной части Средиземного моря (ФОВС), которая осуществляется совместно МОК/ЮНЕСКО и началась с физико-океанографических исследований, так как они являются необходимой предпосылкой для изучения и моделирования переносов и потоков. Сейчас ФОВС вступила в свою вторую фазу, которая включает в себя изучение химических и биохимических процессов, результаты которого способны пролить свет на процессы, определяющие трансформацию химических веществ, процессы взаимодействия между ними и сопутствующие явления.

МОК разрабатывает также глобальную программу по физической океанографии и водообмену на континентальном шельфе. Эта программа касается зоны, простирающейся от береговой линии до конца материковой отмели, и ее целью

является улучшение наших знаний путем использования согласованных общих методов и схем, причем существенным элементом программы будет привлечение к этим работам различных лабораторий и установление схемы классификации шельфовых морей. Эта программа послужит также связующим звеном между соответствующими частями ГИЗМС и других программ МОК, например компоненты исследования опасного бурного развития водорослей.

Результаты описанных выше исследований значительно улучшат наши общие представления и прогностические возможности в отношении опасного воздействия на живые организмы и человека химических загрязняющих веществ. Однако мы должны также уметь превратить информацию о предполагаемой опасности в количественные данные о действии химических веществ на организмы, экосистемы и сообщества. Если эти эффекты неблагоприятны, такие вещества, в принципе, являются загрязняющими. Таким образом, в добавление к изучению токсических свойств химических веществ, о чем говорилось ранее, нам необходимы субсидии для проведения исследований еще двух типов. Нам необходимо:

- а) Разрабатывать методы, которые позволят количественно описать нагрузки и аномальные отклонения в морских организмах и связать их с присутствием загрязняющих веществ в окружающей их среде;
- б) Использовать эти методы для оценки сферы действия и распределения нагрузок и болезней морских организмов.

Ясно, что такого рода методы необходимы для оперативной оценки состояния морской среды и обеспечения большего доверия к полученным в результате наших лабораторных измерений оценкам вероятных неблагоприятных воздействий всего многообразия повсеместно распространенных загрязняющих веществ. Группа экспертов по изучению действия загрязняющих веществ (ГЭДЗ — одна из компонент программы МОК ГИЗМС) с 1985 г. активно занималась разработкой, испытанием, сравнением и интерпретацией различных способов и методов измерения биологических эффектов воздействия загрязняющих веществ, проявляющихся на разных уровнях, начиная от клеточного и кончая целым сообществом. Эта работа проводится в форме экспериментальных исследований на рабочих семинарах (Осло, Норвегия, 1986 г.; Бремерхаузен, Германия, 1990 г. в сотрудничестве с Международным советом по освоению морей (МСОМ)), в программу которых входит определение с помощью соответствующих биологических методов градиентов распределения загрязняющих химических веществ и проведение их химического анализа. Наряду с экспериментами ведутся теоретические исследования и сложный многомерный статистический анализ. В рамках этой деятельности совместными усилиями МОК, ФАО и ЮНЕП было организовано также несколько рабочих семинаров для рассмотрения различных способов и методов статистического анализа. Необходимо продолжить работу, ведущуюся МОК через ГИЗМС/ГЭДЗ и сотрудничество МОК/МСОМ в этой области исследований, и предпринять усилия для получения

дополнительной поддержки этих работ. Однако было бы непростительной ошибкой не попытаться дать некоторую более глубокую оценку разносторонней текущей деятельности и используемых подходов, исходя из возможности широкого распространения токсичных загрязняющих веществ. В противоположность тому, насколько хорошо разработаны методы определения аномалий развития и заболеваний морских организмов, здесь имеются недостатки двух видов:

- Во-первых, слабо изучены соотношения между специфическими аномалиями и уровнями загрязнения;
- Во-вторых, мы очень мало знаем о закономерностях распространения болезней и аномалий в развитии морских



Струи выбросов в прибрежной зоне

организмов в условиях незагрязненной природной среды.

Для того чтобы справиться с первым из этих недостатков, можно прибегнуть к экспериментам с длительным накоплением загрязняющих веществ. Во втором случае делу может помочь лишь составление на географической основе базисных обзоров распространения болезней в прибрежных зонах. О необходимости таких обзоров уже неоднократно долгое время говорилось на совещаниях МСОМ, особенно решительно в их защиту выступали эксперты в области патологии и болезней рыб, но пока дело не сдвинулось с мертвой точки. Такое положение необходимо исправить.

Связанным с упомянутыми проблемами научным направлением, требующим больших капиталовложений, является изучение взаимосвязей между физическими и химическими условиями в океане и характером и интенсивностью развития фитопланктона, а также разнообразием его видов, в частности, на континентальных шельфах в умеренных и тропических широтах. Это, по-видимому, является наиболее эффективным способом улучшения наших представлений о механизмах которые приводят к бурному развитию определенных видов и образованию токсичных органических веществ. Открываются также большие возможности по выявлению эффектов и опасных явлений, вызванных увеличенным сбросом питательных веществ в прибрежные воды. В связи с этим можно сослаться на упомянутую выше программу работ МОК.

Региональные оценки должны стать исходным пунктом для

организации региональной деятельности по защите морской среды и быть той основой, на которой должно строиться сотрудничество в области обследования прибрежных зон и научных исследований. И в этом случае можно наладить дружеские отношения между группами лабораторий, ведущими региональные исследования и имеющими опыт работы в этой области, что даст возможность обмениваться рекомендациями и наладить взаимную помощь.

Таким же образом можно обеспечить широкий глобальный охват с помощью агентства ООН или агентств, работающих совместно как центральный координирующий орган. В этой связи следует сослаться на региональную программу ЮНЕП по изучению морей и ее сотрудничество с МОК — замечательный пример существования объединенной региональной программы для Большого Карибского бассейна.

БЕРЕГОВЫЕ ЗОНЫ — ОБЛАСТИ РАЗДЕЛА АТМОСФЕРЫ, СУШИ И ОКЕАНА

*Дж. К. Пернетта **

Введение

Хотя в настоящее время общепризнано, что фундаментальная роль в определении климата планеты Земля принадлежит океану, его значение для человеческого общества и хозяйственной деятельности создается с гораздо меньшей очевидностью. Хорошо известно значение атмосферы с точки зрения погодных и климатических воздействий на сельскохозяйственное производство, но далеко не все сообщества признают свою конечную зависимость от взаимодействия суши, океана и атмосферы, которое имеет место в береговой зоне.

Последние исследования феномена *Эль-Ниньо* ясно указывают на связь между

процессами, развивающимися в океане и атмосфере, и на самые серьезные последствия подобных кратковременных изменений в режиме океана для человечества. В странах Латинской Америки, расположенных на побережье Тихого океана, изменения в уловах рыбы сказываются на структуре экономики, а современный подъем морского уровня оказывает все большее влияние на коммуникации в береговой зоне, сельскохозяйственное производство, развитие и функционирование социальной инфраструктуры. К тому же, изменение течений и температурных условий в морской среде этого района влияют на продуктивность и структуру сообществ коралловых рифов.

* Консультант МОК/ЮНЕП/ВМО по береговым зонам.

Такие кратковременные флюктуации в прибрежных экосистемах позволяют судить о природе и значении долговременных изменений, которые могут происходить в результате изменений глобального климата. Все более очевидными становятся дальние связи между взаимодействиями океана и атмосферы в Тихом океане и сельскохозяйственным производством в Австралии и Юго-Восточной Азии, что подтверждает необходимость глобального подхода в познании дальних связей, отмечающихся во взаимодействиях суши, океана и атмосферы.

Значение береговых зон для человеческого общества

Моря мира занимают площадь, равную примерно одной пятой части площади Мирового океана, если считать от береговой линии до границы особой экономической зоны, и тем не менее наши знания и понимание физических и биологических процессов, характерных для этой области, крайне ограничены. За исключением немногих хорошо изученных регионов, модели физических процессов, свойственных шельфовым морям, весьма примитивны, и мы практически не умеем прогнозировать изменения биологических ресурсов в этих областях, несмотря на их высокую биологическую продуктивность.

На морском побережье, часто в районах эстуариев и дельт, расположены 65 % городов с населением более 2,5 млн человек, причем некоторые из них уже сейчас находятся на уровне или ниже уровня моря. К 2000 г. население мира превысит 6 млрд человек, из них 70 % будут проживать в пределах 60 км от побережья.

Во многих развивающихся странах доля населения, проживающего на морском побережье, вероятно, будет еще больше. Большая часть продуктивных сельскохозяйственных земель, возделываемых в настоящее время, расположена в береговых и низких районах. Поэтому можно ожидать, что в скором будущем противоречия, возникающие в таких регионах из-за различия в требованиях к землепользованию, резко усилятся.

По имеющимся данным, 85—90 % всего мирового улова рыбы добывается в пределах ОЭЗ, в основном не далее девяти километров от берега. Море дает от 5 до 10 % общего мирового производства продовольствия, причем в странах тропической и субтропической зоны рыба обеспечивает значительную долю белков в рационе населения. Согласно последним оценкам ФАО, 60 % нынешнего населения этих стран получает из рыбы от 40 до 100 % животных белков. Общее среднегодовое потребление морских продуктов в развивающихся странах составило за период 1982—1984 гг. примерно 7,7 кг на человека, а в промышленно развитых странах — 25 кг.

Имея большое значение как источник продовольствия и белка и как место поселения человека, береговая зона используется также для рекреации и туризма, является местом произрастания лесов и сосредоточения макультуры, служит для удаления стоков и захоронения отходов, представляет собой область, благоприятную для промышленной деятельности, торговли и транспорта.

Ввиду большой важности и высокой степени освоения береговые зоны нуждаются в улучшенном управлении и

планировании в целях достижения устойчивого экономического развития, а также требуют охраны их ресурсов и защиты от загрязнения в интересах будущих поколений.

Береговые зоны: сложность и взаимодействия

Береговые зоны представляют собой крупнейшие, самые обширные переходные области между биосферными системами на поверхности планеты. Они дают место разнообразнейшим экосистемам с биотой переходного типа между наземной и морской средой и содержат в себе элементы, характерные для двух разных систем (океана и суши), отличаясь вместе с тем рядом уникальных особенностей, больше нигде не встречающихся в пределах комплекса геосферы — биосферы. Благодаря взаимодействию с атмосферой, на этой физической границе в береговых зонах создаются своеобразные экологические условия, которые исключительно динамичны и потому труднопредсказуемы.

В биологическом отношении береговые зоны интересны тем, что здесь имеются виды, постоянно обитающие на суше, и такие организмы, которые часть жизненного цикла проводят в открытом океане. Заболоченные морские побережья являются важными переходными местами обитания для многих мигрирующих видов птиц, а прибрежные воды отличаются наивысшей биологической продуктивностью в Мировом океане, большая часть акватории которого — водный эквивалент пустынь.

Более того, природные процессы и хозяйственная деятельность человека, имеющие место на значительном удалении от берега, могут заметно влиять на масштабы и направление процессов,

отмечающихся в береговой зоне. В результате возведения плотин и зарегулирования стока Миссисипи и Нила изменился баланс наносов и развилась эрозия в дельтах этих рек. Эрозия, вызванная вырубкой леса и горнопромышленной деятельностью, обуславливает повышенное поступление наносов в прибрежные воды и погребение под наносами прибрежных донных сообществ в таких удаленных друг от друга районах, как западные области Канады и Юго-Восточная Азия.

На каком бы расстоянии от берега в глубь суши мы ни поместили границу береговой зоны, почти все процессы, развивающиеся на суше, даже на большом удалении от берега, в конечном счете будут отражаться на условиях в береговой зоне. Однако с практической точки зрения, в качестве одного, хотя и несовершенного варианта границ можно выбрать предел вторжения соленых вод в эстуарии или предел, до которого проследживается влияние солености на растительный покров. Такие внутриматериковые пределы могут отвечать в отдельных районах границе вторжения соленых вод при эпизодических затоплениях побережья от цунами и штормовых нагонов и могут не совпадать с внутриматериковым пределом, где ощутимы воздействия каких-либо физических изменений на берегу.

В случае многих небольших стран (особенно некоторых островных государств в Тихом и Индийском океанах и большей части бассейна Карибского моря) можно считать, что вся область суши находится в пределах береговой зоны, так что особый статус таких государств нужно учитывать в любых планах глобального мониторинга

береговых зон. Изменения в любой части островной системы будут сильно влиять на все другие ее компоненты, включая прибрежные акватории и связанные с ними биологические сообщества.

Определение береговой зоны осложняется еще взаимосвязью между водами суши и океаническими водами, поскольку граница между прибрежными системами и системами открытого океана подвижна и трудно различима. В самом узком смысле за такую границу можно принять линию в море, на которой перестает ощущаться влияние со стороны суши, но такое понимание дела излишне ограничено с точки зрения океанографических процессов, характерных для прибрежной зоны. Во многих районах целесообразнее, из практических соображений, проводить границу береговой зоны по краю материкового шельфа.

Как и в случае процессов, развивающихся на суше и оказывающих влияние на береговую зону, взаимодействие между атмосферой и открытым океаном может сильно сказываться в береговых зонах, о чем свидетельствует распространение зыби от далеких штормов на юге Индийского океана. В 1987 г. из-за этого отмечалось сильное затопление побережья на Мальдивах.

Таким образом, планирование и управление хозяйственной деятельностью в береговой зоне осложняется из-за проблемы определения пространственно-временных пределов, или границ рассматриваемой системы. Различные специалисты и коллективы, занимающиеся изучением береговых процессов и вопросами использования ресурсов, применяют разные определения, зачастую несходные и противоречащие друг другу, что

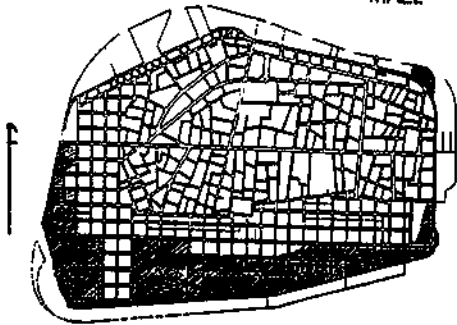
свидетельствует о сложности процессов, упомянутых выше.

Необходимость улучшения планирования и управления в береговых зонах

До недавнего времени проектирование береговых сооружений, населенных пунктов и хозяйственных объектов основывалось на представлении об относительном постоянстве природных условий. Береговое строительство планировалось на основе известных (и считающихся неизменными) уровней моря и вероятностей экстремальных событий. Затраты сводились в баланс с быстрой (в экологическом отношении) прибылью, а природные ценности не принимались в расчет или игнорировались.

Пример такого пренебрежительного подхода являет миру Республика Мальдивы, побережье которой защищают коралловые рифы. Столица республики Мале расположена на маленьком острове из карбонатных песков биологического происхождения, под которыми находится своего рода фундамент в виде кораллового рифа. В связи с высоким спросом на землю площадь острова нарастили вдвое, намывая песок из лагуны на поверхность рифа. В результате под песком были погребены живые кораллы, первоначально защищавшие остров от воздействий Индийского океана.

В 1987 г. зыбь, распространяющаяся на большие расстояния от штормов на юге Индийского океана, вызвала большое наводнение и нанесла ущерб городу, когда волны перекачивались через защитные береговые сооружения и смывали намывной грунт. Если бы исходный риф оставался нетронутым, сообщество живых кораллов



Мале, столица Республики Мальдивы, после освоения прибрежной полосы. Штриховкой показаны масштабы затопления от океанской зыби в 1987 г. Сейчас освоена вся поверхность рифа, который окружен волноотбойными стенками и волноломами

погасило бы энергию волн и остров, вероятно, не пострадал бы от наводнения. После возведения с южной стороны острова волнолома для предотвращения подобных событий выяснилась «стоимость» защиты в виде природного рифа: она составила 8000 ам. долл. на метр длины по фронту рифа. Остров, имеющий сейчас длину 1700 м и ширину 700 м, дает приют постоянному населению численностью 74 000 человек и сейчас не имеет естественной защиты от океана. Будущее острова полностью зависит от строительных решений проблемы защиты против очередных подъемов уровня моря.

Изменения климата и береговая зона

Сейчас принято считать, что планирование устойчивого использования береговых зон и их ресурсов должно вестись с учетом глобальных климатических изменений. В береговых зонах такие изменения будут проявляться и ощущаться сильнее всего уже в силу важности этих районов и интенсивного их использования человеком,

Общепризнано, что в текущем столетии средняя глобальная температура на поверхности повысилась на $0,6 \pm 0,2^\circ\text{C}$. За то же время произошло поддающееся измерению увеличение концентраций парниковых газов, особенно метана и двуокиси углерода, а последние оценки глобального изменения уровня моря показывают, что его подъем происходит со средней скоростью 1,5 мм/год.

Таким образом, по тем или иным причинам экологические условия, считавшиеся стабильными, явно изменяются, и совершенно необходимо, чтобы этот фактор изменения учитывался в планировании устойчивого развития экономики.

Экологические проблемы в береговых зонах

Со времени промышленной революции океан и береговые зоны в северном полушарии используются для захоронения отходов и сброса промышленных стоков. Экспоненциальный рост численности населения (особенно в странах тропической и субтропической зоны) в недавнем прошлом привел к еще большему увеличению нагрузки на береговые зоны, а также на находящиеся в них биологические и минеральные ресурсы. В тот же период времени неправильное землепользование на водосборах и крупномасштабные водохозяйственные проекты полностью изменили баланс потока наносов в береговых зонах, что повлекло за собой уничтожение и деградацию прибрежных местообитаний и экосистем.

Увеличение объема коммунально-бытовых стоков, в том числе неочищенных канализационных стоков, изливающихся в морские воды, рост использования удобрений, а также большие потери

питательных солей в результате выщелачивания и смыва с поверхностным стоком привели к значительным изменениям в содержании биогенов в прибрежных водах, на уровнях первичного и вторичного продуцирования, и, возможно, увеличили повторяемость и интенсивность вредных цветений водорослей, условий заморов и связанных с ними случаев гибели рыбы.

Во многих странах с угрожающей скоростью изменяется береговая линия, вследствие чего в соответствующих районах или по соседству с ними зачастую возникают новые проблемы. В результате строительства в береговой зоне изменяется картина переноса литоральных отложений и волновой режим, а соответствующее изменение эрозионных процессов заставляет осуществлять в некоторых районах дорогостоящие проекты восстановления пляжей. Приходится также прибегать к дорогостоящим программам регулирования стока в случаях угрозы вторжения соленых вод, возникающей вследствие других мероприятий, например выправления русел протоков в эстуарии Миссисипи. Подобные программы требуют огромных капиталовложений, непосильных с точки зрения финансовых возможностей развивающихся стран.

Защита низких побережий путем возведения дамб, польдеров и плотин, хотя и осуществляемая в некоторых развитых странах, например в Нидерландах, и в районах, известных своей исторической или культурной ценностью, например, в Венеции, нереальна в странах типа Бангладеш с годовым доходом 170 ам. долл. на душу населения.

Примерно 80 % территории этой страны составляют пойменные участки дельт, зачастую расположенные на высоте менее 5 м над уровнем моря. Такие участки подвержены повальному затоплению вследствие муссонов в моменты максимального стока Ганга, Брахмапутры и Мегны и выпадения обильных осадков в плохо дренируемых районах, а также затоплению от штормовых нагонов, вызванных циклонами.

В Бангладеш большинство низких приморских пойм заключены в 58 польдерах, огражденных земляными валами по проекту, первоначально предусматривавшему защиту побережья от затопления и увеличение производства риса в период муссонов. Исходные цели проекта были достигнуты, но в результате быстрого заиливания дренажной сети участились случаи дождевых паводков, а затем снизилось сельскохозяйственное производство. Чтобы уберечь эту систему в условиях подъема морского уровня, нужны огромные капиталовложения, непосильные для данной страны. Для увеличения высоты и укрепления дамб, возведения насосных станций, проведения дренажных и связанных с ними инженерных работ в расчете на подъем уровня моря на 1 м потребуются, по скромным оценкам, примерно 700 млн ам. долл. (в ценах 1984 г.).

В развивающихся странах тропической зоны в последние годы усиленными темпами уничтожаются мангровые заросли: население возрастает, и необходимо заготавливать дрова и расчищать площади для марикультуры и сельского хозяйства. Из-за разрушительных методов рыболовства, извлечения кораллов и наносов в качестве строительных материалов, захоронения

всевозможных отходов и поступления наносов с соседних участков суши, осваиваемых строительством, все большая нагрузка ложится на многие коралловые рифы. Соответствующие проблемы характерны не только для развивающихся стран. Строительство на участках прибрежных дюн, осушение заболоченных земель на побережье и спрямление речных русел приводят к большим потерям и необратимым изменениям береговых и прибрежных ареалов также и в развитых странах.

Для прибрежных районов ряда регионов типичны одинаковые проблемы. Они относятся либо к сфере науки, управления и образования, либо связаны с увеличением повторяемости и/или интенсивности таких процессов естественного характера, как эрозия и цветение водорослей. Многие из этих проблем обостряются в результате предсказываемого изменения климата и подъема уровня моря, в том числе:

- Сокращение пригодных для хозяйственной деятельности площадей, сопровождающееся конфликтами между землепользователями;
- Береговая эрозия, усиливающаяся под влиянием строительства на побережье;
- Загрязнение береговой зоны;
- Усиление эвтрофикации и увеличение повторяемости заморных условий, случаев гибели рыбы и цветений водорослей;
- Потеря и деградация прибрежных экосистем;
- Оскудение и уничтожение рыбных ресурсов;

- Наступление моря и наводнения на побережьях.

Все эти проблемы сопряжены:

- С несовершенством баз данных и систем информации о береговой зоне;
- Практическим отсутствием систем управления данными;
- Отсутствием моделей и возможностей прогноза;
- Отсутствием управленческой инфраструктуры для комплексного планирования в береговых зонах.

Исток этих проблем легко представить себе, поскольку океан и его богатства, а особенно ресурсы береговой зоны, рассматривались как ресурс, к которому всем обеспечен свободный доступ. Последние несколько десятилетий ознаменовались огромными техническими достижениями, необычайно расширившими возможности освоения ресурсов океана. Эти достижения способствовали усилению нагрузки на морскую среду. К сожалению, наши системы управления и планирования отставали в своем развитии по сравнению с развитием техники.

Управление ресурсами береговых зон складывается в различных секторах хозяйственной деятельности по-разному, и поэтому национальная политика носит фрагментарный характер, зачастую оторвана от решений, принимаемых в различных секторах. В настоящее время процессы принятия решений остаются фрагментарными и непоследовательными, часто сфокусированы на симптомах, а не на причинах конкретной проблемы.

Поиску всеобъемлющих комплексных подходов, необходимых для управления многоцелевым использованием береговых зон, уделяется мало внимания. Этим осложняется управление береговой зоной и ресурсами в то время, когда глобальные изменения могут подрывать их воспроизводство. Указанные проблемы управления и многочисленность вовлеченных в него учреждений отражают как сложность процессов, характерных для береговых зон, так и многообразие интересов общества, связанных с этой частью комплекса биосферы—геосферы.

Возможные последствия изменения климата для береговых зон

Возможные воздействия изменения климата на физические процессы в различных ареалах (заливах, эстуариях и реках, на прибрежных равнинах и в лагунах) рассматривались в ряде обзоров. В соответствующих исследованиях отмечается разнообразие последствий, которые, вероятно, будут иметь место в береговых зонах, и, что особенно важно, показана бесполезность метода конкретных исследований.

Разумеется, что подъем уровня моря вызовет, например, усиление эрозии и отступление береговой линии, но масштабы этих последствий будут изменяться от места к месту в зависимости от сильно различающихся темпов развития процессов, характерных для конкретного места, в том числе, в зависимости от скорости вертикальных движений суши, нынешних и будущих темпов эрозии на отдельных водосборах, профиля морского дна, рельефа суши на участке побережья, особенностей перемещения наносов вдоль береговой линии в настоящее время и в будущем и от

интенсивности изменения береговой линии под влиянием деятельности человека.

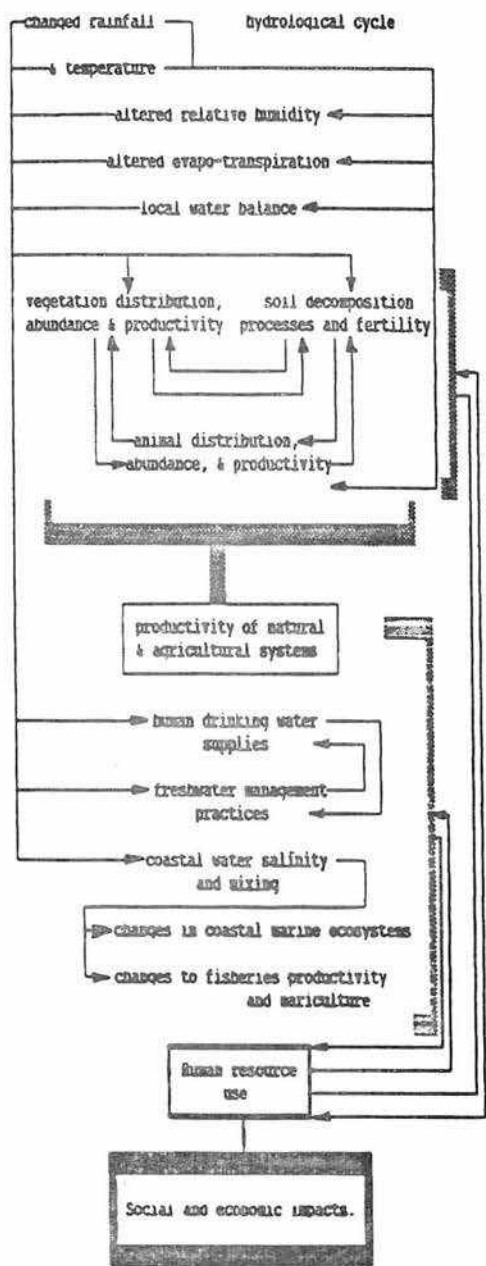
Возможные последствия для биологических систем

Анализ возможных последствий для биологических сообществ береговой зоны приводит к выводу, что некоторые считающиеся доказанными утверждения относительно возможностей приспособления биологических систем к глобальному изменению климата могут оказаться неверными.

Мангровые экосистемы вокруг низких островов и в районах с малым поступлением терригенных наносов могут выдержать подъем уровня со скоростью 8 см за столетие, но вряд ли смогут противостоять подъему уровня со скоростью больше 12 см за столетие. Стратиграфические данные для высоких островов с повышенным поступлением наносов из наземных источников показывают, что мангровые экосистемы способны выдерживать подъем уровня со скоростью до 25 см за столетие. Таким образом, прогнозируемый в настоящее время подъем уровня моря угрожает мангровым экосистемам в окрестностях низких островов.

Геоморфологические и палеоботанические данные свидетельствуют о том, что при быстром подъеме уровня в раннем голоцене обширных мангровых систем не существовало и они стали появляться только после стабилизации уровня в середине голоцена.

В таких же условиях, как мангровые экосистемы при подъеме уровня, находятся сейчас прибрежные соленые болота умеренной зоны в США. По их критическому состоянию можно судить, какие изменения произойдут в болотных ареалах



Некоторые основные социально-экономические последствия изменения режима осадков и температуры

при глобальном изменении климата. В результате относительного повышения уровня моря на один метр площадь залива

Баратария в штате Луизиана увеличилась в прошлом веке на 10—15 % за счет прилегающих заболоченных территорий.

Растительность соленых и пресноводных болот зависит от изменений солёности и уровня воды, и вследствие относительного подъема уровня моря распределение растительных сообществ сдвигается в направлении суши. Однако не все сообщества сдвигаются одинаково в сторону суши, например, если судить по болотной растительности на р. Саваннах, где изменившиеся режимы прилива и солёности имитируют изменения, ожидаемые в условиях повышения уровня моря. Хотя общая протяженность сообщества соленого болота не изменилась и сообщество просто сдвинулось в сторону суши, ассоциация пресноводных растений приливной зоны не перемещалась вверх по реке, и поэтому ее встречаемость сильно уменьшилась.

В целом анализ возможных последствий изменений климата сводится к рассмотрению либо возможных последствий изменения режима температуры и осадков для растительности суши, либо последствий подъема уровня моря в береговой зоне. Лишь в немногих работах детально исследуются возможные последствия изменений климатических переменных для продуктивности и структуры прибрежных морских сообществ и возможные связи между различными совокупностями физических переменных.

Например, повышение температуры воздуха вызовет повышение температуры поверхности моря в береговых районах, что повлияет на развитие и продуктивность различных морских организмов, особенно тех, которые в настоящее время

существуют на пределе их тепловыносливости. Это относится ко многим сообществам коралловых рифов. Часто наблюдающиеся в последние годы случаи обесцвечивания рифов вкупе с известными аномалиями температуры поверхности моря свидетельствуют о том, что повышение температуры поверхностных вод может представлять собой более реальную и непосредственную угрозу развитию и выживанию кораллов в некоторых районах, чем возможные изменения уровня моря.

Наблюдающиеся в восточных районах Тихого океана и в Карибском море изменения популяций хищных организмов, поедающих кораллы, видимо, связаны с изменениями температуры вод и мелкомасштабных особенностей циркуляции, особенно при таких событиях более крупного масштаба, как *Эль-Ниньо*/южная осцилляция. В условиях глобального изменения климата подобные изменения могут получить более широкое распространение и драматически повлиять на состав и развитие рифовых сообществ.

Масштабы возможных изменений, отвечающих сложным взаимодействиям между определенными совокупностями биотических факторов и зависимыми биологическими сообществами, пока недостаточно оценены для отдельно взятых сообществ береговой зоны. Поскольку для каждого участка береговой зоны характерно уникальное сочетание взаимосвязанных физических, биологических и антропогенных факторов и процессов, размеры и характер последствий несомненно будут отличаться от места к месту. Таким образом,

можно предполагать, что интрузия соленых вод повсеместно скажется на природе эстуариев, но значимость интрузий по сравнению с другими изменениями будет, вероятно, полностью определяться местными условиями.

Помимо возможных влияний изменения климата на береговые зоны и связанные с ними экосистемы нужно учитывать нынешнюю нагрузку на них со стороны увеличивающегося населения. Ввиду этого невозможно разделить элементы физических, биологических и антропогенных систем при оценке будущей уязвимости береговой зоны и тех изменений, которые могут произойти. Поэтому при любом мониторинге и оценке предполагаемых изменений необходим интегральный комплексный учет всех источников изменений, так, чтобы физическая, биологическая и социальная уязвимость сочетались в общей оценке критических регионов, географических областей и систем, подлежащих изучению.

Выводы

Из этого краткого обзора можно заключить, что проблемы управления береговыми зонами уже приобрели исключительное значение во многих районах мира и что потенциальные последствия прогнозируемых глобальных изменений будут и разнообразны, и существенны для населения этих районов.

Наши нынешние представления о береговых зонах еще не позволяют четко определить возможные последствия глобальных изменений. Поэтому необходимо создавать улучшенные системы сбора данных, соответствующие модели и системы управления для быстрого обмена такими данными и их использования при проверке модельных прогнозов.

Вследствие разнообразия возможных последствий и характеристик конкретных мест в настоящее время трудно указать районы, страны и биомы наибольшего риска.

Международный союз охраны природы и природных ресурсов создает сейчас систему для глобальной оценки уязвимости береговой зоны. Эта система поможет провести классификацию береговых районов по уязвимости. Одновременно МОК, ВМО и ЮНЕП совместно вырабатывают предложения по глобальной системе мониторинга предсказываемых последствий изменения климата в береговых зонах.

Создание системы оценки уязвимости всех береговых районов и мониторинга всех источников изменения в береговых зонах мира находится за пределами финансовых, технических и кадровых возможностей, которыми мы располагаем в настоящее время для решения этой проблемы. Поэтому глобальный береговой мониторинг предполагается начать в виде серии

экспериментальных проектов для выделенных приоритетных районов.

Совершенно необходима оценка изменений уровня моря на местной и глобальной основе. Сеть ГЛОСС *, принадлежащая МОК, позволит получать данные о глобальных изменениях уровня моря и высококачественные данные о локальных изменениях уровня, которые могут использоваться лицами, ответственными за планирование управления деятельностью в береговых зонах. Мониторинг коралловых рифов и мангров в тропиках нацелен на определение вероятных изменений наземной растительности и мелководных донных сообществ, которые могли бы явиться результатом глобальных изменений климата, а мониторинг планктона в умеренных и субполярных регионах должен быть направлен на решение задачи заблаговременного оповещения об изменениях в сообществе пелагиали. Одновременный мониторинг различных физических переменных и явлений должен обеспечить сведения об изменении условий в шельфовых морях.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВЗАИМОСВЯЗАННЫХ КОМПОНЕНТ ОКЕАНА

ТРЕБОВАНИЯ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ, ОРГАНИЗАЦИЯ, СРЕДСТВА И СИСТЕМЫ ОБСЛУЖИВАНИЯ

*Йоханнес Гуддал ***

Предисловие

Настоящая статья посвящена проблемам организации оперативного прогноза состояния океана, в том числе его физических,

химических и биологических характеристик.

* Система наблюдений глобального уровня морской поверхности.

** Сотрудник Норвежского метеорологического института и председатель рабочей группы ВМО/КММ по техническим проблемам.

Оперативный прогноз состояния океана зависит от «метеорологического фактора»; ему присущи свои внутренние, организационные, научные и материально-технические проблемы и его конечная продукция имеет своих потребителей. Кроме того, вполне вероятно, что как служба нового типа он будет действовать на основе «смешанного финансирования», которое означает ограниченные государственные субсидии в сочетании с коммерческими доходами за счет потребителей конечной продукции.

Введение

Крупные успехи, достигнутые в последние годы в области наблюдений океана и его моделирования, привели к созданию в целом ряде стран центров оперативного мониторинга океана. К уже существующим морским метеорологическим службам мониторинга/прогноза (М/П) добавлены новые и многообещающие компоненты:

- М/П физических характеристик океана, таких, как волны, штормовые нагоны, течения, морские льды, температура и соленость;
- М/П качества воды, в том числе концентраций в ней питательных веществ, тяжелых металлов и т. д.;
- М/П чрезвычайных обстоятельств, представляющих угрозу для живых организмов в морской воде, на поверхности моря или в прилегающих к нему областях —

распространение ядовитых водорослей, нефтяных пятен и т. д.;

- Климатологические прогнозы эволюции океана, предназначенные, в частности, для того, чтобы определить антропогенные воздействия на климат океана.

У всех этих новых направлений работ общим является то обстоятельство, что они в сильной мере зависят от поступления



Ликвидация нефтяного пятна в западной Норвегии: метеорологическая информация оказывает ценную помощь

Фото: Хельга Сунде

вполне определенной метеорологической информации и развиваются в известной мере,

взаимосвязанно. Это означает, что указанные новые службы должны быть организованы так, чтобы они работали в тесной связи с метеорологическими службами, и необходимо, чтобы между самими этими новыми компонентами была установлена четкая и надежная связь.

Таким образом, даже если многие из указанных новых компонент будут в отдельности развиваться на уровне самых высоких стандартов, возникают новые проблемы, связанные с общей организацией и реализацией интегрирования служб М/П океана как целого.

Подход к организационным проблемам

В условиях ограниченности финансовых ресурсов целесообразно установить такую систему, которая охватывала бы как можно более широкий спектр служб и направлений исследований, расположенных в такой последовательности:

- М/П стандартных метеоокеанографических характеристик;
- М/П волн, штормовых нагонов воды, течений и т. д.;
- М/П качества воды;
- М/П случаев возникновения чрезвычайных обстоятельств и т. д.;
- Климатологические прогнозы. Однако до этого необходимо провести обязательные подготовительные работы по анализу

- Требований потребителей, которые теперь уже будут получать не только обычные бюллетени погоды;
- Процедур для установления связи с потребителями и взаимодействия;
- Структурных схем/диаграмм для иллюстрации логических связей и взаимодействия между компонентами организуемой системы служб;
- Моделей внутреннего распределения денежных средств для стимулирования организации новой системы смешанного финансирования.

Потребительский сектор

Изучение требований потребителей является трудной задачей, но она облегчается в условиях координированных запросов со стороны промышленности, а также в странах с хорошо поставленной службой охраны окружающей среды. Нельзя добиться полного признания важности прогностической продукции, не обеспечив поддержку со стороны ведущих народно-хозяйственных секторов и не наладив взаимодействия с ними.

В процессе планирования Норвежской системы наблюдений за состоянием океана (СНО) был опрошен ряд соответствующих групп потребителей, и некоторые из них высказали значительные требования в отношении прогностической информации. Они легли в основу будущей организации прогностической службы, выбора поставляемой ею прогностической продукции и способов взаимодействия с ее потребителями.

Крупные группы потребителей относятся к таким секторам, как разведка/добыча нефти в открытых морях, рыбный промысел, прибрежное рыбоводство, защита окружающей среды и т. д. Ввиду их чувствительности к явлениям, происходящим в океане, возникает целый ряд проблем как на стадии



Ядовитые водоросли представляют собой угрозу для рыбоводческих садков, подобных этому, расположенному в Бергене, Норвегия

Фото: Хельга Сунде

проектирования/планирования, так и в процессе повседневной работы, так что многие компании предприняли самостоятельные шаги с целью мониторинга морской среды. Эти пользователи отличаются от потребителей конечной продукции тем, что они используют системы с добавлением данных, которые позволяют на основе более тонкой обработки обычных данных СНО решать задачи применительно к местным или более специфическим условиям.

Приведенная ниже таблица, которая составлена на основе полученных для Норвегии данных, дает общее представление о потребностях морских организаций. В этой таблице я пытался дать не только современные требования, но и предполагаемые тенденции в отношении содержания прогнозов,

частоты их выдачи, способов их распространения и намерений групп потребителей относительно введения систем с добавлением данных.

Система взаимодействия службы и потребителя

Организация

На рисунке, приведенном на с. 188, показана организационная структура СНО, в которой элемент «основные услуги» означает предоставление обширного банка данных измерений, полученных в режиме реального времени, и полей, рассчитанных по численным моделям. Выдаваемые результаты прогнозов могут:

- Поступать непосредственно к потребителю конечных результатов в качестве основных услуг без какой-либо дополнительной их оплаты этим потребителям;
- Проходить внутри СНО через систему с добавлением данных или их приспособлением для удовлетворения более детальных требований со стороны потребителя с последующей оплатой потребителем этих работ;
- Вводиться в принадлежащие потребителю системы мониторинга/прогноза, в которых происходит еще более тщательное приспособление к нуждам потребителей или же данные СНО смешиваются с другими данными. В этих случаях весьма эффективным был бы обмен данными, поступающими от СНО и полученными в результате специально организованного мониторинга.

Требования морских ведомств — потребителей с указанием типа потребителей, их числа, элементов первой и второй очередности, частоты /разрешения/ срока прогноза, способа распространения

Группа/ категория	Тип потребителя	Количество оперативных подразделений	Элементы первой очереди	Элемент второй очереди	Частота/разрешение по времени/ пространственное разрешение, срок прогноза	Форматы, способы передачи
Управление контроля загрязнения <i>Тенденции</i>	2 —	10 —	Загрязнения, циркуляция, ТПО Биологические условия	Ветер, волны	2/6/10/120 Увеличение срока прогноза	Tfax D—L
Аквакультура <i>Тенденции</i>	1 —	250 300	Температура морской воды, соленость, циркуляция Загрязнение	Ветер, волны Загрязнение воздуха	2/6/1/120	D—L
Управление рыболовства, рыбодоводческие хозяйства <i>Тенденции</i>	2 1	300 —	Ветер, волны, видимость Биология, ТПО, льды	Циркуляция, оледенение	Для открытых морей 2/6/50/120 Для прибрежных зон 4/3/5/48	BC Tfax
Оборона <i>Тенденции</i>	2 —	50 —	Ветер, волны Акустика	Льды, метеорология Загрязнение	2/6/50/120	BC/TX Tfax D—L
Нефтяная промышленность <i>Тенденции</i>	2	100 120	Волны, ветер Льды, айсберги	Общая метеорология; случай одновременного действия ветра/волнения	2/6/25/120	TX Tfax D—L
Судоходство/ порты <i>Тенденции</i>	2 1	500	Ветер, волны Штормовые нагоны	Льды, циркуляция Внутренние волны	Для открытых морей 2/6/50/120 Для внутренних прибрежных зон 4/3/5/48	BC/TX Tfax D—L
Страхование <i>Тенденции</i>	2	x	Ветер, волны Штормовые нагоны	Загрязнение	Не определены	BC D—L

Группа/категория	Тип потребителя	Количество оперативных подразделений	Элементы первой очереди	Элементы второй очереди	Частота/разрешение по времени/пространственное разрешение, срок прогноза	Форматы, способы передачи
Спасательные операции <i>Тенденции</i>	2 —	25 —	Волны, ветер Циркуляция, льды	Туман, температура	2/6/50/48	BC/TX
Научно-исследовательские институты <i>Тенденции</i>	2 —	20 —	Циркуляция, льды Загрязнение/биология	Волны, ветер	2/6/50/120	BC D—L

Примечания. 1. Потребитель 1-го типа — потребитель конечной продукции. 2. Потребитель 2-го типа — в сочетании с системами с добавлением данных. 3. BC — в двоичном коде. 4. D—L по каналам передачи данных. 5. Tfax — по телефаксу. 6. ТПО — температура поверхности океана. 7. TX — по телетайпной связи.

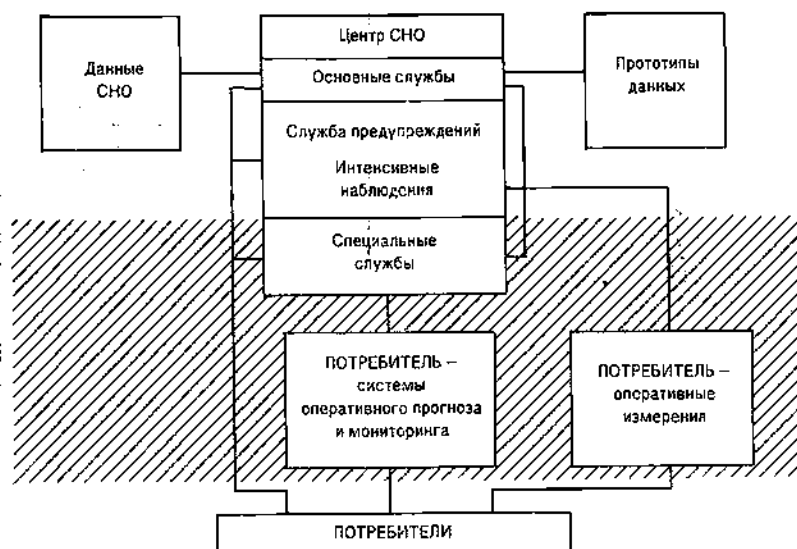


Схема организации системы наблюдений за состоянием океана

Структура и реализация системы

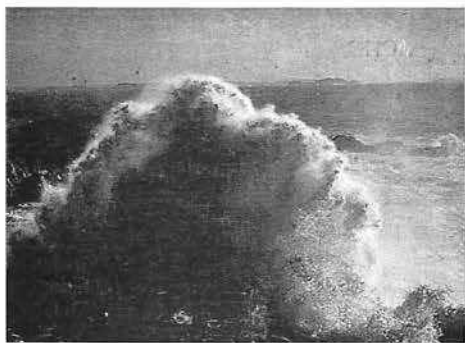
Для того чтобы СНО работала в оперативном режиме, была принята такая ее структура, которая предусматривала включение в нее всех компонент, как уже существующих, так и тех, которые еще предстоит развивать (см. рисунок). Имеются четыре главных «структурных линии»:

- Линия «выстроенных в цепочку» численных моделей — от тех, которые предназначены для моделирования атмосферы и океана, до более общих моделей окружающей среды, включающих биологию и химию морской среды;
- Линия источников поступления данных для разного типа

моделей, включающая сопоставление данных измерений с результатами расчетов, передачу и усвоение данных;

- Линия контроля и управления, включающая возможность вмешательства экспертов через мощные автоматизированные рабочие станции с целью коррекции ошибок, применения вложенных сеток, добавления значений и приспособления к требованиям потребителя; Линия связи с потребителем, гарантирующая получение экономических выгод от использования прогностической продукции, быстрое ее распространение и возможное сотрудничество потребителей.

В процессе реализации СНО мы будем иметь в виду, что линия 1, в частности, предусматривает наличие мощного центрального компьютера и данные численных прогнозов охватывают широкую географическую область, имеют не очень высокое разрешение и рассчитываются на оптимально приемлемый срок прогноза. Линия сбора данных должна рассматриваться как комбинация



Прогнозы таких физических параметров, как океанские волны, являются частью продукции, требуемой конечными потребителями

Фото: Хельга Сунде

традиционных инфраструктур сбора данных, готовых для усвоения компонентами линии 1, и более специализированных данных, которые могут найти применение при решении специальных и локальных задач: такие данные не обязательно должны быть совместимы с моделями линии 1. Скорее, массивы таких специализированных данных найдут свое применение в задачах линии 3, для которых, в частности, предназначены уже упоминавшиеся модели со вложенными сетками.

Производство информационной продукции

*Характеристика продукции,
являющейся результатом М/П океана*

Такой продукцией с точки зрения ее производителя являются:

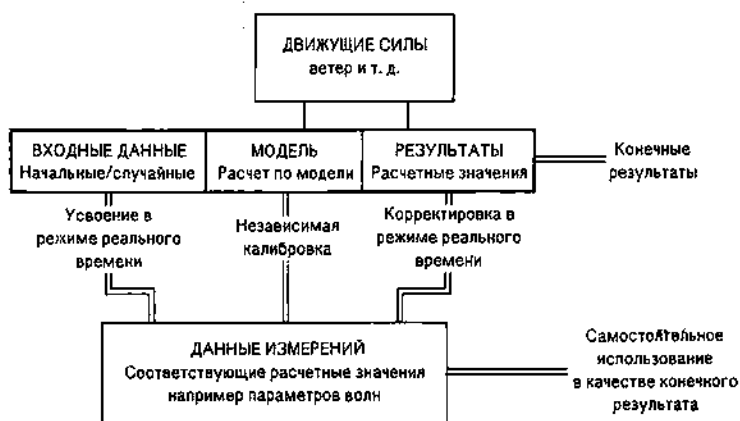
- Краткая сводка и сообщение в прессе,
- Сводка результатов мониторинга и диагностического анализа, или
- Прогноз/предвычисление на срок 0—10 суток, климатологический прогноз физических (волны, штормовые нагоны, течения и т. д.), химических (питательные вещества и тяжелые металлы) и биологических (водоросли) параметров.
С точки зрения потребителя продукцией являются:
- Информационная поддержка при принятии решений и планировании;
- Информация, способствующая обеспечению безопасности и экономичности операций;
- Средство, обеспечивающее решение задач в более широких рамках.

ЛИНИЯ 1 ЦЕПочки ЧИСЛЕННЫХ МОДЕЛЕЙ Суперкомпью- теры, большие районы, умеренное разрешение	МОДЕЛЬ АТМОСФЕРЫ	ВОЛНЫ ШТОРМОВЫЕ НАГОНЫ	ТЕЧЕНИЯ Температура океана Соленость Льды	ДРЕЙФ Нефть Тяжелые металлы Биомасса	МОДЕЛИ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ и ЭКОЛОГИИ
ЛИНИЯ 2 ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДАННЫМИ, ПЕРЕДАЧА ПРОБ, УСВОЕНИЕ, КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА	Данные ГСТ Спутниковые изображения	Буи в откры- том море и радиолокаторы Станции NSKV Геосат	Данные MRI Прототипы приборов Акустические датчики	SFT (SPC) Данные, получаемые от буев Данные авиаразведки	Другие научные дисциплины
NRS (Норвежский центр космических исследований) ERS-1 и др.: Ветер, волны, сценарии					
ЛИНИЯ 3 РАБОЧИЕ СТАНЦИИ КОНТРОЛЬ И УПРАВЛЕНИЕ ДОБАВЛЕНИЕ ДАННЫХ	Коррекция мониторинга Модели со вложенными сетками и приспособление	Мониторинг Повторное введение данных Усвоение данных Модели со вложенными сетками	Мониторинг Повторное введение данных Фильтрация по Калману Модели со вложенными сетками	Мониторинг Вложение сеток Анализ состояния океана Предупреждения	
ЛИНИЯ 4 ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ С ПОТРЕБИТЕЛЯМИ Приспособление к требованиям потре- бителей, распрост- ранение данных, оценка выгод от эксплуатации сис- темы	Население Промышленность	Власти Население Промышленность	Власти Промышленность Исследования	Власти Промышленность Органы надзора Сотрудничество скандинавских стран	Политики Международные организации

Основная структура СНО

- Указанные параметры или само содержание представляемой продукции выражается в виде комбинаций данных измерений и результатов моделирования:
- Данные измерений как самостоятельная продукция;
- Данные моделирования как самостоятельная продукция, т. е. результаты прогнозов;
- Совместное представление результатов моделирования и соответствующих данных измерений;
- Полученные из модели данные, скорректированные посредством использования данных измерений;
- Рассчитанные по модели данные с полным или

Использование в моделях данных измерений



модульным усвоением данных измерений.

Совместное использование моделей и данных измерений

Применение данных измерений совместно с численными моделями может быть проиллюстрировано диаграммой на с. 191. Модель представлена здесь в виде прямоугольника, состоящего из трех главных блоков:

- Блок инициализации, в котором готовятся начальные поля данного параметра;
- Блок моделирования, в котором рассчитываются физические процессы и вводятся поля вынуждающих сил;
- Блок выходных данных, в котором выдаются конечные результаты.

В то время как поля вынуждающих сил, т. е. поля ветра у поверхности океана, необходимые для расчета волн, вводятся только в блок моделирования, данные измерений могут использоваться для различных целей:

- Калибровка/совершенствование блока моделирования,

выполняемые на стадии развития модели;

- Коррекция полей выходных данных модели в режиме реального времени;
- Введение в начальные поля с применением методов объективного анализа.

В модели океана, в которой рассчитываются циркуляция, температура воды и соленость на различных глубинах, член, описывающий поле вынуждающей силы, имеет гораздо более широкий смысл. В такой модели, охватывающей большие пространства, необходимо учитывать климатологические воздействия помимо прямого воздействия ветра, и по этой причине нет адекватных данных измерений для инициализации.

Если мы рассмотрим теперь ситуацию, которая касается интегрированной службы М/П океана как единого целого, то соответствующую процедуру мы можем проиллюстрировать с помощью двух основных структурных линий:

- Цепочка численных моделей (начиная от той, которая описывает атмосферу, далее

через модели волн, штормовых нагонов, течений и т. д. к биологическим и экологическим моделям) соединена таким образом, что поля вынуждающих сил, рассчитанные в одной модели, служат входными данными для следующей модели в направлении слева направо, как показано на диаграмме на с. 190;

Соответствующая цепочка океанографических и биологических данных, в которой массивы данных служат для инициализации или модификации соответствующих им моделей.

Обеспечение качества и добавление данных

В принципе, получение результатов М/П может быть полностью автоматизировано с помощью компьютера. Однако в реальных условиях всегда возникает необходимость в контроле качества.

Вследствие того что различные численные модели, связанные друг с другом в единую цепочку, сложным образом взаимодействуют между собой, а система, обеспечивающая получение для них данных измерений, весьма фрагментарна, положение становится трудным и возникает целый ряд новых источников ошибок.

Поэтому третья линия нашей структурной диаграммы принимает следующий вид:

- **Линия контроля и управления,** дающая возможность:
 - а) выявления сбоев в технологической линии;
 - б) субъективного изменения полей движущих сил;
 - в) изменения разрешения модели в случае необходимости;
 - г) введения фиктивных данных

наблюдений; д) изъятия первоначально введенных данных измерений; е) повторного введения некоторых первоначально отвергнутых данных.

В действующей сейчас системе наблюдений за состоянием океана эта линия реализована в виде мощной рабочей станции, где имеются обширный массив данных измерений и расчетов по моделям, поступающих в режиме реального времени, программное обеспечение для ограниченных повторных просчетов по модели, а также различного типа аппаратура для вмешательства в работу системы.

Приспособление к требованиям потребителей и взаимодействие с ними

Руководитель прогностической организации, находясь в непривычном положении ответственного за смешанную полуправительственную обслуживающую организацию, сталкивается с двумя новыми крупными проблемами:

- Установление и поддержание коммерческих связей, необходимых для функционирования в его организации «линии 4», которая, кроме того, приносит «свободные деньги» всей его организации;
- Перераспределение коммерческих доходов от обращенной к потребителю части этой обслуживающей организации «назад» в саму организацию таким образом, чтобы стимулировать работу значительной части этой организации без траты, как того следует ожидать, основного фонда государственного финансирования,

С точки зрения связи с потребителями, руководителям службы придется действовать больше как профессиональным экспертам по маркетингу, что во многих случаях оказывается не по силам руководителю, пришедшему из научных кругов или обычной общей оперативной службы. Поэтому в какой-то степени будет необходима помощь специалистов по коммерческим операциям. Однако в свете опыта последних лет некоторые действия могут быть предприняты даже непрофессионалами:

- Более широкое использование сложившихся связей с потребителями в рамках традиционных некоммерческих служб для определения потенциальных сфер действия будущих расширенных служб;
- Выявление промышленных объединений, особо чувствительных к явлениям в океане, и установление связи с этими объединениями;
- Организация семинаров для потребителей с докладами о совершенной и потенциально возможной продукции, о таких вкладах в маркетинг, как заключение предварительных соглашений, выпуск бесплатной продукции и т. д.

Такого рода деятельность не обязательно требует привлечения специалистов по маркетингу, но она все же будет чрезвычайно обременительна для персонала и потребует исключительно больших расходов ресурсов до того, как будут установлены более постоянные связи.

Свойства смешанных систем обслуживания

Очевидно, многие страны признают следующий сценарий, описывающий

развитие прогностических организаций:

- Переход от самостоятельных метеорологических и гидрологических служб, финансируемых и контролируемых государством, к смешанной организации, для которой ограниченные основные фонды представляются правительством, а функционально-направленное финансирование производится за счет реальных потребителей. Потребительский фонд может быть организован непосредственно из средств, поступающих от отдельных потребителей или их групп, а также путем встречного финансирования, т. е. за счет средств, поступающих от агентств по охране окружающей среды.

Эта новая ситуация предполагает более высокую степень автономии указанной организации, возможность изменения ее структуры и приоритетов в развитии ее служб, а также сотрудничества с другими организациями, как государственными, так и частными. Далее на каждую такую организацию в новой ситуации возлагается растущее количество обязательств. Чем больше задач решается средствами службы, тем ближе она к рынку и потребителям.

Этот новый сценарий предполагает также использование в большей мере общепризнанной модели обратного распределения доходов. Имеется национальный аспект этой проблемы, но существует и международный аспект, который, вероятно, обуславливает намного больше трудностей. В пределах отдельных страны количество поступивших

денег является, конечно, функцией оцененной конечным потребителем прибыли, полученной в результате использования прогностической продукции. Оно определяется также действующим национальным законодательством и законами рынка. Это значит, что структура денежных поступлений не может быть определена *a priori*, но устанавливается лишь после некоторого периода приспособления.

Принципы построения национальной модели потока денежных средств должны быть извлечены из общей структуры прогностической организации, состоящей из четырех основных структурных линий. Так как СНО дает нам возможность построить «нечто новое», мы используем модель потока денежных средств, сочетающуюся с этой общей структурой. Иначе говоря, этот поток денежных средств обеспечит не только создание видимых для потребителя и обращенных к нему служб, но также введение более фундаментальных компонент национальной инфраструктуры, как, например, мощный центральный компьютер, системы передачи данных, подготовки персонала и т. д.

Что касается схемы организации СНО, то ее обращенные к потребителю службы делятся на основные службы, оказывающие потребителю бесплатные услуги, и специальные службы, которые в свою очередь делятся:

- На полностью оплачиваемые службы, когда рассчитывается стоимость всех работ по включению дополнительных данных и эти расходы включаются в счет, предъявляемый потребителю. Возможны исключения в случаях, когда дело касается

предоставления услуг «в пробном порядке»;

- Взаимные услуги, когда потребитель фактически сам участвует в подготовке нужной ему продукции, предоставляя для этого собственные системы измерений и т. д., и в этом случае было бы несправедливо требовать от него полной оплаты всех затрат.

В более специфичной модели потоков денежных средств наивысший приоритет будет по-прежнему отдан обращенной к потребителю части системы, иллюстрируемой линиями 3 и 4 нашей структурной схемы. Как показали исследования, коммерческие потребители дают высокую оценку специализированным видам услуг, при которых можно вступать в непосредственные контакты с экспертами. По их мнению, ответственность за поддержание и совершенствование инфраструктурных частей организации должна быть возложена на генеральных управляющих и правительственные департаменты, финансирующие организацию. В целом это не очень распространенный случай, и всегда будет существовать результирующий поток денежных средств от обращенной к потребителю внешней части системы к инфраструктуре.

В заключение мы коснемся вкратце международных аспектов. Вероятно, новая смешанная организация служб вызовет интерес в органах, содействующих международному сотрудничеству. Растущая коммерциализация уже привела к развитию конкуренции между различными национальными метеорологическими центрами стран—Членов ВМО и другими международными организациями.

Этот процесс происходит параллельно с объединением компьютерных ресурсов в международном масштабе. В этих условиях важно отдавать себе отчет в том, что всеобъемлющая система наблюдений должна обеспечивать получение максимальной пользы на национальном уровне.

Коммерциализация оперативной метеорологии и океанографии должна, вероятно, стимулировать и улучшать работы прогностических служб. Но для того чтобы поддержать неуклонное

стремление каждой из стран к совместной работе в ВМО и других международных организациях, всякое расширение коммерциализации должно происходить в рамках международных конвенций и регламентов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

The Norwegian Ministry of Industry, April 1989: HOV: *an Ocean Environmental Monitoring and Forecasting System for the Protection of Life, Environment and Resources*. NSC Report 89, 4, Oslo, Norway.

ВОЗДЕЙСТВИЕ АТМОСФЕРЫ НА УРОВЕНЬ МОРЯ

Дэвид Пуг *

Введение

Жить возле моря всегда было опасно. При сильном наводнении в 1218 г. в Нидерландах погибло 100 000 человек, а еще раньше, должно быть, случались и многие другие незарегистрированные наводнения. Очевидные выгоды возделывания плодородных низменностей на побережье сопряжены с опасностью случайных сильных затоплений вследствие высоких приливов, усиливающихся при экстремальных погодных условиях.

Из недавних событий самым катастрофическим было затопление прибрежных островов в Бангладеш в ноябре 1970 г. При прохождении циклона в Бенгальском заливе произошел подъем уровня моря на 9 м выше ординара, в результате чего погибли сотни тысяч людей.

Физическая сторона явления такова, что под воздействием

атмосферы на море его уровень может изменяться двояким способом. Давление воздуха действует по вертикали, а сила напряжения ветра — по горизонтали. Для численного моделирования и предсказания реакции моря нужно знать эти силы. Статистические оценки повторяемости наводнений, необходимые для проектирования защитных сооружений, получают по длительным рядам наблюдений. В соответствующих проектах нужно учитывать также возможное повышение уровня моря из-за местных и глобальных проявлений парникового эффекта. В настоящей статье вкратце рассматриваются эти аспекты проблемы.

* Институт океанографических наук, Лаборатория Дикона, Уормли, Соединенное Королевство.

Физическое воздействие атмосферы

Во многих случаях достаточно рассматривать усредненные по глубине реакции моря. Определенные недостатки такого подхода мы обсудим ниже.

Вначале рассмотрим такую реакцию океана, когда атмосферное давление достигло постоянства и нет течений. На любой горизонтальной поверхности в толще океана должно отмечаться одинаковое суммарное давление от объединенных воздействий атмосферного давления на поверхности моря и давления столба воды.

Принимая, что плотность морской воды равна $1026 \text{ кг} \cdot \text{м}^{-3}$, а ускорение свободного падения $9,80 \text{ м} \cdot \text{с}^{-2}$, получим

$$\Delta \zeta = -0,993 \Delta P_d,$$

где $\Delta \zeta$ выражено в сантиметрах, а ΔP_d — в гектопаскалях. Возрастание атмосферного давления на один гектопаскаль вызовет понижение уровня моря на один сантиметр.

Такая реакция морского уровня на изменения атмосферного давления называется обратным барометрическим эффектом. В чистом виде этот эффект отмечается редко, прежде всего вследствие динамической реакции неглубокого слоя воды, покрывающего материковый шельф, на смещения поля атмосферного давления. Если возмущение в поле давления перемещается со скоростью длиной волны на воде, реакция усиливается. Кроме того, различить эффекты от возмущений атмосферного давления зачастую невозможно, поскольку они сочетаются с эффектами напряжения ветра. Один из самых ранних массивов данных наблюдений за уровнем моря в Арктике (начатых Джеймсом

Кларком Россом, который во время поисков пропавшей экспедиции Франклина провел зиму 1848—1849 гг. в Канадской Арктике) показывает, что реакция уровня очень близка к теоретическому статичному случаю при наличии ледового покрова на море. В условиях Арктики ледяной покров изолирует море от напряжения ветра.

Зависимость между скоростью ветра и напряжением ветра на поверхности моря обманчиво простая. Анализ размерностей показывает, что

$$\text{напряжение ветра} = C_D \cdot (\text{плотность воздуха}) \cdot (\text{скорость ветра})^2.$$

Однако коэффициент трения C_D не постоянен и зависит от шероховатости поверхности, разницы температур воды и воздуха и от самой скорости ветра. Если ветер измеряется на уровне 10 м и нет разницы температур, то значения C_D при скорости ветра 10; 20 и $40 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ равны соответственно 0,0016; 0,0020 и 0,0031.

Теоретически напряжение ветра на поверхности моря может уравниваться градиентом поверхности, в простейшем случае

$$\text{градиент} = \text{напряжение ветра} / [(\text{плотность воды}) \cdot g \cdot (\text{глубина воды})],$$

где g — ускорение свободного падения. Градиент обратно пропорционален глубине воды. При сильном ветре (9 баллов по шкале Бофорта, или $22 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$) с разгоном 200 км над слоем воды глубиной 30 м (примерные значения для южной части Северного моря) подъем уровня составил бы 0,85 м. При скорости ветра $30 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$ подъем составит 1,60 м.

Указанный баланс приблизительно достигается только в мелких озерах с постоянной глубиной. В открытом море время,

за которое уклоны поверхности достигают постоянства, обычно продолжительнее времени действия устойчивого ветра. Большое значение имеют также естественные реакции на местные волны. Особенно существенно изменение глубины: если на мелководье градиент уравнивает напряжение ветра, то на глубокой воде он будет слишком велик, и вода потечет вспять, навстречу ветру. Возникшее течение будет меняться в зависимости от глубины места.

Моделирование

Грубые формулы мало пригодны для прогноза нагонов, порождаемых штормами. Они лишь приблизительно указывают на потенциально опасные состояния погоды, тогда как волнение имеет сложный, явно нелинейный характер, особенно в экстремальных условиях. В силу сложности реальных откликов моря на динамику давления и действия ветра приходится прибегать к численным моделям.

В этих моделях могут учитываться динамические воздействия в реальном времени и изменения уровня моря в прибрежных зонах, сложная конфигурация береговой линии и дна, а также взаимодействия между приливами и нагонами. Модели реакции моря уже на протяжении ряда лет используются в качестве основы систем оповещения о наводнениях, но, чтобы прогнозы стали совершенно надежными, предстоит решить ряд проблем научного плана, а также относящихся к сфере наблюдений. Важность точных оповещений о наводнениях очевидна, они должны выпускаться только в случае серьезных событий.

Многочисленные промахи и отмены оповещений снижают доверие населения к прогнозам, приводят к тому, что люди начинают игнорировать достоверные оповещения. Однако промедление, задержка оповещений до того момента, когда затопление становится неизбежным, чревато более серьезными последствиями. Ниже мы упомянем о некоторых исследованиях, проводимых в настоящее время с целью повышения надежности оповещений о наводнениях. Но прежде обобщим сведения о штормах и наводнениях, обрушивающихся на побережья в разных районах мира.

Региональные примеры штормовых нагонов

Полезно рассмотреть ряд примеров для хорошо изученных районов, чтобы выяснить, какие физические факторы и взаимодействия приводят к большим нагонам. Из-за незначительных различий в погодных условиях и развитии прилива ни один штормовой нагон не похож на другие.

В силу различия их характеристик тропические штормы и внетропические циклоны действуют на побережья совершенно по-разному, что нашло отражение и в терминологии: различают *тропические* и *внетропические нагоны*.

Тропические штормы обычно захватывают небольшую площадь и очень интенсивны. Они зарождаются в океане и затем обычно перемещаются на запад до момента выхода на побережье. Здесь на ограниченном участке, иногда в несколько десятков километров, они могут вызывать исключительно большой подъем уровня. Вследствие «компактности» таких штормов маловероятно, что максимум уровня будет отмечен поблизости от какого-либо самописца уровня в нормально

распределенной сети. Если такое и случится, то, скорее всего, самописец окажется под водой. Но когда тропический шторм движется параллельно берегу, его действие может сказываться на значительном участке побережья.

Внетропические циклоны занимают площадь в несколько сотен километров вокруг центральной области низкого атмосферного давления и обычно движутся сравнительно медленно к востоку. Они воздействуют на обширные участки побережья и могут не ослабевать по нескольку дней. Вследствие более малой скорости движения внетропических циклонов и их больших размеров по сравнению с тропическими штормами максимальные подъемы уровня могут фиксироваться несколькими самописцами. Атмосферное давление и ветер могут давать равнозначимые эффекты, тогда как в случае тропических штормов доминирующее значение имеет напряжение ветра. Обширность размеров и большая продолжительность внетропических циклонов означают повышение значимости эффектов вращения Земли для динамической реакции океана — режима волнения; это касается также естественных резонансных периодов волн и самих бассейнов.

Побережья Индии и Бангладеш в Бенгальском заливе очень уязвимы для сильных наводнений, вызываемых тропическими циклонами. Обычно эти циклоны возникают в южных районах залива или в Андаманском море, откуда движутся на запад, а затем отклоняются к северу и северо-востоку. Вызванный ураганом резонанс может быть очень значительным над узким шельфом, окружающим этот залив с обычными океанскими глубинами. За наводнением, отмечавшимся

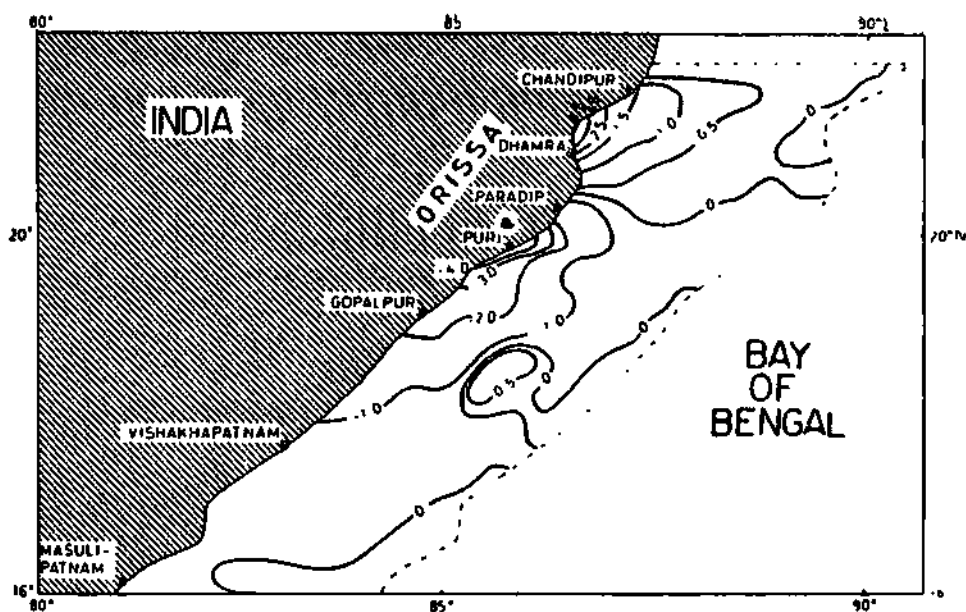


Балангкаян, восточный Самар, Филиппины, 1988 г. — Опустошения, вызванные штормовым нагоном при прохождении тайфуна 8819 Йонинг; перевернуты даже бетонные тумбы

в ноябре 1970 г. в Бангладеш, в июне 1982 г. последовал штормовой нагон высотой 4,5 м, который обрушился на побережье штата Орисса в Индии (см. рисунок).

Внешнее побережье Японии имеет очень узкий континентальный шельф, и в отдельных заливах тайфуны дают особенно ощутимый эффект. Влияние ветра здесь сказывается меньше по сравнению с влиянием изменения атмосферного давления. В сентябре 1959 г. тайфун *Вера* вызвал максимальный нагон 3,6 м в Нагое на южном побережье о. Хонсю. Резонанс на естественном периоде какого-либо залива может порождать сейши, продолжающиеся по нескольку часов.

Уязвимы также низкие побережья на юге Северного моря. Северное море открыто на севере в сторону Атлантики. Нагоны вызываются ветрами, действующими на шельфе к северу и северо-западу от Шотландии. Войдя в Северное море, эти возмущения под влиянием вращения Земли направляются в виде волн вдоль побережья и, приближаясь к узкостям на юге моря, вступают на мелкую воду. Местные ветры могут усиливать нагон.



Изолинии подъема уровня в береговых районах Индии — Ориссе и северной части Андхра-Прадеш при прохождении циклона 3 июня 1982 г. Уровни нагона определялись по численной модели для момента времени 30 мин после выхода циклона на сушу в 17 км севернее о. Парадип

Источник: Б. Джонс

Желательно иметь систему оповещений, которая моделирует и прослеживает распространение нагона, оставляя время на защитные мероприятия. Такая система была создана после сильных наводнений, случившихся в феврале 1953 г. в Англии и Нидерландах. Уязвимость этих районов возрастает из-за постепенного опускания побережий, обусловленного геологическими процессами. Заградительная дамба на Темзе и защитные сооружения в дельте возводились в расчете на это постепенное повышение среднего уровня моря. Нагоны на западном побережье Великобритании обычно менее продолжительны и их труднее предсказывать.

Вдоль восточного побережья США внетропические циклоны представляют опасность к северу от мыса Гаттерас, а к югу от него основную угрозу создают

тропические штормы. Вдоль дуги побережья Мексиканского залива и на участке Атлантического побережья от Флориды до мыса Гаттерас наибольшую опасность наводнений создают ураганы, возникающие в тропической зоне Атлантики, откуда они движутся на запад, пока не достигнут Вест-Индии. Здесь многие циклоны поворачивают на север к берегам США. Хотя ураганы можно проследить в течение многих дней, прежде чем они обрушатся на сушу, время и место их выхода на берег и размеры наводнения предсказать трудно. Дальше к северу преобладают нагоны от внетропических циклонов. Ветры здесь менее сильные, но действуют они на более обширной площади и более длительны. Отмечается тесная зависимость между направленными вдоль побережья ветрами и уровнем моря у берега: ветры, дующие с востока,

вызывают высокий подъем уровня, а ветры, дующие с запада, создают меньший подъем в соответствии с приспособлением переносов к вращению Земли.

Проектные статистические данные

Оповещения о затоплении побережья, связанные с моделированием, — это одна форма защиты. Другая заключается в возведении защитных сооружений типа дамб и валов, рассчитанных на определенные уровни воды. Уровни определяются на основе анализа предшествовавших наводнений или имитации на моделях.

Один из методов расчета опасности наводнений основан на табличных выборках за год экстремальных значений уровня, которые нормируют, наносят на график и экстраполируют, чтобы получить вероятности. В тех случаях, когда в изменения уровня большой вклад вносят приливы, полезно разделять изменения, вызванные приливами и погодными условиями, и вычислять вероятности тех и других значений отдельно. Затем, используя принцип вероятности одновременных событий, вычисляют комбинации, которые дают экстремальный общий уровень. Применять этот метод нужно с предосторожностями, поскольку приливы и нагоны могут взаимодействовать, но при правильном использовании метод дает для коротких рядов данных более устойчивые и надежные статистические характеристики. Результаты могут улучшаться по той причине, что используются все данные, а не отдельные значения за каждый год.

Уровень, который достигается в некоторый год с вероятностью 0,01, называют часто уровнем со 100-летней повторяемостью. Это

полезная характеристика, хотя ее получают в неверном предположении, что статистические показатели изменчивости уровня моря будут оставаться на протяжении 100 лет такими же, как в период наблюдений.

Для побережий, подвергающихся действию тропических штормов, получить проектные статистические характеристики труднее ввиду сильной локализации эффектов, как правило, не позволяющей с помощью отдельного самописца собрать достаточно репрезентативный ряд наблюдений. Можно пойти по такому пути: сочетать численную модель, которая описывает реакцию шельфа при определенном давлении в центре, размерах и пути циклона, с детальной моделью конкретного залива или эстуария. Модель просчитывается для нескольких штормов. Затем результаты этих искусственных «наблюдений» анализируются и вычисляются вероятности экстремальных нагонов. Результаты часто суммируют с предсказываемыми уровнями высоких приливов, чтобы определить вероятности экстремальных суммарных уровней.

Направления дальнейших исследований

Надежные прогнозы наводнений необходимы для выпуска оповещений и для проектных целей. В настоящее время наши возможности много лучше, чем это было всего 20 лет назад: компьютеры и улучшенные наблюдения обеспечили ряд важных достижений на пути прогноза. Однако прогнозы еще предстоит улучшать и улучшать, причем многие неопределенности связаны с возможными изменениями климата.

Наблюдения имеют ключевое значение для надежных прогнозов и получения точных статистических характеристик, но зачастую они велись несистематически и нерегулярно. Для определения глобальных изменений, например среднего уровня моря, необходимы глобальные измерения. Созданная Межправительственной океанографической комиссией сеть наблюдений за глобальным уровнем моря (GLOSS) представляет структуру, в рамках которой государства могут теперь проводить измерения и обмениваться данными и опытом.

В районах, где существует угроза наводнений, важно проводить местные измерения уровня. Они позволяют детализировать картину нагонов и изменений уровня и интерпретировать ее в глобальном контексте. Длительные наблюдения обходятся дорого, но без них не обойтись, если к задаче оповещения о наводнениях подходить серьезно.

Численное моделирование нагонов дает основу для анализа данных и прогнозов. Несмотря на большие успехи, достигнутые с помощью используемых сейчас двумерных моделей, они нуждаются в дальнейшем существенном улучшении. Лишь после этого можно будет ответить на вопрос, какой надежностью и строгостью, в конечном счете, могут обладать прогностические системы.

Первое оперативное назначение численной модели — «копировать» природу, опираясь на основные законы физики и используя эмпирические соотношения для коэффициентов вихревой вязкости и поверхностного трения. Дальнейший прогресс связан с более глубоким познанием физики явлений и разработкой моделей взаимодействия атмосферы,

волнения и нагонов. Такие модели будут более точными при любых условиях, а также внутренне непротиворечивыми с точки зрения баланса энергии и количества движения.

Количество движения передается морю ветром при участии волнения, сгонно-нагонных течений и изменений уровня. С появлением поля волнения шероховатость поверхности, определяющая этот перенос, увеличивается. Отчасти из-за этого изменяются значения коэффициента трения C_D . Пока волновое поле не получит полного развития, существует нестационарный элемент в шероховатости. Высокочастотные ветровые волны развиваются быстрее, чем низкочастотные. Необходимо учитывать действие волн обоих типов и зыби от удаленных штормов. Включение волнения в модели нагона показало, что средний максимум напряжения ветра на поверхности моря при этом увеличивается.

Когда волнение учтено в моделях, извлечение энергии из нагонных течений донным трением становится значительно эффективнее. Это происходит потому, что волновая турбулентность суммируется с турбулентностью, порождаемой течением. Если глубина составляет меньше половины длины волны, эффекты могут быть очень существенными. Наоборот, нагонные течения могут влиять на развитие поля волнения и рефракцию волн на мелкой воде. Для затопления побережья важны прибрежные эффекты мелкой воды, знание которых необходимо и для прогноза суммарного нагона и волнения.

В прибрежных районах необходима достаточно высокая разрешающая способность модели, позволяющая учесть местную

батиметрию. Для этого требуется использовать самые мощные компьютеры, особенно если модель должна разрешать также изменения глубины из-за перемещения воды. Оптимальные методы описания полных трехмерных потоков пока еще только разрабатываются.

Другой аспект нелинейной физики на мелкой воде состоит во взаимодействии между приливными изменениями уровня и нагонами. Когда те и другие включены в модель, балансы энергии и количества движения становятся совершенно иными. Приливы нужно задавать на границах модели, прежде чем взаимодействие сотрет различия между приливом и нагоном. С точки зрения совместной вероятности, это взаимодействие является осложняющим фактором, и необходимо дальнейшее изучение методов, подходящих для статистического анализа.

Наконец, все модели атмосферных влияний на море ограничены точностью входных метеорологических данных. Можно было бы значительно улучшить прогноз условий над морем и, в частности, условий, преобладающих вблизи метеорологических фронтов. Используемые сейчас метеорологические модели имеют разрешение на сетке, совершенно недостаточное для описания этих условий и, вероятно, потребуется создать какой-то альтернативный метод.

Сейчас быстро улучшаются компьютерная графика и методы представления данных. Их применение для представления и анализа прогнозов явится ключевым фактором в повышении надежности модельных прогнозов и доверия к ним.

Изменения климата

Глобальное потепление, связанное с парниковым эффектом, может изменить вероятность наводнений в береговой зоне. Одним из последствий может стать повышение уровня моря в результате таяния льдов суши и теплового расширения океанских вод. За последние 100 лет уровень моря повсеместно поднялся примерно на 0,15 м, но известны значительные местные различия, связанные с движениями земной коры. Например, Скандинавия и Аляска продолжают подниматься со скоростью в несколько десятков сантиметров за столетие, приспособившись к уменьшению ледовой нагрузки в конце последнего оледенения, отмечавшегося примерно 10 000 лет назад. В следующие 100 лет предсказывают подъем уровня, возможно, на 0,6 м. Уровни с годовой обеспеченностью 0,01 будут достигаться с гораздо большей вероятностью: она возрастет до 0,04 и даже 0,10, но в каждом месте будет зависеть от характера нагонов и приливов.

Если предстоящие изменения климата повлияют также на частоту, интенсивность и распределение штормов, то любые прогнозы, основанные на суммировании средних изменений уровня с нынешними статистическими значениями, будут неверны. В настоящее время с этим связана наибольшая неопределенность прогнозов. Статистические характеристики наводнений на побережьях зависят от изменений экстремумов статистических распределений, а не только от изменений среднего уровня.

На побережьях, уязвимых для морских наводнений, расположены многие крупные города мира. Их безопасность в будущем зависит

от совместных усилий метеорологов и океанографов, которым предстоит проделать большую работу.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Davies, A. M. (Ed.), 1990: *Modelling Marine Systems*. CRC Press, Florida, USA. (Two volumes).

El-Sabbh, M. I. and T. S. Murty (Eds.), 1988: *Natural and Man-made Hazards*. D. Reidel, Dordrecht.

Proctor, R. and R. A. Flather, 1989: *Storm-surge Prediction in the Bristol Channel — the Floods of 13 December 1981*. Continental Shelf Research, 9. 889—918.

Pugh, D. T., 1987: *Tides, Surges and Mean sea-level*. John Wiley, Chichester, 472 pp.

ВТОРАЯ ВСЕМИРНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ПО КЛИМАТУ

ЖЕНЕВА, ОКТЯБРЬ—НОЯБРЬ, 1990 г.

Г. Л. Фергюсон *

Вторая Всемирная конференция по климату (ВВКК) проводилась 29 октября — 7 ноября 1990 г. в Международном конференц-центре в Женеве. В конференции участвовали ВМО, ЮНЕП, ЮНЕСКО и МОК, ФАО и МСНС. Значительную финансовую поддержку оказали также Германия, Канада, Италия, Нидерланды, Норвегия, Соединенное Королевство, США, Франция, Швейцария, Швеция, Япония и Европейское Экономическое Сообщество.

В первые шесть дней работали научно-технические секции с исключительно широкой междисциплинарной тематикой. К участию в работе секций были приглашены из всех регионов мира известные специалисты в области метеорологии, океанографии, сельского хозяйства, планирования, энергетики, водного хозяйства, лесного хозяйства, законодательства, здравоохранения и защиты окружающей среды — 747 участников из 116 стран. Было составлено Заявление конференции с многочисленными

рекомендациями по дальнейшим действиям (см. с. 204).

Последние два дня были отведены для заседаний на уровне министров. На церемонии их открытия, состоявшейся 6 ноября 1990 г. во Дворце Наций, с приветственными обращениями выступили король Иордании, президент Швейцарии, премьер-министры Мальты, Соединенного Королевства, Тувалу и Франции. В работе заседаний на уровне министров участвовали 908 представителей из 137 стран, что составляет примерно 82 % всех стран — Членов ООН. От имени стран-участниц была составлена Декларация министров (см. с. 206).

Работу секций освещали 466 аккредитованных представителей средств массовой информации. Такого внимания не уделялось еще ни одному из мероприятий, проводившихся ООН в Женеве.

Примерно 40 % участников научно-технических сессий и

* Координатор Второй Всемирной конференции по климату.

свыше 55 % делегатов на заседаниях министров прибыли из развивающихся стран. На транспортные расходы этих участников ушло примерно 30 % бюджета конференции.

Как в Заявлении конференции, так и в Декларации министров выражены поддержка и одобрение деятельности в рамках Всемирной климатической программы и связанных с ней глобальных программ, а также работы Межправительственной группы по проблеме изменения климата.

Заявление и Декларация призывают к безотлагательным переговорам по концептуальной конвенции, посвященной изменениям климата, причем имеется в виду подписание соответствующего соглашения на Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро в 1992 г.

Оба документа одобряют меры, ведущие к стабилизации

концентраций парниковых газов в атмосфере, и особо отмечают, что неопределенность научных знаний по проблемам климата, даже значительная, не должна использоваться как оправдание для откладывания действий по минимизации неблагоприятных последствий потепления климата.

Четко обозначены конкретные потребности развивающихся стран и внесены рекомендации, подчеркивающие необходимость технической и финансовой поддержки для обеспечения устойчивого экономического развития в экологически выгодных направлениях.

В своих заявлениях на заседаниях министров правительства Канады и США известили о выделении соответственно 1 млн и 500 000 ам. долл. в Специальный фонд ВМО, предназначенный для проведения исследований климата и воздушной среды.

Вторая Всемирная конференция по климату

Основные выводы и рекомендации Заявления конференции

- Несмотря на неопределенность научных и экономических заключений страны мира должны уже сейчас предпринимать меры к уменьшению источников и увеличению поглотителей парниковых газов как на национальном, так и на региональном уровне, в том числе вести переговоры о всемирной конвенции по проблеме изменений климата и соответствующим правовым аспектам. Эта долгосрочная цель ставится с тем, чтобы остановить образование парниковых газов на уровне, при котором до минимума сокращается угроза обществу и природным экосистемам. Сохраняющиеся неопределенности не могут служить основанием для отсрочки действий, направленных на устранение такой опасности.
- Несмотря на слабую изученность многих реакций и процессов обратной связи представляется вероятным, что при потеплении климата эти обратные связи приведут к возрастанию, а не уменьшению концентраций парниковых газов.
- Ученые единодушны в оценках масштабов глобального потепления, которое можно ожидать в XXI веке.

- Конференция считает, что существуют технически реализуемые и эффективные в смысле затрат возможности уменьшения эмиссии CO_2 во всех странах. Эти возможности достаточны, чтобы позволить многим промышленно развитым странам стабилизировать эмиссии CO_2 в энергетике и к 2005 г. сократить их, по меньшей мере, на 20 %.
- Всем странам нужно немедленно принимать меры по ослаблению опасных последствий изменения климата путем осуществления, в первую очередь, таких акций, которые экономически и социально выгодны также по каким-то другим соображениям. Все страны должны без отлагательства вступить в переговоры относительно конвенции по проблеме изменений климата и соответствующих правовых аспектов, которую нужно подписать в 1992 г.
- Климатологические данные, анализы и, в конечном счете, прогнозы климата могут в значительной мере способствовать повышению эффективности и безопасности хозяйственной деятельности и мер по развитию экономики без сопутствующего ухудшения природной среды.
- Приоритетные направления деятельности определяются национальными программами, Всемирной программой исследований климата, Международной программой «Геофера—биосфера» и другими соответствующими международными программами. Чтобы за отведенное время устранить все имеющиеся неясности, всем странам необходимо на национальном уровне увеличить помощь этим программам и значительно повысить их финансирование.
- Нынешние наблюдательные системы, предназначенные для мониторинга климатической системы, не пригодны для оперативных и научно-исследовательских целей. Они устаревают как в промышленно развитых, так и в развивающихся странах.
- Совершенно необходимо создать систему наблюдений глобального климата.
- Необходимо ускорить исследования, направленные к тому, чтобы в полной мере выявить наши возможности составления краткосрочных прогнозов изменчивости климата и определения рациональной стратегии ослабления и предотвращения неблагоприятных последствий.
- Было бы желательно создать сеть региональных междисциплинарных научно-исследовательских центров, расположенных преимущественно в развивающихся странах и специализирующихся по всем естественным, техническим и общественным наукам, необходимым для проведения широких комплексных исследований глобальных изменений и их последствий, а также для определения ответных политических мер.
- Учащение таких экстремальных явлений, как наводнения и засухи, вызовет увеличение повторяемости и масштабов катастроф.
- Улучшенная база данных наблюдений океанографических параметров имеет неограниченное значение для оперативного прогноза климата. Для улучшения прогнозов изменений климата рекомендуется создать систему управления данными глобальных наблюдений океана.
- Необходимость приступить к разработке политики и стратегии адаптации для береговой зоны.
- Изменение климата в сочетании с нагрузкой, обусловленной увеличением населения, чрезмерным расходом ресурсов и др., ставит под угрозу устойчивость социально-экономического развития во всем мире. С другой стороны, замедление изменений климата даст странам больше времени на то, чтобы обеспечить перспективы устойчивого развития.
- Следует оценить национальные возможности увеличения запасов древесины, сообразуясь с национальной политикой освоения ресурсов, разработать соответствующую методику и завершить оценку к 1995 г.

- Содействовать созданию международной системы охраны и освоения мировых лесных ресурсов в соответствии с конвенцией о климате и конвенцией о биологическом разнообразии.
- Правительствам создать национальные комитеты по ВКП для оказания поддержки национальным мероприятиям и координирования усилий.
- Организациям, участвовавшим в Одиннадцатом Всемирном Метеорологическом Конгрессе (май, 1991 г.) и работе соответствующих совещаний других организаций, сформулировать предложения по новой структуре ВКП.
- Развивающимся странам следует не проходить эволюционный процесс предварительной индустриализации, а стараться скачком вырваться из состояния слаборазвитых стран с помощью эффективных экологически выгодных технологий. Необходимым дополнением к усилиям развивающихся стран является широкий непрерывный поток научно-технических знаний, способствующий развитию их интеллектуальных ресурсов, технических и организационных возможностей.
- Следует поощрять усилия промышленного сектора по дальнейшему внедрению и передаче экологически обоснованных технологий и определить политику, стимулирующую такие усилия.
- Развивающимся странам нужно предоставить дополнительные финансовые ресурсы для проведения мероприятий, способствующих ограничению эмиссий парниковых газов и/или приспособлению к неблагоприятным последствиям изменения климата, а также обеспечивающих развитие экономики.
- Правительствам заблаговременно вступить в переговоры по вопросам международного сотрудничества в области оперативного прогнозирования климата.
- Конференция одобряет следующие три направления международной деятельности: усилия по проведению глобальных измерений и научных исследований, принимаемые по линии ВКП, МПГБ и соответствующих международных программ; аналитическую деятельность МГИК, содействующую переговорам о конвенции и ее техническому обоснованию; разработку конвенции по проблеме изменений климата.
- Важным аспектом дальнейшей работы является, таким образом, непрерывный диалог между учеными и деятелями, определяющими политику. Важно, чтобы три направления деятельности, упомянутые выше, эффективно сочетались с деятельностью Конференции ООН по окружающей среде и развитию.

Вторая Всемирная конференция по климату

Выдержки из Декларации министров

- Возможные последствия такого (*sic*) изменения климата таят экологическую опасность пока не выясненного масштаба и могли бы затормозить социально-экономическое развитие ряда районов. Изменения климата могут угрожать даже выживанию населения некоторых островных государств и населения низких прибрежных, аридных и семиаридных районов.
- Считая, что изменения климата затрагивают все человечество, мы обязаны и намереваемся предпринять конструктивные ответные меры в глобальном масштабе, не затрагивающие суверенитета государств.
- Мы считаем, что глобальные ответные меры, не препятствующие устойчивому развитию всех стран, следует определить и осуществлять незамедлительно.

- Необходимо удовлетворить требования развивающихся стран о выделении достаточных дополнительных финансовых ресурсов и срочном предоставлении наилучших экологически обоснованных технологий на справедливой и наиболее выгодной основе.
- Необходимо развернуть национальные, региональные и международные научные исследования климата, его изменений и повышения уровня моря.
- Мы считаем важным оказать поддержку Всемирной климатической программе, в том числе внести средства в Специальный фонд ВМО для изучения климата и атмосферной среды.
- Мы призываем Одиннадцатый Конгресс Всемирной Метеорологической Организации предусмотреть при составлении планов дальнейшего развития Всемирной климатической программы механизм консультаций с ЮНЕП, ЮНЕСКО (и ее МОК), ФАО, МСНС и другими соответствующими международными организациями с целью достигнуть необходимые соглашения для эффективного координирования программ научных исследований и мониторинга, касающихся климата и его изменений.
- Меры предосторожности против угрозы изменения климата заключаются в предотвращении, предотвращении, устранении и минимизации причин, а также смягчении неблагоприятных последствий ухудшения среды, которые могут произойти вследствие изменения климата. Там, где есть угроза серьезного необратимого ущерба, недостаточность научных представлений не должна использоваться как повод для отсрочки требующих затрат эффективных мероприятий по предотвращению такого ухудшения среды.
- Мы согласились, что конечной глобальной целью должна быть стабилизация концентраций парниковых газов на уровне, исключающем опасное воздействие антропогенных процессов на климат.
- Мы подчеркиваем, что на первом этапе необходимо, не сдерживая устойчивое развитие мировой экономики, стабилизировать эмиссии парниковых газов, не контролируемых Монреальским протоколом о веществах, разрушающих озоновый слой.
- Для того чтобы развивающиеся страны, сообразуясь с потребностями развития экономики, могли покрыть дополнительные расходы на необходимые мероприятия, обусловленные изменением климата и подъемом уровня моря, мы рекомендуем изыскать достаточные дополнительные финансовые средства и в срочном порядке на справедливой и наиболее благоприятной основе передать им наилучшие из имеющихся экологически обоснованных технологий.
- Мы рекомендуем уделить внимание необходимым механизмам финансирования.
- Финансовые ресурсы, предоставляемые развивающимся странам, должны *inter alia* направляться:
 - На обеспечение эффективного использования энергии;
 - Налаживание срочной передачи наилучших из имеющихся экологически обоснованных технологий;
 - Обеспечение полного представительства развивающихся стран на международных совещаниях по проблеме изменения климата;
 - Укрепление наземных и морских наблюдательных сетей;
 - Внедрение рациональных методов управления лесным хозяйством и агротехнических методов, снижающих эмиссии парниковых газов;
 - Расширение возможностей развивающихся стран в области разработки программ, посвященных изменению климата.
- Следует финансировать также создание региональных центров организации информационных сетей, позволяющих обмениваться данными об изменении климата в развивающихся странах.

- Мы рекомендуем разрабатывать и внедрять на региональном, субрегиональном и национальном уровнях соответствующие предупредительные и контрольные меры, направленные против возрастающей деградации земель и вод, против подрыва основ генетических и других производительных ресурсов под влиянием засух, опустынивания и деградации земель.
- Мы призываем начать переговоры о концептуальной конвенции по проблеме изменений климата сразу после принятия решений 45-й сессией Генеральной Ассамблеи ООН.
- Мы считаем весьма желательным, чтобы во время Конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио-де-Жанейро была подписана эффективная концептуальная конвенция по проблеме изменений климата, содержащая соответствующие обязательства и определяющая на основе консенсуса необходимые для выполнения этих обязательств механизмы.
- Мы вновь подтверждаем наши пожелания о том, чтобы в этой конвенции содержались положения о конкретных обязательствах членов международного сообщества.

КОМИССИЯ ПО ОСНОВНЫМ СИСТЕМАМ

ВНЕОЧЕРЕДНАЯ СЕССИЯ, ЛОНДОН,
СЕНТЯБРЬ—ОКТЯБРЬ 1990 г.

Внеочередная сессия (1990 г.) Комиссии по основным системам (КОС) проводилась 24 сентября — 5 октября 1990 г. по приглашению правительства Соединенного Королевства в Лондоне, в штаб-квартире Международной морской организации. 111 участников сессии представляли 51 страну-Члена и девять международных организаций.

После того как президент Комиссии д-р А. А. Васильев (СССР) открыл сессию, ее участников приветствовал помощник министра вооруженных сил лорд Арран. В своей речи лорд Арран упомянул деятельность адмирала Роберта Фицроя — одного из основателей синоптической метеорологии, которому британское правительство поручило в 1854 г. сбор и обобщение данных морских метеорологических наблюдений

вокруг Британских островов. Благодаря его деятельности Метеорологическое управление смогло выпустить в 1861 г. первое штормовое оповещение. Лорд Арран отметил роль КОС в координировании быстрого, надежного сбора метеорологической информации и обмена ей не только для подготовки штормовых оповещений, но и для многих других видов деятельности, включая мониторинг и исследования изменений климата и влияния человека на климат.

Поблагодарив правительство Соединенного Королевства за оказанный сессии прием, Генеральный секретарь ВМО проф. Г. О. П. Обаси упомянул о давних метеорологических традициях этой страны и выразил свою признательность Соединенному Королевству за активное участие в деятельности ВМО. Он подчеркнул значение...

работы Комиссии по анализу, совершенствованию и модернизации Всемирной службы погоды. Можно только гордиться огромными достижениями Комиссии, и тем не менее предстоит сделать еще многое в части улучшения автоматизации и стандартизации, телекоммуникаций, качества данных, передачи технологий и современных знаний развивающимся странам, разработки более эффективных форм представления данных. Профессор Обаси отметил многочисленные новые проблемы, которые встают перед ВМО и метеорологическим сообществом в целом, и подчеркнул, что эффективная ВСП имеет фундаментальное значение для решения этих проблем.

Комиссия рассмотрела состояние различных компонентов ВСП. Отмечены большие успехи Глобальной системы обработки данных в улучшении моделей оперативных численных прогнозов и схем объективного анализа. В целом качество материалов ЧПП неуклонно улучшается в последние годы благодаря интенсивным исследованиям и разработкам, появлению и внедрению методов

верификации этих материалов, а также использованию новейшей техники — суперкомпьютеров, спутников и высокоскоростных средств связи. Тем не менее в ряде случаев поставленные требования еще не достигнуты:

- Качество некоторых прогностических материалов для тропиков остается неудовлетворительным; заблаговременность многих прогнозов для тропиков все еще ограничивается тремя сутками против 5—6 суток для внетропических широт;
- Не удовлетворяется потребность в ряде материалов; в частности это касается прогнозов с высоким разрешением по ряду районов и прогнозов траекторий тропических циклонов;
- Несовершенны по качеству и труднодоступны прогнозы, выполняемые с помощью региональных и мелкосеточных моделей; некоторые прогнозы, имеющиеся в выпускающем центре, не передаются по ГСТ.

Комиссия определила ряд мер, нацеленных на устранение этих недостатков и усовершенствование ГСОД в целом путем максимального использования последних достижений атмосферных наук и соответствующей технологии, а также надлежащей подготовки специалистов.

Что касается Глобальной системы наблюдений, то Комиссия получила отчет об изучении возможностей сети фоновых аэрологических наблюдений (СФАН), а именно улучшения с помощью данных от нескольких тщательно подобранных радиозондовых станций качества



Лондон, сентябрь 1990 г. — Церемония открытия внеочередной сессии КОС

Слева направо: д-р Дж. Т. Хоутон, лорд Арран, д-р А. А. Васильев, д-р Д. Н. Аксфорд

данных зондирования со спутников. Результаты исследования показывают, что станции СФАН дали значительно лучший массив данных, но из этого нельзя заключить, что данные зондирования лучше данных, полученных на полной радиозондовой сети. Поэтому Комиссия решила не рекомендовать создавать СФАН на оперативной основе и внесла ряд предложений по дальнейшему изучению этого вопроса. Сессия рассмотрела также отчеты по программе автоматизированных судовых аэрологических наблюдений (АСАН), уже превратившейся в оперативную систему в рамках ВСП, и по автоматизированной передаче метеорологических данных с самолетов (AMDAR) — программе с большими возможностями сбора данных о ветре в верхних слоях атмосферы над тропическими районами, плохо охваченными наблюдениями. В ответ на запрос МОГА Комиссия утвердила процедуры, которые могут сочетаться с существующими кодами SYNOP и METAR для наблюдения и передачи сообщений о проявлениях вулканической деятельности и о движении облаков вулканического пепла. Указано также на необходимость более широкого применения в этих целях спутниковых методов наблюдений. В связи со спутниковыми системами Комиссия, учитывая предложения Группы экспертов ИС по спутникам, предложила своей Рабочей группе по ГСН выяснить планы владельцев спутниковых систем и их возможности на 1990-е гг., а также определить минимальные рабочие характеристики наземной приемо-обработывающей аппаратуры.

Комиссия утвердила ряд новых положений по Оценке оперативных

систем ВСП (ООСВ), исходя из анализа сообщений о законченной ООСВ — Северная Атлантика и текущей ООСВ — Африка. Хотя программа ООСВ — Африка еще не завершена, есть все основания полагать, что использование системы сбора спутниковых данных (ССД) и системы ретрансляции (СРТ) значительно повысило бы доступность данных наблюдений в национальных центрах. Комиссия пришла к выводу, что сочетание ССД/СРТ и системы Распределения метеорологических данных (РМД), которую предстоит оценить, обеспечивает возможность больших улучшений в обмене данными и материалами в Африке.

Вопросами связи через спутники занималась также Рабочая группа по Глобальной системе телесвязи, которая внесла поправки к *Руководству по Глобальной системе телесвязи* с учетом регулярного его использования. Комиссия одобрила процедуры подключения новых линий к ГСТ, а также принципы эволюции ее оперативной структуры. Представляется, что требования к ГСТ со стороны эволюционирующей системы ВСП следовало бы подвергнуть дополнительному анализу и уточнению и взять за основу для дальнейшего усовершенствования этой оперативной структуры рабочей группой. Комиссия приняла также ряд решений по техническим и оперативным вопросам, в том числе по процедурам связи для слоев OSI от 3 и выше, кодированным цифровым факсимиле, измененному распределению частот в диапазоне 401—403 МГц, форматам сообщений и маршрутизации данных. Выделение полос частот для метеорологической деятельности Комиссия считает существенно важным для всех Метеорологических служб.

Появление новых технических средств (например, радиолокаторов для определения профиля ветра) заставляет пересмотреть существующую ситуацию. В связи с этим Комиссия предложила создать междисциплинарную группу для изучения вопроса. Были одобрены предложения Рабочей группы по ГСТ относительно поправок к процедурам ежегодного глобального мониторинга.

Принятие описания системы распределенных баз данных способствовало дальнейшему совершенствованию функции управления данными. Для развития этой концепции по-прежнему требуется определение задач. Что касается процедур контроля качества, а также мониторинга качества данных, то в Комиссии уже поступили первые сообщения из трех ведущих центров (ЕЦППС, РМУЦ—Бракнелл и ММС (НМЦ) — Вашингтон), касающиеся данных наблюдений определенного типа и последующих действий Секретариата и Рабочей группы по управлению данными, которыми внесен ряд рекомендаций по улучшению контроля качества в реальном времени в местах наблюдений и центрах сбора данных. Рекомендации были одобрены Комиссией. Комиссия также утвердила пересмотренный перечень символов для графического представления данных приземных наблюдений, имея в виду улучшить их согласованность и стандартизацию, и сформулировала ряд общих правил хранения и обмена информации в графической форме, а также внедрения интерактивных графических систем в повседневные операции. Утверждены семь рекомендаций, касающихся поправок к различным кодам.

Рассматривая взаимосвязь ВСП с другими программами ВМО,

Комиссия отметила продолжающееся сотрудничество с МАГАТЭ по определению мер на случай аварийного выброса опасных веществ в атмосферу, в том числе в вопросе о временных соглашениях с тремя центрами ГСОД, касающихся предоставления специальных материалов относительно атмосферного переноса радионуклидов. КОС и ВСП предстоит сыграть важную роль в осуществлении плана действий ВМО в течение Международного десятилетия борьбы за сокращение ущерба от стихийных бедствий, а также в решении научных вопросов мониторинга и исследований изменений климата. Уже первые шаги, предпринятые Комиссией, показывают, что она внесет максимальный посильный вклад в эту деятельность. В связи с этим Комиссия с удовлетворением отметила, что все Региональные ассоциации создали рабочие группы по региональным аспектам ВСП и имеют представителей в рабочей группе КОС. Таким образом, создана отличная система для двустороннего обмена информацией между регионами и Комиссией.

Наконец, сессия рассмотрела и утвердила только с одной поправкой проект Третьего Долгосрочного плана по Всемирной службе погоды. Особое внимание уделено новой Программе государственного метеорологического обслуживания (в рамках Программы применений метеорологии), ответственность за которую возложена на КОС. Большинство участников сессии согласились с тем, что КОС должна взяться за эту задачу, хотя придется, по-видимому, расширить круг полномочий Комиссии. Подчеркивалось однако, что для эффективного выполнения новой программы



Лондон, октябрь 1990 г. — Участники внеочередной сессии КОС

потребуется укрепить инфраструктуру Комиссии и получить дополнительную помощь от Секретариата.

В заключение сессии д-р Васильев и г-н Дж. Нейлон, выступивший от имени ее

участников, выразили признательность стране-хозяйке за прекрасные условия проведения сессии и оказанное содействие, а также за проявленное гостеприимство.

Г. Мак-К.

РЕГИОНАЛЬНАЯ АССОЦИАЦИЯ ДЛЯ АФРИКИ

**ДЕСЯТАЯ СЕССИЯ, БАМАКО,
НОЯБРЬ—ДЕКАБРЬ 1990 г.**

По приглашению правительства Мали десятая сессия Региональной ассоциации I проводилась с 26 ноября по 7 декабря 1990 г. в Бамако. Она собрала рекордное число участников — около 100 делегатов, в том числе 77 человек из 37 стран — Членов РА I. В работе сессии участвовали также представители двух других

Региональных ассоциаций, наблюдатели от одной страны, не являющейся Членом ВМО, и различных региональных и международных организаций. Одиннадцать делегатов были недавно назначены постоянными представителями в ВМО. Сессия работала под председательством г-на У. Дегефу (Эфиопия).

Большое внимание было уделено всем аспектам программ ВМО, выполняемых в Регионе, и подчеркнуто первоочередное значение ВСП, программ образования и подготовки кадров, технического сотрудничества, Всемирной климатической программы, программы по окружающей среде и научно-исследовательской компоненты Программы научных исследований и развития, посвященного тропической метеорологии. Высоко оценена роль Региональной программы в расширении возможностей Метеорологических и Гидрологических служб Региона по выполнению других программ ВМО и в удовлетворении нужд стран-Членов. Ассоциация одобрила различные планы действий и рекомендации, внесенные ее вспомогательными органами и техническими конференциями; в качестве основы комплексного плана приоритетного развития для Региона. Благодаря ряду отраслевых обследований, выполненных специально для этой сессии, Ассоциация смогла детально проанализировать проблемы, относящиеся к Региону. Обследованиями были охвачены ВСП, агрометеорологическая деятельность, охарактеризованы уровень развития национальных Метеорологических и Гидрологических служб и координация мероприятий на национальном уровне.

Критически проанализирована система ВСП в свете технических достижений и изменяющихся со временем требований стран-Членов. Указано на необходимость пересмотреть структуру основной наблюдательной сети, разработать реалистичную и эффективную систему телесвязи и реорганизовать деятельность РМЦ к концу 1993 г. Воодушевленная предварительными

результатами компоненты ООСВ—АФ, посвященной ПСД (фаза I), Ассоциация приветствовала заблаговременно начавшуюся оценку системы РМЦ (фаза II), с которой в Регионе связывают большие надежды в части повышения доступности в реальном времени информации, получаемой как внутри региона, так и извне. Для того чтобы подвигать проблемы, связанные с ВСП, Ассоциация утвердила план действий и восстановила свою многодисциплинарную рабочую группу под председательством г-на Е. Муколве (Кения) и с докладчиками по четырем компонентам ВСП. Дополнительно назначены докладчики по радиации и разработке приборов. Ассоциация уделила особое внимание качеству данных и вопросам, связанным с сопоставлениями и калибровкой приборов.

Отмечая большое значение Программы по тропическим циклонам для стран юго-западной части Индийского океана, Ассоциация одобрила мероприятия по разработке, финансированию и выполнению программы сотрудничества, в том числе предложений относительно центра региональной деятельности как фокуса коллективного подъема и развития экономики. Чтобы обеспечить дальнейшее укрепление национальных и региональных возможностей, Ассоциация восстановила свой Комитет по тропическим циклонам под председательством г-на Ю. С. П. Валадона (Маврикий).

В повестке дня сессии, состоявшейся сразу после Второй Всемирной конференции по климату, было много вопросов по проблеме климата и связанной с ней тематике. Можно утверждать, что вследствие сильных засух

возросла осведомленность о том, как метеорология и оперативная гидрология способны помочь ослабить такие бедствия, как засуха, опустынивание и деградация окружающей среды, а также решить проблемы самообеспечения продовольствием, управления водными ресурсами, энергетики и изменения климата. Ассоциация высказалась за консолидацию и расширение таких проектов, как КЛИКОМ, DARE и ИНФОКЛИМА, с широким вовлечением соответствующих центров в регионе и создала рабочую группу по проблемам климата под председательством г-на А. Адеджокуна (Нигерия), отнеся к сфере ее деятельности все аспекты климата, включая практические приложения, воздействия и научные исследования. Назначен докладчик по проблеме изменения климата, а странам-Членам предложено осуществлять руководство при решении соответствующих вопросов на национальном уровне и активно участвовать в переговорах относительно концептуальной конвенции по проблеме изменений климата.

Проявляя повышенный интерес к мероприятиям в области научных исследований, в частности по тропической метеорологии, Ассоциация приветствовала лауреатов Премии для молодых ученых за 1989 и 1990 гг. — соответственно г-на М. Л. Сааха (Камерун) и г-на Е. Окейо (Кения). В регионе осуществлялись различные мероприятия для усиления взаимодействия между научными исследователями и возросла необходимость в данных, научно-исследовательских учреждениях и хорошо подготовленных исследователях. Создана группа докладчиков по исследованиям в области тропической метеорологии

с г-ном Б. С. Ниензи (Танзания) в качестве координатора.

Внесен ряд рекомендаций по мониторингу окружающей среды. Отмечена неудовлетворительность мероприятий на региональном уровне, особенно (а) в организации Службы глобальной атмосферы вследствие устаревания и нехватки оборудования и (б) налаживания контактов между центрами, расположенными вне Региона, и национальными Службами. Изучить этот вопрос поручено г-ну Г. Бустике (Тунис), назначенному докладчиком по мониторингу и научным исследованиям загрязнения окружающей среды. Ряд стран-Членов выказали интерес к активным воздействиям на погоду, в связи с чем рекомендовано обеспечить научные консультации, наладить подготовку специалистов и сформулировать положения, которыми страны-Члены могли бы руководствоваться при планировании и проведении мероприятий в области активных воздействий на погоду. Г-н Т. Шериф (Ливийская Арабская Джамахирия) назначен докладчиком по активным воздействиям на погоду и будет следить за разработками в этой области.

Исходя из результатов подробного анализа мероприятий в области сельскохозяйственной метеорологии, получившей заметное развитие в регионе, Ассоциация призвала усилить деятельность в поддержку программы и расширить сотрудничество между национальными организациями метеорологического и сельскохозяйственного профиля. Указано на необходимость продемонстрировать полезность агрометеорологических материалов, как то проделано в Мали

с помощью опытных проектов. Под председательством г-на А. Кигнамена-Соро (Кот-д'Ивуар) образована группа по сельскохозяйственной метеорологии, которая будет следить за разработками и соответственно консультировать Ассоциацию.

Авиация остается основным потребителем метеорологической информации, и примерно в 65 % стран-Членов ответственность за метеорологические исследования и наблюдения продолжают нести министерства транспорта. Ассоциация одобрила совместное обследование МОГА/ВМО и предложила всем заинтересованным организациям содействовать развитию авиационных метеорологических служб и определить соответствующие стратегии.

Несмотря на то что приморские страны-Члены придают большое значение морской метеорологии, разработка четкой программы ведется медленно. Ожидается, что поднять деятельность в регионе на новый уровень помогут меры по укреплению программы добровольных наблюдений с морских судов, приданию законного статуса морским и портовым метеорологическим службам, а также организация курса подготовки по морской метеорологии и океанографии. Соответствующим ведомствам предложено обеспечить поступление в страны-Члены Региона судовых сообщений, собираемых по ИНМАРСАТ. Г-да Ю. Салаху (Нигерия) и С. Рагунаден (Маврикий) назначены докладчиками по морским метеорологическим службам соответственно в Атлантическом и Индийском океане.

Несмотря на слабое представительство гидрологов, участники сессии подробно

рассмотрели вопросы, связанные с оперативной метеорологией. Указано на необходимость укрепления сотрудничества между Метеорологическими и Гидрологическими службами, а странам-Членам предложено обеспечить более активное участие Гидрологических служб в работе Ассоциации и ее рабочих групп. Высказано удовлетворение по поводу идеи проведения технического симпозиума и конференции по вопросам развития Гидрологических служб в регионе. Странам-Членам предложено выдвинуть консультантов-гидрологов. Г-н М. Джеллали (Марокко) назначен председателем рабочей группы по гидрологии.

Ассоциация всегда уделяла большое внимание образованию и подготовке кадров как основам ее программы развития и придавала исключительное значение укреплению и поиску новых форм деятельности Региональных учебных центров. Всем заинтересованным организациям предложено участвовать в проведении учебных мероприятий и стараться удовлетворить заявки на стипендии. Определены приоритетные направления подготовки специалистов. Г-да А. Лагха (Алжир) и С. Нджороге (Кения) назначены докладчиками, которые будут анализировать достижения в этой сфере и консультировать Ассоциацию относительно дальнейших действий.

Ассоциация выразила признательность за поддержку, оказываемую ВМО и донорами, прежде всего ЮНЕП, при выполнении различных национальных и региональных программ и проектов в Регионе. Высоко оценивая значение ПДС, Ассоциация высказалась за усиление деятельности по линии ТСРС и хотя бы ограниченное

финансирование технического сотрудничества из регулярного бюджета ВМО. Учитывая возросшие потребности стран-Членов, Ассоциация призвала соответствующие организации настойчиво продолжать их усилия в поддержку технического сотрудничества, направленного на общее благо.

Значительную поддержку получили также региональные проекты, как AGRHYMET, Центр мониторинга засух и программа регионального сотрудничества для стран, подверженных воздействиям циклонов. Ассоциация считает АЦПМР существенным элементом в региональном сотрудничестве, распределении затрат и расширении возможностей решения безотлагательных и сложных вопросов, касающихся применения метеорологии для социально-экономического развития. Принята резолюция, призывающая ускорить создание этого Центра.

Региональное Бюро считается составным элементом региональной стратегии, как в плане развития Метеорологических и Гидрологических служб и расширения их возможностей по осуществлению программ ВМО, так и в плане эффективного реагирования на потребности стран-Членов в сфере социально-экономического развития. Высоко оценив уже предпринятые меры, Ассоциация указала на необходимость укрепить возможности Бюро, включая кадровые, чтобы оно могло выполнять свои функции сообразно реальным потребностям, и просила Одиннадцатый Конгресс поддерживать свои предложения. Ассоциация выразила признательность правительству Бурунди за прекрасные условия, созданные для Регионального

Бюро. Ассоциация также просила Одиннадцатый Конгресс согласиться с тем, чтобы сотрудники, направленные правительством Бурунди в распоряжение Бюро, были отнесены к персоналу ВМО.

Ассоциация внесла также ряд рекомендаций странам-Членам, касающихся организационных и управленческих вопросов, способов изыскания и получения дополнительных средств для финансирования национальных и региональных проектов, а также исключительно важной для стран-Членов проблемы их вовлечения в деятельность ВМО, входящих в нее организаций и вспомогательных органов, в том числе соответствующего вовлечения всех заинтересованных национальных институтов. Ассоциация рассмотрела также различные аспекты развития Метеорологических и Гидрологических служб, в том числе параллельных организаций, введения документации на арабском языке и использования португальского языка в ВМО, осветила значение массовой информации для повышения осведомленности лиц, принимающих решения и определяющих политику.

Отмечая деятельную роль Генерального секретаря в развитии Метеорологических и Гидрологических служб, Ассоциация приняла резолюцию, одобряющую повторное назначение проф. Г. О. П. Обаси на пост Генерального секретаря ВМО на 11-й финансовый период.

Ассоциация единодушно избрала г-на К. Конаре (Мали) и г-на Ю. С. П. Валадона (Маврикий) соответственно на посты президента и вице-президента.

Новости программ ВМО

Всемирная
программа применения знаний
о климате

Рабочая группа ККл по применению климатологии

Комиссия по климатологии на своей десятой сессии (Лиссабон, апрель 1989 г.) создала рабочую группу по применениям климатологии, в которую вошли докладчики по таким темам, как энергетика, горная климатология, строительная климатология и проблемы окружающей среды, и по таким методологическим вопросам, как оперативные климатологические службы, справочная система по прикладной климатологии (ССПК) и использование КЛИКОМ в различных прикладных задачах.

Первая сессия этой рабочей группы состоялась в Женеве с 22 по 26 октября 1990 г. Она рассмотрела задачи, стоящие перед каждым из докладчиков, и привела к окончательному виду их рабочие планы. В дополнение к этому было уделено внимание и некоторым специальным работам, таким, как TRUCE (Эксперимент по изучению климата тропических городов), ССПК и КЛИКОМ. Содержание проведенных рабочей группой дискуссий было рассмотрено соответствующими консультантами и вкратце изложено ниже.

Особое внимание было уделено также положению в оперативной климатологии, и группа просила президента ККл обратить больше внимания на поддержку оперативных климатологических и

специальных прогностических служб.

КЛИКОМ/ССПК — план действий по усиленному развитию

Системы КЛИКОМ введены сейчас примерно в 100 странах — Членах ВМО. Несколько стран имеют больше одной системы КЛИКОМ и многие уже используют такую систему (или системы) в повседневных климатологических работах. Хотя предполагается, что эта система будет непрерывно развиваться (например, в начале будущего года должна быть введена уже версия 3.0), системы КЛИКОМ с их пакетами разнообразных вычислительных программ уже дают много полезной информации для различных специальных потребительских секторов, таких, как сельское хозяйство, планирование развития энергетики и строительство.

ВМО обратились с просьбой к г-же Марии Г. Херес из национальной Метеорологической службы Чили сделать обзор современного состояния КЛИКОМ и дать рекомендации относительно будущего развития этой системы с учетом текущей деятельности и специальных нужд. В кратком докладе, представленном г-жой Херес, она отметила необходимость дальнейшей координации многих работ, связанных с КЛИКОМ. Она предложила, чтобы региональные и национальные группы потребителей более внимательно относились к *нуждам самих потребителей*; этот элемент должен учитываться при развитии любых прикладных направлений, и, вероятно, может частично входить в обязанности, предусмотренные национальными климатическими

программами. Основываясь на весьма успешном опыте работы с КЛИКОМ в Чили, г-жа Херес указала на необходимость дополнительной подготовки кадров, а также выпуска большего количества инструктивных материалов и консультационных перечней на нескольких языках.

Многие прикладные задачи могут быть решены с использованием стандартного программного обеспечения КЛИКОМ, которое в настоящее время включает пакет программ INSTAT, т. е. набор программ для получения климатологических статистик. Уже имеется много пакетов специальных программ для решения прикладных задач, предназначенных для персональных компьютеров, и благодаря новейшему варианту ССПК они должны быть более доступны всем потребителям КЛИКОМ. Во многих странах-Членах КЛИКОМ уже успешно работает, но существует ряд трудностей, касающихся преимущественно технического обслуживания аппаратуры и нехватки хорошо обученного персонала. Исходя из опыта Членов можно надеяться, что внедрение и развитие КЛИКОМ как основного средства осуществления национальных климатических программ могут принять еще более широкие масштабы.

TRUCE — формирование окончательных планов

Продолжаются интенсивные работы по планированию TRUCE. Профессор Эрнесто Хауреги (Мексика), докладчик ККл по климату города, подготовил проект плана действий, который был тщательно рассмотрен на нескольких совещаниях, включая Вторую Всемирную конференцию по климату и Международный симпозиум по климату города,

загрязнению воздуха и планировке крупных тропических городов, который состоялся в Гвадалахаре, Мексика, в ноябре 1990 г.

В результате ускоренного роста городов, особенно в тропиках и субтропических областях, будет продолжаться деградация окружающей среды, и в частности, загрязнение воздуха и изменение климата в локальных масштабах. Широкое использование кондиционеров воздуха в тропических городах вызовет рост островов тепла и одновременно будет способствовать росту потребления энергии во всем мире, т. е. города тропической зоны могут внести существенный вклад в глобальные и региональные изменения климата. Более того, в условиях городской застройки деградация окружающей среды, в том числе изменение климата, наиболее сильно влияет на самих людей.

Города очень чувствительны также к другим связанным с климатом проблемам, таким, например, как наводнения, поскольку сами городские территории, возможно, способствуют усилению конвективных осадков, или поднятие уровня моря вследствие потепления климата. Таким образом, наиболее важное значение в таких программах, как Международное десятилетие борьбы за сокращение ущерба от стихийных бедствий (МДБСУСБ), придается совершенствованию наших представлений о климате города и его эволюции и изменении.

В то время как большинство исследований сосредоточено на изучении климатов городов, расположенных в высоких широтах, очень мало работ посвящается городам и тропической/ субтропической зонах, и те носят в основном описательный характер.

Профессор Хауреги приходит к такому выводу: применяя к тропической зоне те знания, которые получены для средних широт, можно получить много интересных данных, но имеются указания на то, что системы городских климатов будут совершенно другими, так как они определяются совершенно иной совокупностью граничных условий.

Таким образом цели TRUCE состоят в следующем:

- Выдвигать, координировать и осуществлять экспериментальные и теоретические научно-исследовательские программы. Они должны включать исследования вопроса о том, каким образом различные особенности физической структуры городов влияют на климат города и тепловые нагрузки на его жителей, на потребление энергии (охлаждение и т. д.) и распространение загрязняющих веществ;
- Путем улучшения климатических условий в городе и внутри зданий обеспечить более крепкое здоровье и повышение благосостояния и работоспособности людей;
- Сделать, насколько возможно, доступными результаты работ, связанных с TRUCE, для того, чтобы содействовать всемерному использованию климатической информации для совершенствования строительства зданий и проектирования городов;
- Устанавливать связи между исследователями и налаживать международное сотрудничество и координацию исследований по городской метеорологии и в других связанных с нею областях.

Крупные работы предлагается осуществить в области образования и подготовки кадров для того, чтобы готовить в развивающихся странах специалистов по изучению климата города и проведению научно-исследовательских работ. Необходимо выбрать контрольные города для проведения в них интенсивных исследований с использованием совместных ресурсов как развивающихся, так и промышленно развитых стран с тем, чтобы добиться заметного прогресса в расширении наших знаний, касающихся климатов городов в различных географических зонах и при разных климатических режимах. Важным результатом TRUCE станут улучшенные руководства для проектировщиков городов и городских коммунальных служб. Поэтому необходимо предусмотреть участие этих групп потребителей в процессе планирования эксперимента, начиная с самой ранней его стадии.

В качестве первого шага в плане, предложенном проф. Хауреги, предусматривается организация технической конференции по климатам городов в тропической/субтропической зонах, намеченной на 1992 г. В настоящее время ВМО формирует организационный комитет этой конференции, который, как предполагается, будет действовать в качестве временного комитета по руководству TRUCE. Поскольку данная проблема является одной из самых насущных среди тех, с которыми сегодня сталкивается человечество, и она тесно связана с проблемой изменения климата и МДБСУСБ, можно надеяться, что в предстоящем десятилетии будет обеспечено соответствующее финансирование TRUCE.

Метеорологическая информация для развития возобновимых источников энергии

Представители 10 из 12 стран, участвующих в этом проекте ПРООН/ВМО (в основном стран Восточной и Юго-Восточной Европы) встретились в Варшаве, Польша, в ноябре 1990 г. Они занимались изучением потребностей энергетического сектора в метеорологической информации и в частности для развития солнечной и ветровой энергетики. В своем приветственном обращении к участникам встречи д-р С. Рейхарт, выступавший от имени постоянного представителя Польши в ВМО, подчеркнул важность этого проекта в свете растущей обеспокоенности ухудшением состояния окружающей среды, потенциальной угрозы изменения климата и важного значения энергетического сектора для национальной экономики, которая сегодня в огромной степени зависит от условий, складывающихся на мировом рынке ископаемого топлива. Во многих отношениях надежды на будущее можно возлагать на новые и возобновимые источники энергии, и Метеорологические службы должны сыграть важную роль в предоставлении исходной информации, необходимой для развития и эксплуатации этих источников.

Д-р Е. Лундтанг-Петерсен из Национальной лаборатории Ризо в Дании рассказал о том, как готовился Европейский атлас ветра (см. *Бюллетень ВМО*, 39(1), с. 68), а г-н М. Ренудин из Французской метеорологической службы в Париже представил доклад о методах, которые могут быть использованы для развития солнечной энергетики. С помощью специалистов института метеорологии и управления

водными ресурсами Польши были продемонстрированы возможности КЛИКОМ, а представители национальных Метеорологических служб сделали всесторонний обзор имеющихся средств для обработки данных. Было отмечено, что средства и возможности обработки данных, а также опыт обеспечения потребителей метеорологической информацией, связанной с запросами энергетики, существенно различаются для разных стран.

Приняв во внимание всю имеющуюся информацию, участники рабочего семинара приняли план действий по данному проекту. Была подчеркнута необходимость организации командировок специалистов и составления подробного руководства по подготовке данных, предназначенных для использования энергетическим сектором. Было признано желательным продлить этот проект еще на два года ввиду увеличения сроков внедрения КЛИКОМ в некоторых странах. Если надлежащим образом спланировать эти работы, станет возможным начать, а в некоторых случаях и завершить выполнение целей данного проекта, а именно, путем



Варшава, Польша, ноябрь 1990 г. — Участники рабочего семинара ПРООН/ВМО по метеорологической информации, необходимой для развития возобновимых источников энергии

организации передвижных семинаров, ориентированных на конкретные страны, намного раньше намеченного времени. Кроме того, было решено, что эти передвижные семинары должны быть нацелены на то, чтобы в них участвовали представители как Метеорологических служб, так и энергетического сектора с тем, чтобы страны одна за другой налаживали диалог с потребителями.

Всемирная программа климатических данных

Пятое совещание межагентской рабочей группы Африканской правительственной конференции по окружающей среде

Пятое совещание межагентской рабочей группы (МАРГ) Африканской правительственной конференции по окружающей среде (АПКОС) проводилось в Браззавиле (Конго) с 10 по 12 октября 1990 г. с целью рассмотрения выполненных работ и обсуждения трудностей, встретившихся при реализации Каирской программы действий в период после четвертого совещания МАРГ, прошедшего в Аккре в феврале 1990 г. На совещании присутствовали 13 представителей ВМО, ВОЗ, ВПП, ЕКС, ПРООН, ФАО, ЮНЕП, ЮНЕСКО, ЮНИДО и ЮНФРА.

Секретариат АКМОС представил на рассмотрение участников совещания отчет о третьей сессии АПКОС, отчет о пятом совещании бюро АКМОС, доклад о выполнении программы АКМОС и краткую сводку рекомендаций по этой программе, а также краткое резюме

рекомендаций специальной комиссии АПКОС по изучению этого вопроса.

ВМО предоставила участникам совещания информацию о деятельности ВМО, связанной с АПКОС, и распространила материалы ВПИК, касающиеся поддержки климатологической сети АПКОС.

Совещание сделало ряд общих замечаний по проблеме сети АПКОС. В частности, было подчеркнуто, что выгоднее усиливать существующие сети вместо того, чтобы создавать новые. Эта рекомендация относится к средствам для получения данных в Регионе I (сеть станций, связь, обработка и архивация данных) и проектов ВМО, связанных с АПКОС, DARE, КЛИКОМ, ИНФОКЛИМА и системой мониторинга климата. Совещание рассмотрело также возможные пути укрепления сотрудничества между агентствами в деле выполнения программы АПКОС.

Представители агентств ООН указали на необходимость активного участия МАРГ в работе специальной комиссии АПКОС, чтобы получить возможность согласовывать свои рекомендации и участвовать в деятельности АПКОС.

Проект по обнаружению изменения климата

На совещании по планированию проекта по обнаружению изменения климата, состоявшемся в ноябре 1990 г. в Ниагара-он-Лейк, Канада, был подготовлен план осуществления таких широкомасштабных усилий по обнаружению изменения климата, в первую очередь, через посредство метеорологических служб. Предполагается, что стратегия этих работ будет направлена на развитие

оперативной системы для оценки постоянных и продолжительных климатических аномалий с использованием тщательно построенной совокупности глобальных массивов основных данных. Эксперты признали, что, хотя парниковый эффект является наиболее важной проблемой, на решение которой будет направлена стратегия работ по обнаружению изменения климата, этот проект не ограничится изучением только одного эффекта. Стратегия будет направлена на использование глобальных моделей климата и статистических методов обнаружения региональных, а также глобальных аномалий. Эксперты внесли предложение о периодическом выполнении оценок изменений климата и организации с этой целью группы экспертов, в состав которой должны входить представители крупных центров анализа и управления данными, эксперты от региональных и специальных организаций и представители крупных международных программ развития наблюдений и научных

исследований. Предполагается, что эта группа, периодически проводя свои совещания, будет один раз в два года выпускать авторитетные заявления по изменению климата, правильно отражающие баланс преобладающих уровней понимания этой важной проблемы.

Опорные климатологические станции

На своей десятой сессии, проходившей в апреле 1989 г., Комиссия по климатологии (ККл) рекомендовала созвать совещание экспертов для рассмотрения вопросов о том, как лучше произвести расширение сети глобальных опорных климатологических станций. Эта задача была возложена на совещание экспертов по массиву глобальных основных данных, которое проводилось в Ашвиле (шт. Северная Каролина, США) в январе 1990 г. Каждому Члену ВМО было предложено представить список предлагаемых дополнительных опорных станций. Ответы на эту просьбу превзошли все ожидания: к декабрю 1990 г.



Ниагара-он-лейк, Канада, ноябрь 1990 г. — Участники совещания экспертов по обнаружению изменения климата

70 Членов внесли предложения о назначении примерно 2300 станций. Список этих станций был послан на рецензию г-ну Рейно Хейно, докладчику по опорным станциям. Утвержденные станции составят затем основную сеть, данные которой сыграют решающую роль в обнаружении глобальных и региональных изменений климата.

Всемирная программа исследований климата

Шестая сессия рабочей группы КАН/ОНК по численному экспериментированию (РГЧЭ)

Шестая сессия рабочей группы КАН/ОНК по численному экспериментированию (РГЧЭ) состоялась в Мельбурне с 24 по 28 сентября 1990 г. по приглашению научно-исследовательского центра Австралийского бюро метеорологических исследований. Верная своим правилам, РГЧЭ обсудила многие аспекты развития численных моделей, используемых для моделирования климата и численного прогноза крупномасштабных атмосферных процессов.

Моделирование климата с использованием моделей общей циркуляции атмосферы

РГЧЭ чрезвычайно серьезно воспринимает тот факт, что общественное и политическое внимание к проблеме изменения глобального климата достигло сейчас исключительно высокого уровня и к специалистам, которые занимаются численным моделированием, предъявляются

настойчивые требования дать оценки возможной реакции климата на постоянно растущие концентрации в атмосфере газов, вызывающих парниковый эффект. Возможность дать быстрые ответы на такие просьбы в какой-то мере ограничивается некоторыми неопределенностями, присущими полученным с помощью моделей оценкам изменений климата, и известными ограничениями при моделировании климатической системы. Данная сессия РГЧЭ имела существенное значение в том смысле, что она должна была оценить современное состояние дел в области моделирования климата и подготовить предложения о мерах по преодолению имеющихся недостатков.

С этой точки зрения, одним из наиболее содержательных пунктов повестки дня было рассмотрение доклада, в котором на основе представленного в стандартизированной форме 14 группами исследователей, ведущими работы по моделированию, ряда диагностических данных был собран обширный материал о преобладающих систематических ошибках в моделях, используемых для численных экспериментов по моделированию климата. Одна из наиболее заметных ошибок состоит в том, что средняя температура воздуха, рассчитанная в моделях, слишком низка, особенно в верхних слоях полярной тропосферы и нижней части тропической атмосферы. Максимальные скорости зонального ветра отмечаются на более высоких уровнях по сравнению с наблюдаемым распределением, и общим недостатком является отсутствие области раздела между субтропическим струйным течением в верхней тропосфере и стратосферной струей полярной

ночи. Зонально усредненные значения интенсивности осадков в общем слишком велики в полярных областях и умеренных широтах северного полушария (особенно в экспериментах для зимних условий), слишком занижены для средних широт южного полушария в численных экспериментах для летнего периода, а в тропической зоне отмечается большой разброс рассчитанных количеств осадков от их существенного недостатка до больших избыточных значений. В настоящее время эта важная документация, касающаяся качества моделей климата атмосферы, дорабатывается при содействии групп, представивших свои результаты, и готовится к публикации в серии отчетов РГЧЭ по численному экспериментированию.

Успешно выполняется также проект по расширенному сравнению моделей атмосферы. Эта работа, в ходе которой будут проведены численные эксперименты по моделированию процессов, развивавшихся в течение 10-летнего периода (1979—1988 гг.) под воздействием наблюдавшихся (стандартных) распределений средних месячных температур поверхности океана и морских льдов, существенно шире задачи выявления ошибок климатических моделей, о которой говорилось выше. Будут собраны и сопоставлены с соответствующими массивами данных наблюдений определенные наборы результатов статистической интерпретации рассчитанных по модели данных и диагностических исследований. Отдел исследований атмосферы и климата департамента энергетики США оказывает практическую поддержку этому проекту, который признан приоритетным направлением работ по программе диагностики и сравнения

климатических моделей, принятой в Ливерморской Национальной Лоуренсовской лаборатории США и выполняемой под руководством председателя РГЧЭ проф. У. Л. Гейтса. Участвующим в этом проекте группам, которые занимаются моделированием, будет предложена помощь в обеспечении массивами данных о стандартных распределениях температуры поверхности океана и морских льдов, оказано содействие в оформлении заявок и предоставлении машинного времени для расчетов в Ливерморской Лоуренсовской лаборатории, а также в составлении и распространении массивов данных наблюдений для проверки полученных результатов.

Ошибки в моделях численного прогноза погоды

Для оценки ошибок, часто встречающихся в моделях численного прогноза погоды, ряд центров предоставил РГЧЭ представленные в определенном формате данные анализа результатов шести месячных 30-суточных глобальных прогнозов (три для январских и три для июльских условий). Как и следовало ожидать, обнаруженные ошибки тесно связаны с теми, которые проявляются, как указано выше, при моделировании климата. К примеру, почти во всех моделях в тропической тропосфере предсказанные температуры дают систематическое выхолаживание. Общей особенностью предсказанных полей зонального ветра в большинстве моделей при интегрировании для январских условий является увеличение интенсивности струйного течения северного полушария и верхнего пассатного течения, а также смещение западного струйного течения к северу. В южном полушарии систематически

занижается скорость циркумполярного западного потока в широтном поясе 50—60° ю. ш. В географическом распределении погрешностей расчета полей высоты поверхности 500 гПа обнаруживаются систематические отклонения в средних и высоких широтах в обеих полушариях, причем более значительные ошибки отмечаются в зимнем полушарии. Почти все модели дают преимущественно отрицательные отклонения в тропических широтах. По мере продолжения прогноза все более отчетливо проявляется тенденция к снижению амплитуды длинных волн. Как и краткий отчет о качестве моделей климата атмосферы, собранная информация о моделях численного прогноза погоды будет опубликована в серии отчетов РГЧЭ по численному экспериментированию.

Некоторые из указанных выше ошибок, по-видимому, зависят от принятой в модели схемы расчета потоков на подстилающей поверхности. Так, например, явно небольшое изменение в модели Европейского центра прогноза погоды на средние сроки привело к росту потока влаги от океана в случаях малых скоростей ветра (что дало повышение потока скрытого тепла в районах теплых вод примерно на $25 \text{ Вт} \cdot \text{м}^{-2}$ при скоростях ветра в диапазоне $0-5 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$). Заметные изменения наблюдались и в результатах моделирования тропической атмосферы: более реалистичное распределение осадков, уменьшение ошибок расчета восточных ветров и улучшение описания циркуляции, связанной с Индийским муссоном. Аналогичным образом ошибки, проявляющиеся в прогностической модели национального Метеорологического центра в Вашингтоне, округ Колумбия, чувствительны к схеме расчета

суммарной испаряемости. Было отмечено, что применение модифицированной формулы Пенмана—Монтига дает заметные улучшения в прогнозе осадков в области влажных тропических лесов, а также в расчетах годового цикла и относительной влажности вблизи земной поверхности.

Исследования в области прогноза погоды

Учебный семинар ВМО по диагнозу и прогнозу месячных и сезонных атмосферных вариаций состоялся в Нанкине, Китай, с 8 по 19 октября 1990 г. В семинаре участвовали свыше 100 китайских специалистов и 40 экспертов из 30 других стран, а также представители всех шести региональных ассоциаций ВМО; были хорошо представлены и развивающиеся страны.

Семинар проводился в помещениях Нанкинского метеорологического колледжа, в котором учится 1800 студентов, а профессорско-преподавательский состав насчитывает около 300 человек. Первый заместитель начальника национального метеорологического управления проф. Чжан Цзияй был председателем программного комитета и присутствовал на всех заседаниях семинара. В своем вступительном слове он подчеркнул важность выполняемых ВМО работ в области долгосрочных прогнозов и призвал к дальнейшему активному участию всех стран в этой программе. Д-р Р. Божков (приехавший в Китай по приглашению начальника Управления для оказания консультационной помощи по



Нанкин, Китай, октябрь 1990 г. — Участники учебного семинара ВМО по диагнозу и прогнозу месячных и сезонных атмосферных вариаций

вопросам о станциях ГСА) передал на открытии семинара приветственное послание Генерального секретаря. Д-р Божков был также в Нанкине в последние два дня дискуссий и председательствовал на сессии, которая рассмотрела проект заявления ВМО, подготовленный д-ром Р. Лайвзи. Участники внесли важные поправки в подготовленный текст и этот пересмотренный вариант будет представлен через президента КАН на рассмотрение Одиннадцатого Конгресса.

Программа работы семинара была рассчитана на 12 дней. В течение первой недели его участники познакомились с некоторыми основными понятиями и методами, используемыми в долгосрочном прогнозе погоды. Они имели также возможность лично ознакомиться с действующей в Китае системой оперативного долгосрочного прогноза погоды с использованием микрокомпьютеров. В течение второй недели было заслушано 60 научных докладов и проведено пленарное заседание, посвященное общей дискуссии. Эти доклады охватывали широкий спектр вопросов долгосрочного прогнозирования (шесть секций), включая диагноз важнейших

аномальных явлений погоды, статистические /эмпирические и численные/ динамические методы, модели общей циркуляции и взаимодействие между атмосферой и океаном. Каждый доклад сопровождался оживленной дискуссией.

Этот учебный семинар был первым мероприятием такого рода, организованным ВМО по программе научных исследований в области долгосрочного прогноза погоды, и он пришел во всех отношениях чрезвычайно успешно.

Исследования в области физики облаков и активных воздействий на погоду

Совещание по SACPEX

Эксперимент Саудовской Аравии по физике облаков направлен на то, чтобы получить лучшее представление о природных процессах формирования облачных систем и режимов осадков, преобладающих в юго-западной части Саудовской Аравии. В этом районе от берега Красного моря происходит весьма отчетливо

выраженный подъем поверхности суши, достигающий высоты свыше 2000 м на удалении примерно 120—150 км от берега и идущий параллельно береговой линии. Сильные вертикальные движения воздуха, поднимающегося вдоль этого склона, приводят к образованию над ним мощной гряды кучевых облаков, сохраняющейся в течение многих дней. По мере перемещения этих облаков внутрь страны, где поверхность суши постепенно понижается к востоку, они рассеиваются в результате нисходящих движений воздуха.

Большая часть осадков, выпадающих в Саудовской Аравии, образуется вдоль этого склона. Количество осадков в наиболее возвышенных районах Аспирских гор достигает 500—600 мм и уменьшается до 229 мм в Хамис-Муштейте и 63 мм в Джидде.

Цель SACREX состоит в том, чтобы исследовать физические процессы в облаках и определить, можно ли воздействовать на облака, находящиеся над какой-либо стороной этого склона, с целью получить дополнительные осадки с помощью методов увеличения осадков (засев облаков).

Исследовательские полеты, проведенные в течение апреля—мая 1990 г. на самолете, оборудованном приборами для изучения физики облаков, радиолокационные наблюдения с земной поверхности и спутниковые фотографии — все они свидетельствуют о возможности увеличения осадков. Полученные результаты были рассмотрены на совещании международной группы экспертов (Женева, ноябрь 1990 г.). Эта работа субсидируется Саудовской Аравией, а научный контроль осуществляется ВМО.

Атмосферная среда

Бюллетени о состоянии озонового слоя над Антарктикой

Инициатива Комиссии по атмосферным наукам о предоставлении новейшей информации о состоянии озонового слоя в период антарктической весны 1990 г. увенчалась успехом.

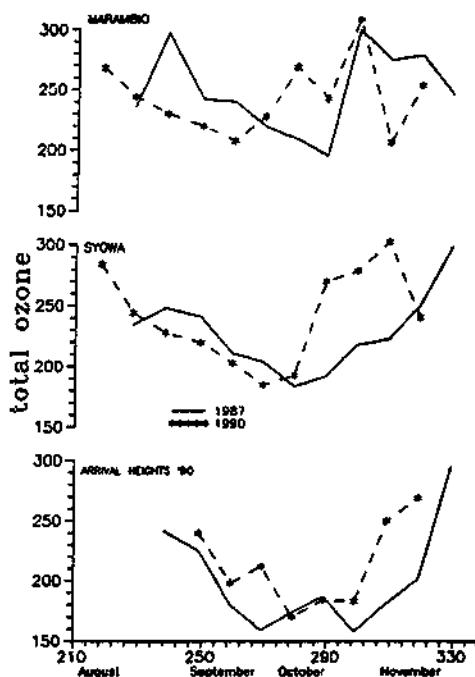
Бюллетени, содержащие эту информацию о квазиреальном времени, подготовлены и выпущены в виде сообщений METNO, переданных по Глобальной системе телесвязи примерно с двухнедельными интервалами. Бюллетени включают предварительные данные, полученные на станциях СГА—ГСНО₃, которые эксплуатируются Аргентиной (совместно с Финляндией). Учтены также данные, полученные со спутника НАСА с помощью спектрометра, картирующего суммарный озон (СКСО). Есть надежда, что следующей весной в южном полушарии в этом начинании смогут участвовать и другие страны — Члены ВМО. Бюллетени оказались исключительно полезными для национальных Метеорологических служб и использовались также, чтобы дать авторитетные ответы на запросы общественности. В общей сложности было выпущено семь бюллетеней начиная с конца августа и по ноябрь включительно.

Убыль озона в 1990 г. очень напоминала минимумы, отмеченные в 1987 и 1989 гг. В начале весеннего сезона, в августе, содержание озона было примерно на 10 % меньше среднего многолетнего значения для 20-летнего ряда данных наблюдений, предшествовавших

появлению «озонной дыры» над Антарктикой. Затем содержание озона необычайно быстро уменьшалось в течение первой половины сентября до экстремально низких значений менее 180 м атм см, во второй декаде месяца оно в среднем понизилось на 35 % и в первые дни октября составляло 40 % значений, отмечавшихся в период до появления озонной дыры. Суммарное содержание озона в центре вихря упало в первую половину октября до 130 м атм см и над значительной частью Антарктики было на 50 % меньше нормы, вычисленной для периода до появления дыры. В слое между 100 и 60 гПа (примерно от 16 до 19 км) за неделю или несколько больше озон исчез полностью.

В этот период антарктический вихрь не был циркумполярно симметричным и часто принимал вытянутую форму, вызывая большие флюктуации содержания озона — от 360 до 170 м атм см, причем в некоторых районах на границе береговой зоны — в течение нескольких суток, в зависимости от того, где производились измерения — внутри или вне вихря. В последнюю декаду октября — начале ноября суммарное содержание озона в центре вихря несколько возросло до 160—175 м атм см, но эти значения все еще оставались на 35—40 % ниже отмечавшихся в период до появления озонной дыры.

В середине ноября, когда центральная часть антарктического вихря была довольно устойчивой, самое низкое содержание озона составляло примерно 180 м атм см, а общая площадь, покрываемая вихрем, уменьшилась, так что над большей частью береговой зоны флюктуирующие значения понижались в отдельные дни до 190 м атм см, но в целом были



Предварительные данные по суммарному озону (среднедекадные значения), полученные на станциях Марамбьо (66° ю. ш., 57° з. д.), Сёва (69° ю. ш., 39° в. д.) и Эррайвал-Хейтс (78° ю. ш., 166° в. д.), показаны штриховыми кривыми. Эти данные сопоставляются с отмеченными в 1987 г. низкими значениями суммарного содержания озона, полученными по данным СКСО в прямоугольниках $2 \times 5^\circ$ (с любезного разрешения группы обработки данных СКСО Годдардовского центра НАСА)

Источник: Р. Божков, ВМО

ближе к нормальному содержанию озона порядка 300 м атм см. В конце ноября — начале декабря уменьшение градиента температуры в стратосфере привело к ослаблению вихря, и нарушение его динамики, видимо, обусловило быстрый обмен воздушными массами средних широт, так что в центральном ядре содержание озона изменялось от низких значений (примерно на 30 % меньше, чем в период до появления дыры) до нормальных значений. Таким образом, предварительный анализ показывает, что в сентябре—ноябре

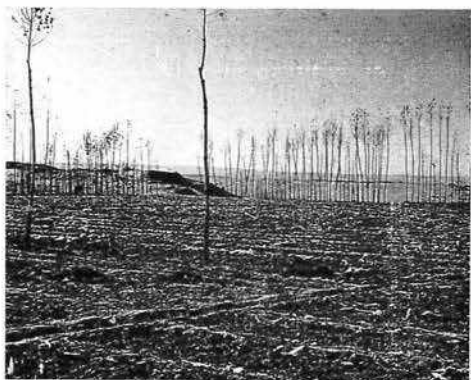
и начале декабря 1990 г. общая площадь, характеризующаяся низким содержанием озона, вероятно, составит второй минимум после 1987 г. и/или, по крайней мере, такой же, как в 1989 г.

Сельскохозяйственная метеорология

ВМО приняла участие в совещании ФАО, которое состоялось 12—16 ноября 1990 г. в Риме и было посвящено созданию международного банка информации о растительных ресурсах, экологических требованиях и реакциях на управление. Эта информационная база будет содержать количественные значения метеорологических параметров, от которых зависят урожай, продукция животноводства и общее состояние сельскохозяйственных культур и животных. Страны-Члены смогут использовать эту информацию для целей прогноза и оценки повторяемости определенных событий. Работы по созданию банка продолжаются.

ВМО участвовала в региональном семинаре

ЭСКАТ/ПРООН по стабилизации песчаных дюн (Ланьчжоу, Китай, 6—8 ноября 1990 г.), где было представлено сообщение о деятельности ВМО по проблеме засух и опустынивания. После семинара представители ВМО участвовали также в тематической экскурсии, состоявшейся 9—15 ноября 1990 г. В пустыне Шапоту участники экскурсии посетили опытно-исследовательскую станцию в Чжунвэе (провинция Нинся). За тридцать лет эксперимента удалось не только полностью стабилизировать дюны, но и создать хозяйства, которые получают такие же урожай фруктов, овощей и кукурузы, как в районах традиционного земледелия. Методика и виды растений, используемые для стабилизации дюн, могли бы успешно применяться в других странах, где существует эта проблема. В программу экскурсии вошло и посещение станции по изучению опустынивания и мелиорации земель в округе Янцзы. Участники экскурсии смогли убедиться, что при некоторой помощи со стороны правительства фермерам удалось удвоить свои доходы, используя мелиорированные земли.



Пустыня Шапоту, Китай—В результате успешного эксперимента пустыня превращается в плодородный сельскохозяйственный район

Фото: В. Р. Кришнамурти, ВМО



Янцзы, Китай — Возделывая мелиорированные земли, крестьяне удвоили свои доходы

Фото: В. Р. Кришнамурти, ВМО

С 16 по 20 ноября 1990 г. экскурсанты посетили Пекинский метеорологический институт и Метеорологическое бюро в г. Гуанчжоу, где ознакомились с постановкой научных исследований и оперативной деятельностью в области агрометеорологии. Оперативные методы, связанные с использованием защитной пленки и теплиц туннельного типа, представляют интерес для многих развивающихся стран, особенно при выращивании рыбы, в лесном хозяйстве и сельскохозяйственном производстве.

С 21 по 22 ноября 1990 г. во время посещения Малайзийского метеорологического управления эксперт ВМО и местные специалисты обсудили план работ по агрометеорологическому проекту, вопрос об оказании дальнейшей помощи проекту и рекомендации по его выполнению. Почти 70 % возделываемых в Малайзии земель заняты плантациями каучуконосов и масличных пальм, в связи с чем проект нуждается в развитии оперативного обслуживания производства этих двух важных товарных культур.

С 4 по 7 декабря 1990 г. во Флоренции состоялся симпозиум

по практическим применениям агрометеорологии для защиты растений, организованный совместно Европейско-Средиземноморской организацией защиты растений, Североамериканской организацией защиты растений и *Instituto di Analisi Ambientale e Telerilevamento applicati all'Agricoltura*. Участники симпозиума пришли к следующим выводам:

- В интересах охраны здоровья человека важно правильно организовать защиту растений и, в частности, экологически грамотно использовать препараты для защиты растений. Основным условием такой защиты является создание систем оповещения о распространении вредителей и принятия решений на основе агрометеорологических данных и принципов комплексной борьбы с вредителями;
- Многие системы оповещения и принятия решений базируются на моделях, в которых используются подмодели и подпрограммы. Использование подмоделей позволяет сравнительно легко уточнять общую модель и внедрять новые разработки. Участники симпозиума отмечают ценность междисциплинарных рекомендаций и призывают разработчиков быстрее внедрять опробованные модели в практические системы оповещений и принятия решений, дающие понятные потребителям результаты. Кроме того, участники симпозиума приняли следующие рекомендации:
- Широкое внедрение систем оповещения о распространении вредителей и принятия решений требует координации

и поддержки этой деятельности со стороны официальных служб защиты растений и агрометеорологических служб. Правительства стран-Членов должны обеспечить их достаточными средствами, чтобы гарантировать надежность и широкую применимость оповещений, их непрерывный выпуск;

- Создание эффективных систем оповещения и принятия решений должно основываться на последовательных этапах научных исследований, испытаний внедрения, технического обслуживания и модернизации, в связи с чем правительства стран-Членов должны обеспечить финансирование на весь необходимый период времени;
- Системы оповещения и принятия решений обычно требуют продолжительных рядов систематически собираемых данных о нашествиях вредителей, в связи с чем правительства стран-Членов должны создать и/или сохранять массивы разнообразных биологических и агрометеорологических данных и сотрудничать с правительствами других стран-Членов при сборе этих данных;
- ВМО должна поручить какой-либо рабочей группе КСхМ или докладчику изучить вопрос об использовании метеорологической информации с тем, чтобы избежать необязательного применения химических препаратов при проведении мероприятий по защите растений;

Учитывая важность метеорологических параметров,

особенно периода увлажнения листьев, для развития растений, вредителей и заболеваний, ВМО должна поручить КСхМ и КПМН сформулировать требования к стандартному методу измерения этих параметров и, в первую очередь, периода увлажнения листьев. Должны быть определены также требования к датчикам для измерения периода увлажнения листьев и их расположению относительно растений. Следует разработать инструкции по сопоставлению других датчиков и методов со стандартными.

При содействии

Метеорологической службы Чили была переведена на испанский язык и опубликована Техническая записка ВМО № 192 (ВМО — No. 687) *Агрометеорологические аспекты оперативной защиты растений.*

Подготовлен ряд материалов для передвижных семинаров по использованию метеорологической информации для составления эффективных планов поливов. Такие семинары запланированы на 1991 и 1992 гг.

Метеорология и освоение океанов

Дрейфующие буи

Огромные пространства южного полушария, занятые океаном, представляют собой жизненный интерес с точки зрения оперативной метеорологии и океанографии, а также научных исследований, мониторинга и прогноза состояния глобальной климатической системы. Эти области традиционно плохо охвачены наблюдениями, как метеорологическими, так и

океанографическими, и, по крайней мере со времени проведения глобального метеорологического эксперимента, дрейфующие буи для получения данных об океане считаются в высшей степени эффективным с экономической точки зрения средством расширения такого рода наблюдений. Страны южного полушария, разумеется, крайне заинтересованы в расширении объема имеющихся данных об окружающих их океанах, и многие из этих стран уже в течение многих лет активно участвуют в осуществлении программ по дрейфующим буям. В то же время, в силу *географической удаленности* и других причин эти страны чаще, чем хотелось бы, лишены возможности принимать непосредственное участие в деятельности различных рабочих групп и групп экспертов, которые занимаются планированием и координацией океанических систем наблюдений, представляющих для них наибольший интерес.

По этим причинам координационная группа по дрейфующим буям (КГДБ — организована совместно ВМО и межправительственной океанографической комиссией) с большим удовольствием приняла предложение Австралийского метеорологического бюро провести свою шестую сессию в головном отделении этого бюро в Мельбурне в октябре 1990 г. В результате эта сессия состоялась 6—19 октября, и после нее, как обычно, было проведено ежегодное (десятое) совещание по единому тарифному соглашению Аргос. В дополнение, CLS/Служба Аргос воспользовалась возможностью провести там же в здании Австралийского метеорологического бюро конференцию для австралийских потребителей системы Аргос.

В общей сложности в сессии КГДБ приняло участие 15 представителей семи стран и пяти организаций. Поскольку работа группы в настоящее время в чрезвычайно большой степени замыкается на деятельности ее технического координатора, значительная часть времени была посвящена рассмотрению результатов этой деятельности. Две ее главных компоненты касаются количества и качества данных, поступающих от дрейфующих буев и распространяемых через ГСТ, и в связи с этим интересно отметить, что общее количество дрейфующих буев, данные которых поступают в ГСТ, составляет сейчас почти 300 единиц против менее чем 200, действовавших год назад (в настоящее время введено в эксплуатацию почти 50 % всех буев, тогда как раньше их было всего 30 %), и за тот же период в среднем заметно улучшилось качество измерений давления, производимых на буях (средняя квадратическая погрешность наблюдений стала меньше ошибки поля *первого приближения*, используемого в ЕЦППС).

Группа уделила также некоторое время рассмотрению финансовых и административных вопросов. В их числе были различные контракты, заключенные в целях поддержки деятельности технического координатора и других работ выписки счетов от ВМО и УКАИ и проект бюджета на 1991—1992 гг. Группа одобрила слегка увеличенный общий бюджет на 1991—1992 гг., который должен формироваться за счет финансовых взносов на существующем уровне плюс некоторые новые вклады. Было также решено, что в 1991—1992 гг. технический координатор будет по-прежнему работать по контракту, заключенному

с УКАИ и располагаться в штаб-квартире компании «Сервис Аргос инкорпорейтед» в штате Мэриленд, США.

Помимо этого группа приняла решения по следующим основным вопросам:

- Реализация первой фазы установления новой последовательности обработки данных Аргос, передаваемых по ГСТ: вероятно эта фаза завершится в первой половине 1991 г., она будет финансироваться непосредственно через данную группу и должна привести к значительному улучшению обработки данных Аргос как для оперативных, так и для научных организаций, пользующихся этой системой. Вопрос о возможном финансировании процесса реализации других элементов предложенной новой последовательности группа направила совещанию по единому тарифному соглашению (ЕТС) для его дальнейшего рассмотрения;
- Установление прямого сотрудничества с программой ЭЦМО/ТОГА по изучению скорости течений у поверхности океана для оперативных испытаний и возможного установления датчиков давления на новом дешевом дрейфующем буе для ЭЦМО. Группа выступит в качестве одного из организаторов рабочего семинара на эту тему, который состоится во второй половине 1991 г.;
- Создание международной программы по использованию буев в Арктике, руководимой региональной группой действия, находящейся в ведении

координационной группы. Канада устранивает совещание в марте/апреле 1991 г. под эгидой этой группы с целью начать работу по этой программе.

Как уже отмечалось выше, в соответствии со сложившейся традицией после сессии КГДБ состоялось десятое совещание по единому тарифному соглашению Аргос. Такие ежегодные совещания имеют целью не только обеспечить форум для проведения диалога между владельцами и потребителями системы Аргос, но также и договориться о годовом тарифе, приемлемом для государств — пользователей Аргос. Десятое совещание собрал 16 участников из семи стран и пяти организаций.

На этом совещании были с интересом отмечены достижения и усовершенствования, реализованные в системе Аргос в самое последнее время, включая введение в действие новых региональных центров, установление связи между Аргос и системами сбора данных, действующими через геостационарные метеорологические спутники, и более широкое использование Аргос в крупных океанографических программах. Было достигнуто соглашение относительно нового финансового плана обеспечения операций Аргос на период начиная с 1991 г. Этот план по существу предусматривает, что ЕТС гарантирует ежегодное покрытие половины годовой стоимости операций Аргос (определяемой в соответствии с некоторой согласованной формулой; другая половина оплачивается потребителями, не вступившими в ЕТС). Все добавочные денежные средства, поступившие сверх этого количества через ЕТС в каком-либо

году, пойдут на погашение накопленного Аргос долга. Приняв к сведению, что в ежегодные расходы на операции CLS входит статья, предусматривающая возмещение затрат на развитие системы, совещание решило, что, так как ЕТС оплачивает значительную часть этих расходов, ежегодное совещание должно иметь некоторое представление о действиях, предпринимаемых в этом направлении. Поэтому CLS была направлена просьба о предоставлении к каждому такому совещанию подробной и полной информации обо всех, как текущих, так и планируемых капиталовложениях с тем, чтобы оно могло рассмотреть эту информацию и дать свои замечания.

Предложение координационной группы по дрейфующим буям относительно новой последовательности обработки данных Аргос для ГСТ привело к оживленному обсуждению вопроса о целесообразности прямого (или какого-либо другого) финансирования такой работы через специальный фонд развития Аргос, поддерживаемый через ЕТС. Наконец, совещание решило настоятельно рекомендовать CLS/Службе Аргос самой субсидировать осуществление оставшихся этапов новой последовательности передач по ГСТ, и эти капиталовложения будут погашены в течение ряда лет.

В заключение совещание отметило, что из имевшейся на время его проведения информации можно полагать, что общее число платформу-лет, на которые заключены контракты на 1991 г., составило примерно 890—900, а это означает, что тарифные расценки в 1991 г. будут такими же, как и в 1990 г., т. е. 27 790 фр. франков за один платформу-год. Хотя

окончательное число платформу-лет, на которые подписаны контракты, станет известно лишь после 15 января 1991 г., возможно, что этот тариф останется неизменным.

ОГСОО

Группа экспертов по морским операциям и техническим применениям (ОТП) ответственна за технические аспекты обслуживания системы ОГСОО. Поэтому группа ОТП занимается такими специальными вопросами, как методы океанографических наблюдений, коды и соответствующие форматы для передачи данных ОГСОО, оперативный контроль качества океанографических данных, мониторинг потока данных ОГСОО, публикации ОГСОО и др.

Вторая сессия группы экспертов ОГСОО по ОТП, организованная МОК, состоялась в Париже с 12 по 16 ноября 1990 г. В работе сессии приняли участие 16 членов группы и другие приглашенные эксперты из десяти Членов ВМО/стран-членов МОК. Председатель группы д-р Маклейн (США) в своем отчетном докладе на сессии отметил в первую очередь, что глобальные потребности в своевременном осуществлении мониторинга условий в океане быстро растут, в частности, вследствие широкого признания роли океанов в глобальных изменениях. ОГСОО принимает меры к удовлетворению этих требований, и группа ОТА уже многое сделала для повышения эффективности работы ОГСОО, включая более широкое использование автоматизированных систем наблюдений, применение новых гибких форматов для высокоскоростной передачи данных об океане, сокращение и стандартизацию процедур

контроля качества данных и более глубокое понимание специфических проблем, связанных с океанографическими наблюдениями. Тем не менее многие вопросы еще ждут своего решения, и д-р Маклейн особо отметил среди них такие давно известные проблемы, как недостаток данных о солености, передаваемых по ГСТ, и трудности в создании условий для своевременного и надежного обеспечения данными ОГСОО всех заинтересованных лиц и организаций.

Для решения этих различных проблем группа ОТА решила в первую очередь поручить выполнение ряда *демонстрационных проектов* различным членам группы (и/или другим экспертам из их стран) с тем, чтобы эти проекты были завершены к следующему совещанию группы. Указанные проекты направлены, в частности, на облегчение доступа к данным TESAC и TRACQOV, улучшение их качества и их своевременную передачу по ГСТ.

В числе других рассмотренных на сессии крупных вопросов и принятых его решений были следующие:

- Явно выраженная поддержка требований о введении гибких кодов для распространения океанографических данных через ГСТ и принятие уже разработанного гибкого кода ОГСОО (IFC), как удовлетворяющего этим требованиям;
- Включение в BUFR таблиц дескрипторов данных GF-3;
- Обеспечение таких условий, чтобы новая система ИНМАРСАТ-С полностью удовлетворяла все потребности в передаче океанографических

данных с судов, находящихся в море;

- Обзор работы специальной группы ОГСОО по процедурам контроля качества для автоматизированных систем, в частности в отношении проблем, связанных с *изгибанием и скоростью опускания* батитермографов ХВТ;
- Проведение семинара и симпозиума по продукции ОГСОО, которые состоятся в Токио 15—24 апреля 1991 г.;
- Проблемы мониторинга потока данных ОГСОО через ГСТ;
- Пересмотр публикаций ОГСОО.

Консультативная рабочая группа КММ

Консультативная рабочая группа КММ провела свою седьмую сессию в штаб-квартире ВМО в Женеве с 26 по 30 ноября 1990 г. под председательством президента этой Комиссии г-на Р. Дж. Шермана (Соединенное Королевство). То, что сессия состоялась примерно в середине текущего межсессионного периода работы Комиссии, дало возможность группе досконально рассмотреть положение дел в осуществлении всех разнообразных проектов и работ, выполняемых Комиссией в настоящее время, в частности, с точки зрения возможности их завершения ко времени созыва КММ-XI. В числе тех проектов, в рамках которых уже выполнена существенная часть работы, может быть отмечена подготовка новой системы ВМО распространения по радиотелеграфу морских прогнозов и предупреждений в рамках глобальной системы ММО подачи сигналов бедствия и обеспечения безопасности на море (см. *Бюллетень ВМО*, 40(1),

с. 76), подготовка руководства по применению морской климатологии, разработка банка глобальных числовых данных по морским льдам и подготовка справочника для моряков по ледовым службам в Южном океане.

В настоящее время проявляется почти беспрецедентный повсеместный интерес к изучению океанов, мониторингу их физических, химических и биологических характеристик; к изучению процесса двухстороннего взаимодействия с атмосферой; к подготовке данных об океане и обеспечении очень широкого спектра услуг для сообщества морских потребителей. Как технический консультативный орган, основные обязанности которого связаны с океаном и прилегающей к нему воздушной средой в смысле как их мониторинга, так и обеспечения соответствующих служб, КММ в настоящее время настойчиво добивается предоставления необходимой технической экспертной помощи и руководства с той целью, чтобы ВМО и все ее Члены могли играть надлежащую роль в развитии многих видов международной деятельности, связанной с изучением глобального океана. Этот вопрос был главной темой дискуссий, развернувшихся на сессии консультативной рабочей группы, где было особо подчеркнута важность добровольных наблюдений на судах, дрейфующих буев и океанографических спутников для мониторинга океана и предложенной глобальной системы наблюдений за океаном; системы сбора, обмена и архивация данных о морских льдах как для климатических исследований, так и для морских служб; и, наконец, создания в будущем объединенных метеорологических/

океанографических служб для увеличения числа морских потребителей. В связи с последним вопросом группа заслушала чрезвычайно интересную и насыщенную информацией научную лекцию председателя рабочей группы по техническим проблемам г-на Й. Гуддала (Норвегия) об объединенной системе прогнозирования состояния морской среды.

КММ-Х признала, что будущее поколение океанографических спутников окажет огромное потенциальное воздействие на мониторинг океана, развитие научных исследований и служб и создала совместно с ОГСОО *ad hoc* группу экспертов для выработки рекомендаций по этому вопросу. Работа этой *ad hoc* группы послужила темой еще одной оживленной дискуссии, развернувшейся на сессии, и было решено, что отчеты, подготовленные этой группой, станут центральной темой технической конференции по дистанционному зондированию океана, которая будет организована в связи с КММ-ХI при поддержке МОК и ЕКА.

В заключение консультативная рабочая группа приняла предварительную повестку дня КММ-ХI и с большой благодарностью отметила приглашение Соединенного Королевства провести следующую сессию Комиссии в Лондоне, возможно, в феврале 1993 г.

Гидрология и водные ресурсы

Международная конференция по МДБСУСБ, 1990 г., Япония

Эта конференция проводилась с 27 сентября по 3 октября 1990 г. в Японии в городах

Иокогама и Кагосима. Она была организована штабом японского правительства по проведению Международного десятилетия по борьбе за сокращение ущерба от стихийных бедствий (МДБСУСБ) и другими японскими организациями, ответственными за проведение МДБСУСБ, в ознаменование начала Десятилетия и имела целью определить направления деятельности в период Десятилетия, способствующей уменьшению бедствий во всем мире.

Организаторы конференции подчеркивали, что в прошлом на Японию обрушивались разнообразные стихийные бедствия — тайфуны, землетрясения, цунами, извержения вулканов и другие. Но принятые контрмеры позволяли Японии существенно уменьшить число жертв стихийных бедствий. Поэтому Япония полностью поддерживает цели МДБСУСБ и оказывает значительную поддержку соответствующим мероприятиям.

Конференция собрала большую международную аудиторию. Была проанализирована существующая картина стихийных бедствий в различных районах мира, обсуждались нынешние контрмеры, принимаемые в различных странах, и их слабые стороны, отмечалась необходимость международного сотрудничества и оценивалась эффективность капиталовложений для предотвращения бедствий, рассматривались процессы урбанизации, степени опасности стихийных бедствий, системы связи для вовлечения населения в проведение контрмер, методы обеспечения безопасности в районах, подверженных бедствиям, проблемы регионального развития и предотвращения стихийных бедствий.

Представителем ВМО на

конференции был д-р Дж. Б. Миллер из департамента гидрологии и водных ресурсов, представивший доклад о таких метеорологических и гидрологических бедствиях, как тропические циклоны, наводнения и торнадо. В докладе охарактеризована повторяемость этих бедствий по региону и изложены планы ВМО по МДБСУСБ, как они определены в плане действий, принятом на 42-й сессии ИС.

**Международная конференция,
посвященная анализу последствий
стихийных бедствий**

Эта международная конференция состоится 10—12 июля 1991 г. в Калифорнийском университете в Лос-Анжелесе, США. Она проводится организацией «Международные исследования и программы для зарубежных стран» при поддержке Латиноамериканского центра исследований в тихоокеанском регионе. В конференции примут участие ряд национальных и международных организаций.

В центре внимания будут находиться самые разнообразные стихийные бедствия — землетрясения, штормы, наводнения, извержения вулканов, пожары, засухи, а также экологические проблемы. Цель конференции состоит в том, чтобы собрать междисциплинарную группу специалистов академического, управленческого и частно-предпринимательского сектора, которые обменялись бы опытом и результатами научных исследований и обсудили программу действий на будущее с точки зрения необходимых исследований, политики и мер ослабления последствий стихийных бедствий. В число основных тем входят:

- Последствия стихийных бедствий и соответствующие экономические, экологические, правовые, медицинские, технические, политические и социальные проблемы;
- Вопросы страхования;
- Будущее международное междисциплинарное сотрудничество.

Всю переписку, касающуюся конференции, направлять по адресу:
Prof. Samuel Aron, Conference Chair,
GSAUP, UCLA, Los Angeles, California,
90024, USA.
Telephone: (213) 825-7430.
Fax: (213) 206-5566.

Совещание по гидрологии в Пекине

В соответствии со своими задачами — уделять особое внимание вопросам качества воды и ориентировать свою гидрологическую деятельность на мониторинг антропогенных воздействий на природную среду — ВМО приступила к осуществлению программы, которая поможет национальным Гидрологическим службам усовершенствовать и расширить их деятельность в области мониторинга качества воды и транспорта наносов. С помощью этой программы предполагается привлечь внимание к соответствующей проблеме путем проведения ряда региональных учебных мероприятий, обеспечить Гидрологические службы необходимыми руководствами и помочь в рамках проектов технического содействия усовершенствованию или созданию надлежащим образом оборудованных лабораторий.

Первым учебным мероприятием из этой серии явился семинар по измерениям транспорта наносов, который был организован 9—17 октября 1990 г. в Пекине

(Китай) для специалистов из стран Азии и юго-западной части Тихого океана (Регионы II и V). Из 30 участников семинара примерно половина прибыла из Гидрологических служб и национально-исследовательских центров Китая. Остальные были направлены на семинар десятью странами региона и Мкгонгским секретариатом. Семинар проводили пять известных специалистов из Бельгии, Венгрии, Китая и США. Программа охватывала ряд вопросов, связанных с мониторингом транспорта взвешенных и донных наносов, в том числе полевые и лабораторные методы, анализ и интерпретацию данных. В программе продуманно сочетались лекции, занятия-дискуссии и демонстрация оперативных методов измерения. Действовала выставка приборов для сбора проб донных и взвешенных наносов, созданных в Китае (см. фото).

Сразу после семинара, 18—22 октября 1990 г., проходила 4-я сессия Рабочей группы РА II по гидрологии. Сессия обсудила и одобрила в первом приближении предварительные сообщения докладчиков по гидрологическим



Женева, октябрь 1990 г. — Участники встречи Межсекретариатской группы по водным ресурсам, которая проходила в Секретариате ВМО с 3 по 5 октября 1990 г. и где обсуждались проблемы межагентского сотрудничества в области водопользования, в частности, необходимость проведения международной конференции по водным ресурсам и окружающей среде в Ирландии

Фото: ВМО/Бьянко



Пекин, Китай, октябрь 1990 г.—Специалист по наносам г-н Лонг Юкиань демонстрирует китайский пробоотборник для донных наносов во время семинара РАП/РАУ

Фото: Ж. Басси, ВМО

сетям, сбору и передаче гидрологических данных, гидрологическим прогнозам и моделированию, ГОМС, гидрологическим потребностям региона, ВКП — Вода и состоянию оперативной гидрологии в Азии. В ходе обсуждения был поднят ряд важных вопросов, в том числе об укреплении связей между гидрологическими службами

региона, прежде всего, при выполнении гидрологических прогнозов для совместных речных бассейнов, о более широком вовлечении в мероприятия ВКП — Вода и улучшении сотрудничества в региональных мероприятиях ГОМС.

Третье совещание из этого ряда — международный симпозиум, проводившийся МАГН и Гидротехническим обществом Китая и посвященный гидрологическим основам управления водными ресурсами. Он состоялся 23—27 октября 1990 г. ВМО была в числе организаторов этого симпозиума, собравшего свыше 100 участников. Рассматривались следующие вопросы: движение поверхностных и грунтовых вод и их взаимодействие в процессе водопользования; оценка качества вод и управление водными ресурсами; сбор и обработка гидрологических данных; информационная система и база данных; аналитическое обеспечение и экспертные системы в управлении водными ресурсами и специальные проекты; гидрология и водные ресурсы в изменяющихся условиях; вопросы управления, планирования и эксплуатации водных ресурсов. Материалы симпозиума на 53 страницах были заранее опубликованы МАГН.

Международная конференция по водным ресурсам и окружающей среде Дублин, Ирландия, 26—31 января 1992 г.

Впервые с 1977 г., когда в Мар-дель-Плате (Аргентина) состоялась Конференция ООН по воде, ООН организует конференцию по проблемам, связанным с противоречивыми аспектами освоения водных ресурсов. Конференцию, которую будет принимать правительство Ирландии, проведет ВМО от лица 23 учреждений и агентств системы ООН, входящих в Межсекретариатскую группу ООН по водным ресурсам. Итоги конференции — стратегия водопользования на 1990-е годы и последующий период — является главным вкладом по теме пресноводных ресурсов на Конференции ООН по окружающей среде и развитию, которая состоится в Рио-де-Жанейро в июне 1992 г.

Как сказано в журнале «Тайм» от 5 ноября 1990 г., «...почти незаметно проблема воды распространилась по планете, больше озабоченной глобальным потеплением, истощением озона и другими новоявленными экологическими угрозами». Указанная проблема, конечно, многоплановая: это и водозапасы, и наводнения, и эрозия, и загрязнения. Во многих районах мира напряженное положение с водными ресурсами.

Спрос на воду растет и во многих местах он превысил предложение. Быстрый рост народонаселения, чрезмерный забор воды из водоносных пластов, загрязнение рек и ручьев, сведение лесов и эрозия — все это усугубляет ситуацию. В то же время обострилась проблема наводнений. Однако попытки решить сразу и эту, и другие проблемы могут нарушить хрупкий баланс между потреблением воды для нужд человека и потребностями природных экосистем в пресной воде.

Участники конференции попытаются очертить эти и многие другие взаимосвязанные проблемы. Приглашения для участия в конференции направляются министрам иностранных дел, однако важно, чтобы конференция отвечала интересам Гидрологических служб, и страны-Члены в соответствии со своими обязанностями должны изыскать пути для участия в этом мероприятии.

Образование и подготовка кадров

Недавние мероприятия

Учебный семинар для преподавателей на национальном уровне

С 1 по 12 октября 1990 г. в Хараре (Зимбабве) состоялся учебный семинар для преподавателей из Регионов I (Африка) и VI (Европа). Со словами приветствия к 26 участникам (25 из стран РА I и один из РА VI) обратились исполняющий обязанности министра транспорта проф. Мугабе и постоянный представитель Зимбабве в ВМО д-р М. К. Зиньовера. В семинаре участвовали лекторы из РА I, РА V, РА VI, учебного центра ILO в Турине и ВМО. Семинар проводился на английском и французском языках и охватывал следующие вопросы: методы и приемы обучения; погодные системы в тропических, южных и северных районах Африки и в Средиземноморье; глобальная климатическая система, обработка климатических данных; научное обоснование изменения климата; изменяющийся состав атмосферы и Служба глобальной атмосферы ВМО; современное состояние озонового слоя; агрометеорология; применения дистанционного зондирования для мониторинга

наводнений; авиационная метеорология. Участникам семинара была также предоставлена возможность обменяться информацией по оперативным методам, проблемам и решениям. В ходе заключительной дискуссии в последний день семинара были высказаны некоторые пожелания и рекомендации, полезные для планирования подобных семинаров в будущем. Дискуссию руководила заместитель директора г-жа Р. П. Кариманзира, которая и объявила о завершении семинара.

Курсы по методам и приемам обучения для преподавателей метеорологии и оперативный гидрологии

Курсы были организованы в сотрудничестве с Международным центром ILO современного профессионально-технического образования с целью усовершенствовать знания и навыки преподавателей в части методики и приемов обучения. Занятия проводились 5—30 октября 1990 г. на английском языке в Турине, Италия.

Программа курсов включала введение в системный подход к обучению и вопросы, связанные с планированием и проведением уроков, проверкой и оценкой знаний. Помимо лекций, которые читались преподавателями центра, проводились групповые занятия,

в том числе по методам программированного обучения. Ряд занятий был посвящен составлению слушателями методических разработок по конкретным вопросам.

На курсах обучались преподаватели из Алжира, Аргентины, Барбадоса, Болгарии, Венесуэлы, Вьетнама, Ганы, Египта, Ирана, Кении, Коста-Рики, Нигерии и Филиппин.



Хараре, Зимбабве, октябрь 1990 г. — Участники семинара на демонстрации КЛИКОМ в центре обработки данных Метеорологической службы Зимбабве

Фото: Г. Руддер, ВМО



Турин, Италия, ноябрь 1990 г. — Слушатели курсов по методам и приемам обучения для преподавателей метеорологии и оперативной гидрологии

Фото: ILO, Турин

Предстоящие мероприятия

Курсы по гидрологии

Отдел водных ресурсов Геологической службы США вновь организует курсы по методам гидрологических исследований и приглашает к участию зарубежные страны. Курсы будут проводиться в Денвере (шт. Колорадо) с 11 июня по 23 августа 1991 г. на английском языке. Курсы предназначены для гидрологов и специалистов водного хозяйства, в обязанности которых входит планирование и проведение гидрологических исследований, а также подготовка кадров. Гидрологам, которые поступят на курсы, будут преподаваться методы и приемы, используемые Геологической службой для сбора гидрологических данных и их интерпретации при оценке водных ресурсов какой-либо области или региона. Предполагается, что гидрологи приспособят эти приемы и методы для конкретных нужд своих ведомств.

Кафедра гидрологии Университета г. Рурки (Индия) объявила об организации двенадцатых международных курсов по гидрологии для аспирантов и магистров наук. Курсы начнут работать 17 июля 1991 г. и будут проводиться на английском языке.

Продолжительность обучения — 12 месяцев для получения диплома и еще 4,5 месяца для получения степени магистра. Предполагается также проведение научно-исследовательской работы, за выполнение которой присуждается докторская степень.

Статистика в сельскохозяйственной климатологии

В этом году курсы по статистике в сельскохозяйственной климатологии будут работать при Редингском университете

(Соединенное Королевство) с 10 июля по 17 сентября. Общая цель этих курсов, которые проводятся на английском языке, — обеспечить основу для использования статистической климатологии в оперативной практике, чтобы улучшить и стабилизировать сельскохозяйственное производство. На курсах будут изучаться широко применяемые статистические методы, слушатели познакомятся с использованием компьютеров для управления и анализа данных. Помимо прочего, слушатели получают практическую помощь в решении конкретных проблем, с которыми сталкиваются развивающиеся страны.

Курсы организуются по модульному принципу, и их слушателям предоставляется возможность после раздела статистических вычислений изучать климатологические расчеты, климатологическую статистику и агроклиматологию.

Затем слушатели курсов смогут продолжить подготовку, например, на двухнедельных учебных курсах по КЛИКОМ.

Агрометеорологические курсы

Колумбийский институт гидрологии, метеорологии и земледелия (НИМАТ) в сотрудничестве с ВМО организует восьмые международные учебные курсы по агрометеорологии для технических специалистов III класса. Курсы будут работать с 29 июня по 13 сентября 1991 г. в Боготе, Колумбия. Эти курсы, которые проводятся на испанском языке, нацелены на расширение

возможностей Метеорологических служб удовлетворения постоянно растущего спроса на метеорологическую информацию для сельского хозяйства. Будут изучаться следующие вопросы и проблемы: радиационный баланс и общая метеорология; применения статистики в агрометеорологии; сельскохозяйственная наука; агрометеорологические приборы и методы наблюдений; эвапотранспирация и водный баланс; фенология; неблагоприятные погодные условия и развитие посевов; применения агрометеорологии.

Модульное обучение

Национальная школа метеорологии в Тулузе (Франция) объявила о своих планах по модульной программе обучения на 1991-92 гг. для метеорологического персонала I и II класса. В этот раз программа включает 11 модулей: на уровне I класса — специализация по климатологии, углубленная подготовка по физической метеорологии, углубленная подготовка по динамической метеорологии, специализация по обработке метеорологических данных (численный прогноз); на уровне магистра наук — численное моделирование, тропическая метеорология; на уровне II класса — подготовка по разделам: сигналы и аналоговые системы, сигналы и цифровые системы, распространение радиоволн и радиосвязь, использование и состыковка микропроцессоров (также на уровне I класса), метеорологические наблюдения и сетевые методы. Курсы проводятся на французском языке.

Новый курс подготовки аспирантов-метеорологов в Редингском университете, Соединенное Королевство

Изменения в подготовке аспирантов, предложенные кафедрой метеорологии Редингского университета, производятся с тем, чтобы учесть потребности студентов и спонсоров и лучше использовать имеющиеся средства.

Вместо существующих курсов вводятся два новых курса для магистров наук — по проблемам погоды, климата и моделирования и по прикладной и сельскохозяйственной метеорологии. Это разные курсы, но в первом семестре они проводятся параллельно и включают ряд одинаковых дисциплин.

Цель курса по проблемам погоды, климата и моделирования — дать количественное описание физических процессов, порождающих погодные системы; показать, как сочетание погодных систем образуют климаты; ознакомить с методами моделирования погодных систем и глобального климата на компьютерах.

В первом семестре изучаются погодные системы и соответствующие концепции, динамика потоков атмосферы и океана, физика и химия атмосферы, начала численного моделирования. Будут проводиться также консультации и практические занятия.

Во втором семестре изучаются моделирование атмосферных процессов, динамика погодных систем в умеренных и тропических широтах, климат и его изменения, проводятся лабораторные занятия по физике атмосферы. Студенты специализируются по двум направлениям: глобальная циркуляция, мезомасштабная динамика, сбор и анализ данных, либо сканография.

Курс прикладной и сельскохозяйственной метеорологии нацелен на то, чтобы на основе изучения ряда дисциплин дать слушателям прочные навыки количественных исследований в области прикладной метеорологии. Акцент делается на взаимодействиях земной поверхности и атмосферы и влиянии климата на землепользование во всех его видах. Особое внимание уделяется анализу данных, методам измерений, в том числе дистанционных, и количественному моделированию.

В первом семестре изучаются погодные системы и соответствующие концепции, физика и химия атмосферы, методы измерений и приборы, глобальная экология и введение в методы вычислений. Проводятся также практические занятия.

Во втором семестре изучаются растительный покров, почвы и природные условия. гидрометеорология, статистическая климатология и анализ, прикладное дистанционное зондирование, микрометеорология, применения метеорологии (10 двухчасовых семинаров) и решение задач с помощью моделей. Студенты специализируются по одному из следующих направлений: сельскохозяйственная метеорология (углубленный курс), строительная и транспортная метеорология, загрязнение воздушной среды и альтернативные источники энергии.

Защита дипломных работ проводится, как правило, в октябре, и на этот период студенты обеспечиваются за собственный счет.

Бланки заявлений и другую информацию можно получить

на факультете естественных наук или на кафедре по адресу:

University of Reading, 2 Earley Gate, Whiteknights, Reading, RG6 2AU, United Kingdom.
Tel.: 0734 318954. Telex: 0734 847813 RULIB G. Fax: 0734 352604.

В регионах

Региональное бюро для Африки — десятая годовщина перевода в Регион

Региональное бюро для Африки было создано одновременно с Региональным бюро для Латинской Америки на Пятом Конгрессе ВМО в 1967 г. По предложению седьмой сессии Региональной ассоциации I

(Африка), проходившей в Найроби 6—17 февраля 1978 г., Восьмой Конгресс (1979 г.) решил перевести это Региональное бюро из штаб-квартиры ВМО в Африку. После консультаций с президентом РА I и длительной сложной процедуры выбора места расположения Региональное бюро перевели в Бурунди. В октябре 1980 г. было подписано официальное соглашение с правительством Бурунди, после чего 11 февраля 1981 г. Бюро

разместили в столице страны Бужумбуре. Официальное открытие бюро состоялось 19 февраля 1981 г. при участии Генерального секретаря ВМО и министра сельского хозяйства Бурунди (см. *Annual Report of the World Meteorological Organization — 1981*).

Бюро продолжает выполнять свои функции как составная часть Организации, постепенно расширяя свою деятельность по поручению Секретариата, стран-Членов и региональных организаций. На всех состоявшихся с того времени сессиях Конгресса, Исполнительного Совета и РА I с удовлетворением отмечалась хорошая работа Бюро и подчеркивалась та важная роль, которую оно играет, помогая странам-Членам из данного Региона выполнять программы ВМО.

Начавшееся второе десятилетие явится более трудным периодом для Бюро, поскольку Организации предстоит решать сложные проблемы, которые ставят перед человечеством погода, климат и окружающая среда. В Африке все



Бужумбура, Бурунди — Правительственный корпус, в котором размещено Региональное бюро ВМО для Африки

Фото: С. Чакоури

лучше начинают понимать, что эти факторы необходимо учитывать во всех сферах хозяйственной деятельности и процессах планирования, если преследовать цели возрождения экономики, улучшения социальных условий и обеспечения устойчивого развития. В этом будет состоять задача Метеорологических и Гидрологических служб и региональных центров и этим будет определяться дальнейшая роль Регионального бюро для Африки.

Техническое сотрудничество

ПРОГРАММА РАЗВИТИЯ ОРГАНИЗАЦИИ ОБЪЕДИНЕННЫХ НАЦИЙ

Проекты для отдельных стран

Корейская Народно-Демократическая Республика

Проект ВМО по установке в помещении Гидрометеорологической службы в Пхеньяне станции приема изображений с высоким разрешением с метеорологических спутников (см. *Бюллетень ВМО*, 37(1), с. 77) завершен, несмотря на множество

неожиданных трудностей, возникавших за истекшие пять лет. Пять преподавателей во главе с ведущим консультантом г-ном С. Кишовским (ИСФР) прочитали лекции по применению спутниковых данных в различных отраслях метеорологии. В ноябре 1990 г. группа, созданная из представителей ПРООН, ВМО и правительства для оценки проекта, подтвердила большие достижения в приспособлении этой системы для приема цифровых данных с нового японского спутника ГМС. Группа рекомендовала приобрести недорогую микрокомпьютерную систему, которая использовалась

бы как рабочая станция для передачи спутниковых данных в национальный телевизионный центр и международный аэропорт Пхеньяна, а также в местные метеорологические бюро.

Ливийская Арабская Джамахирия

7 ноября 1990 г. между ВМО и Ливийской Арабской Джамахирией подписано соглашение об установке автоматической метеостанции в международном аэропорту Триполи на условиях льготного финансирования. Проект позволит укрепить Метеорологическое управление в том отношении, что оно сможет своевременно давать рекомендации для гражданской авиации. Для решения поставленных задач в страну направляются консультанты, будет организована подготовка национальных кадров, приобретается оборудование. К выполнению указанного проекта, рассчитанного на два года, приступили в начале этого года. Тем временем ПРООН одобрила проект по предоставлению системы КЛИКОМ для обработки климатологических данных и по подготовке национальных специалистов, которых обучат использовать эту систему на практике.

Югославия

В ноябре 1990 г. одобрен проект ПРООН/ВМО «Укрепление национальных возможностей в оценке климата и его изменений». Проект поможет Метеорологическому управлению точнее оценить климатические данные путем предоставления КЛИКОМ и подготовки национальных кадров. Проект предполагается завершить к осени 1991 г.

Межгосударственные проекты

Мониторинг засух в восточных и южных районах Африки

В январе 1989 г. началось выполнение регионального проекта ПРООН/ВМО RAF/88/044, имеющего целью расширить возможности мониторинга засух на субрегиональном и национальном уровнях путем создания двух центров мониторинга засух (ЦМЗ) в Найроби (Кения) и Хараре (Зимбабве). Региональный координационный комитет (РКК) по этому проекту в феврале 1989 г. провел в Ниамее (Нигер) свое первое совещание, на котором проанализировал различные аспекты проекта. Комитет определил сферу своих полномочий и внес ряд рекомендаций, гарантирующих своевременное выполнение проекта. С того времени ВМО, страны-участницы и страны-устроительницы провели работу по созданию необходимой инфраструктуры в двух ЦМЗ путем предоставления помещений, установки оборудования для обработки данных, откомандирования национальных специалистов и найма иностранного персонала.

В апреле 1990 г. в Хараре созывалось неофициальное совещание экспертов для обсуждения способов ускорить выполнение проекта. *Inter alia* совещание определило, какие материалы должны выпускать эти ЦМЗ и что нужно сделать, чтобы они начали выпуск этих материалов как можно раньше. После этого совещания консультант проекта создал на основе рекомендаций совещания программу конкретных действий. В соответствии с ней экспертам из данного региона было поручено разработать или приспособить имеющиеся методики подготовки

определенных пробных материалов. Эта работа уже завершена.

В ноябре 1990 г. РКК провел второе совещание в Бамако (Мали), на котором рассмотрел ход выполнения проекта в 1989—1990 гг. Совещание с удовлетворением отметило, что правительства Кении и Зимбабве предпринимают усилия к тому, чтобы на основе различных соглашений получить для ЦМЗ вычислительные системы, периферийные устройства для пользователей первичных данных и устройства для передачи изображений с высоким разрешением. Совещание утвердило также план действий на 1991 г. Относительно дальнейшей работы ЦМЗ совещание отметило, что финансирование по линии ПРООН продлится до конца четвертого периода в декабре 1991 г. Несмотря на разрабатываемые стратегии конечной передачи ЦМЗ на баланс участвующих стран, совещание просило ВМО принять необходимые меры, чтобы обеспечить финансирование по линии ПРООН в течение очередного финансового периода. Прочие рекомендации касались скоростного усвоения данных в ЦМЗ, улучшения систем связи в субрегионе и более широкого привлечения специалистов данного региона к работе по проекту.

Программа исследований тропических циклонов в южной части Тихого океана

Трехстороннее совещание, посвященное анализу выполнения названного проекта ПРООН (см. *Бюллетень ВМО*, 38(4), с. 456), состоялось в начале сентября 1990 г. в Веллингтоне (Новая Зеландия) сразу после третьей сессии Комитета РА V по тропическим циклонам для южной части Тихого океана и

юго-восточной части Индийского океана. Представители всех участвующих стран и территорий выразили благодарность ПРООН и ВМО за выгоды, обеспеченные этим проектом. ПРООН также удовлетворена ходом выполнения проекта, сразу набравшим хороший темп. К настоящему времени приобретены три автоматические метеостанции — для Островов Кука, для Соломоновых Островов и Токелау. На Фиджи установлена вычислительная система типа Микровакс-II, которая будет использоваться для коммутации сообщений, идущих по линиям связи, и для метеорологических применений. Одна рабочая станция установлена в Вануату для прогнозирования траекторий циклонов и штормовых нагонов с помощью программного обеспечения, предоставленного Австралией.

Кроме того, для 11 участвующих островных государств и территорий закуплены обычные метеорологические приборы и оборудование. Проект предусматривает также использование услуг консультантов в объеме 19 человеко-месяцев и проведение 10 учебных семинаров.

Возобновимые источники энергии в Европе

В удовлетворительном темпе выполняется проект «Метеорологическая информация для освоения возобновимых источников энергии» (см. *Бюллетень ВМО*, 39(3), с. 332). Национальные Метеорологические службы всех участвующих стран завершили инвентаризацию имеющихся данных и средств обработки данных. Специалистами ВМО, а также консультантами, привлеченными из Национальной лаборатории Рисо и Метеорологической службы Франции, подготовлены материалы для обучения персонала. С 19 по

23 ноября 1990 г. в Варшаве (Польша) состоялся рабочий семинар, на который прибыли 12 экспертов из участвующих стран. На основе информации,

предоставленной участниками семинара, был согласован и сейчас выполняется план мероприятий по целевой подготовке кадров и привлечению экспертов.

Соглашение между Финляндией и ВМО о содействии странам Центрально-Американского перешейка

30 ноября 1990 г. Генеральный секретарь ВМО проф. Г. О. П. Обаси и постоянный представитель Финляндии в ООН и других международных организациях в Женеве Его Превосходительство г-н А. Хайнинен подписали соглашение по вопросу восстановления и усовершенствования Метеорологических и Гидрологических служб в Белизе, Гватемале, Гондурасе, Коста-Рике, Никарагуа, Панаме и Сальвадоре. На церемонии подписания соглашения присутствовали представители женевских миссий некоторых из названных стран.

В период 1991—1993 гг. правительство Финляндии предоставит через Финское Международное агентство развития (ФИННИДА) 41 млн финских марок (11 млн ам. долл. по нынешнему обменному курсу). Соответствующие вклады каждой участвующей страны в проект составят примерно 1 млн ам. долл. ВМО обеспечит услуги экспертов и консультантов и покроет стипендиальные расходы по проекту, а на Финский Метеорологический институт будет возложена ответственность за выполнение приборного компонента.

Генеральная задача проекта — укрепить Метеорологические и Гидрологические службы участвующих стран с тем, чтобы они могли поставлять улучшенные метеорологические, гидрологические и агрометеорологические данные, материалы и услуги, необходимые в различных социально-экономических секторах, особенно в сельском хозяйстве.

Эта задача будет решаться путем обновления и расширения существующих метеорологических, гидрологических, агрометеорологических и климатологических сетей, а также улучшения материально-технической базы Всемирной службы погоды в регионе, в частности, международных метеорологических систем телесвязи.

Другие ближайшие задачи таковы: а) подготовить профессиональный и технический персонал и укрепить региональные возможности продолжения программ развития кадров; б) укрепить внутрирегиональные механизмы координации, в частности, Региональный комитет по водным ресурсам (РКВР); в) сплотить региональную деятельность по охране окружающей среды.

От имени стран, получающих помощь, и ВМО проф. Обаси выразил искреннюю признательность правительству Финляндии за это крайне необходимое содействие. Он сказал:

«Этот существенный вклад поможет социально-экономическому развитию участвующих стран через предоставление улучшенной метеорологической и гидрологической информации».

Посол Хайнинен с одобрением охарактеризовал координирующую роль ВМО и указал направления дальнейшего сотрудничества между ФИННИДА и ВМО. Он отметил, что в настоящее время Финляндия расширяет деятельность в области технического сотрудничества в различных районах мира.

Посол Панамы Его Превосходительство г-н О. Веласкес от имени участвующих стран выразил признательность ВМО и Финляндии за данный проект, который послужит общему благу.



Женева, 30 ноября 1990 г. — Посол Хайнинен и проф. Обаси подписывают соглашение между ФИННИДА и ВМО о содействии странам Центрально-Американского перешейка (см. статью на с. 247)

Фото: ВМО/Бьянко

ВАКАНСИИ ПО ПРОГРАММАМ ТЕХНИЧЕСКОГО СОТРУДНИЧЕСТВА ВМО (НА 25 ЯНВАРЯ 1991 г.)

Проекты для отдельных стран

Страна	Должность	Дата вступления в должность	Продолжительность	Язык
Намибия	а) Эксперт по климатологии	Июль 1991 г.	30 мес ^{1, 3}	Английский
	б) Добровольцы ООН:			
	1) агрометеорология	Июль 1991 г.	24 мес ^{2, 3}	Английский
	2) подготовка кадров (метеорология)	Июль 1991 г.	24 мес ^{2, 3}	Английский
	3) прогнозирование (два места)	Июль 1991 г.	24 мес ^{2, 3}	Английский

¹ В зависимости от средств, выделенных ФИННИДА.

² Заявления на посты добровольцев направлять по адресу: United Nations Volunteers, Palais des Nations, 1211 Geneva 10, Switzerland.

³ Первоначальный контракт на один год.

Дополнительную информацию можно получить по письменному запросу на имя Генерального секретаря, ВМО, Женева

Хроника

Постоянный представитель США в ВМО подтверждает готовность штата Южная Каролина к ураганам

27 июля 1990 г.
д-р Е. У. Фрайдей (Джо), постоянный представитель США в ВМО и директор Национальной службы погоды США, вручил Премию НУОА за гражданские заслуги губернатору штата Южная Каролина Кэрролу А. Кэмпбеллу за его выдающееся руководство спасательными мероприятиями при прохождении урагана *Хьюго*, когда из прибрежных районов бедствия, включая город Чарлстон, были успешно эвакуированы 186 000 жителей.

Хьюго был сильнейшим из ураганов, вторгавшихся на территорию США за последние 20 лет. Он обрушился на Южную Каролину севернее Чарлстона за несколько минут до полуночи 22 сентября 1989 г. при скорости ветра 217 км в час и вызвал на побережье штормовой нагон высотой до шести метров. Экономический ущерб на материке вдоль пути урагана составил 7 млрд ам. долл., но благодаря хорошей подготовленности населения прибрежных районов, следившего за распоряжениями об эвакуации, непосредственно от урагана, нанесшего сильнейший удар по Южной Каролине, погибло только 13 человек.

Поразительно небольшое число жертв в Южной Каролине прямо объясняется настойчивостью губернатора Кэмпбелла в осуществлении энергичных мер по подготовке штата к ураганам. Готовясь к сезону ураганов, Южная Каролина участвовала в проведении «недели пропаганды



Д-р Фрайдей вручает Премию НУОА за гражданские заслуги губернатору Штата Южная Каролина Кэрролу А. Кэмпбеллу младшему. С ними слева направо: Мэри Джо Паркер — метеоролог, ответственный за оповещение и принятие соответствующих мер из Бюро прогнозов Службы погоды, Колумбия; д-р Сьюзен Ф. Зевин — директор Национальной службы погоды по Восточному региону; Бернард Палмер — ответственный метеоролог из Бюро погоды Службы погоды Колумбии

знаний об ураганах» с привлечением всех аварийных служб. В прибрежных районах было проведено также две конференции для представителей власти, чтобы помочь им использовать в ходе принятия решений данные чрезвычайных прогнозов и оповещений, выпускаемых Службой погоды. Но что особенно важно в случае Южной Каролины, так это тесный рабочий контакт губернатора Кэмпбелла с Бернардом Палмером из Бюро прогнозов Службы погоды в Колумбии.

Обсудив ситуацию с г-ном Палмером, губернатор Кэмпбелл вечером 20 сентября, почти за 12 ч до выпуска оповещения об урагане, объявил добровольную эвакуацию. При этом губернатор Кэмпбелл настоял на эвакуации населения всех прибрежных городов и поселков и обеспечил помощь со стороны

Службы береговой охраны. Это облегчило транспортные проблемы и способствовало тому, что в ходе обязательной эвакуации на следующее утро все население, которого касалось соответствующее распоряжение, было своевременно и упорядоченно вывезено в безопасные районы.

Присуждение Золотой медали Этторе Майорана профессору Юрию Израэлю

29 ноября 1990 г. премьер-министр Италии Его Превосходительство Джулио Андреотти, являвшийся в то время Президентом Совета Европейского сообщества, вручил Золотую медаль Этторе Майорана лауреату международной премии «Наука за мир» профессору Юрию Израэлю — председателю Государственного комитета СССР по гидрометеорологии и постоянному представителю СССР в ВМО за его «выдающийся научный вклад и мужественные действия в условиях ядерной катастрофы в Чернобыле».

Церемония вручения проходила под председательством президента Всемирной лаборатории, директора Центра научных исследований им. Этторе Майорана проф. Антонио Зичичи, который напомнил, что эта медаль редко присуждается за выдающуюся деятельность на научном поприще. От регионального правительства Сицилии на церемонии присутствовал президент Его Превосходительство Рино Николоси и от Советского правительства — Его Превосходительство посол Геннадий Герасимов. В церемонии принимали участие такие выдающиеся ученые и лауреаты Нобелевской премии, как Эдвард Теллер (США), Цунг Дао Ли (Китай/США), Кай М. Б. Сигбан (Швеция), Виктор Ф. Вейскопф (США) и С. П. Капица (СССР). Присутствовали также Елена

Боннэр и Маргит Дирак — вдовы лауреатов Нобелевской премии А. Д. Сахарова (СССР) и П. А. М. Дирака (Соединенное Королевство).

Вручая награду, г-н Андреотти напомнил о своем давнем сотрудничестве с проф. Израэлем. В своей недавно опубликованной книге об СССР он упомянул о проф. Израэле, явившем пример интеллектуального совершенства и открытости в трудные времена. Во время аварии в Чернобыле, сказал г-н Андреотти, проф. Израэль продемонстрировал не только научную состоятельность, но и большое личное мужество, немедленно отправившись на место происшествия и оставаясь там в течение нескольких месяцев.

Поблагодарив г-на Андреотти, проф. Израэль рассказал об усилиях правительства СССР по ликвидации последствий аварии (за два года было выделено около 16 млрд. рублей) и важном вкладе Государственного комитета СССР по гидрометеорологии в обеспечение различных правительственных органов необходимой специализированной информацией, в проведение технических и научных исследований. Профессор Израэль



Эриче, Италия, ноябрь 1990 г. — Профессор Юрий Израэль (справа) получает Золотую медаль Этторе Майорана от г-на Джулио Андреотти

Фото: Энрико Оливерйо, Рим

сказал также, что экологические катастрофы привлекают все большее внимание. Международная научная программа под эгидой Всемирной лаборатории будет во многом содействовать проведению необходимых исследований. Он упомянул об экологическом экспериментальном проекте на Урале, нацеленном на создание обсерватории Всемирной службы погоды ВМО.

Профессор Г. О. Обаси прислал проф. Израэлю письмо, в котором поздравил его с почетной наградой, означающей признание важной роли метеорологии и оперативной гидрологии в ликвидации последствий ядерных и других экологических катастроф и воодушевляющей все метеорологическое сообщество.

Присуждение премий президенту КАМ



Чарльз Г. Спринкл — президент КАМ

Президент Комиссии по авиационной метеорологии г-н Чарльз Г. Спринкл (США) недавно был удостоен Премии им. Лузи по атмосферным наукам

за 1991 г. от Американского Института аэронавтики и астронавтики. Эта премия присуждается «в знак признания выдающегося вклада в развитие атмосферных наук, содействующего прогрессу аэронавтики и астронавтики, и названа по имени капитана Роберта М. Лузи — первого офицера-метеоролога армии США, погибшего на фронтах второй мировой войны».

В соответствующей грамоте говорится:

«...за личное профессиональное руководство, обеспечившее углубление знаний об атмосферной среде, и за выдающиеся достижения и вклад в области эксплуатации воздухоплавательных и аэрокосмических систем».

Г-ну Спринклу присуждена также Премия Эдгара С. Горрелла от Метеорологического комитета Ассоциации воздушного транспорта Америки (АВТА). Эта премия учреждена в память первого президента АВТА и присуждается за выдающийся вклад в улучшение синоптического анализа, прогноза погоды или организации воздушного сообщения, т. е. за повышение надежности и безопасности воздушных перевозок. В прошлом году Премия Эдгара С. Горрелла была присуждена г-ну Кену Полларду из ОВЕ, который являлся в то время председателем Рабочей группы КАМ по предоставлению метеорологической информации, требующейся до и во время полета (ПРОМЕТ).

Пятая международная молодежная школа по метеорологии и гидрологии

Пятая международная молодежная школа по метеорологии и гидрологии работала 23—30 сентября 1990 г. в Варне, Болгария. Среди ее



Варна, Болгария, сентябрь 1990 г. — Участники пятой международной молодежной школы по метеорологии и гидрологии

участников было 90 болгар и 30 специалистов из 12 других стран.

Главная цель этого международного форума — дать участникам современную информацию о насущных проблемах в области метеорологии и гидрологии. Он был организован для молодых ученых, занятых в различных областях оперативной и научно-исследовательской деятельности.

На этот раз основной темой дискуссий были мероприятия ВМО по проведению Международного десятилетия борьбы за сокращение ущерба от стихийных бедствий (МДБСУСБ, 1989—1999 гг.). Известные ученые из Болгарии, Дании, Греции, Ирландии, Испании, Польши, СССР и США прочли лекции о наблюдениях, диагностике и прогнозе опасных метеорологических явлений в различных пространственно-временных масштабах. Д-р Румен Д. Божков, представлявший ВМО, прочел лекцию об изменениях состава атмосферы и их последствиях для климата. С докладами и сообщениями выступили также участники школы: за пять дней работы школы было прочитано 30 лекций.

С момента организации школы в 1980 г. число ее участников, особенно из развивающихся стран, постепенно росло, а качество лекций улучшалось.

Предполагается, что школы этого типа будут собираться каждые два года по различным аспектам метеорологических и/или экологических проблем.

Охрана окружающей среды в Балтийском регионе

Предложения международного рабочего семинара

21—24 ноября 1989 г. в Ленинграде (СССР) состоялся рабочий семинар, посвященный природоохранным проблемам региона Балтийского моря с акцентом на научных аспектах существующих программ мониторинга и мерах по защите природной среды, предпринимаемых на национальных и региональном уровнях. В работе семинара приняли участие свыше 100 ученых из Восточной Германии, Дании, Польши, Соединенного Королевства, СССР, Финляндии и Швеции, а также представители меж- и неправительственных организаций. Семинар был организован Комитетом по системному анализу и Центром международного сотрудничества по проблемам окружающей среды (INENCO) Академии наук СССР при участии Комиссии по охране окружающей среды Балтийского моря (HELCOM) и Международного института прикладного системного анализа (МИПСА).

Быстрое развитие промышленности и рост потребления ископаемого топлива сильно подрывают жизнеобеспечение природных экосистем Балтийского региона. Разнообразные, отмечающиеся на огромных пространствах

неблагоприятные изменения поразительно контрастируют с усилиями отдельных стран по их уменьшению. Все больше ощущается необходимость свести воедино результаты новейших научных исследований и методы моделирования с тем, чтобы создать системные модели, позволяющие давать своевременную оценку как интенсивности, так и масштабов экологических последствий деятельности человека в регионе.

При содействии национальных организаций HELCOM осуществляет комплексные программы оценки состояния природной среды и дает рекомендации относительно мониторинга морской среды, ее загрязнения из атмосферы и содержания радиоактивных веществ в морской воде, определяет объемы поступлений загрязняющих веществ из различных наземных источников — населенных пунктов, промышленных предприятий и рек. Семинар подчеркнул, однако, необходимость дальнейшего развития региональных систем мониторинга и анализа как экологических данных о таких участках суши, как области стока речных бассейнов, так и о состоянии здравоохранения и других аспектах социальной среды Балтийского региона. Эта деятельность будет носить научный характер и дополнит работу, осуществляемую HELCOM. Кроме того, необходимо совершенствовать методику наблюдений, используя технологические и научно-исследовательские подходы, а также применять прикладной системный анализ при решении проблем охраны окружающей среды. В связи с этим МИПСА представил сведения о некоторых разработках в области комплексного моделирования.

Участники семинара согласились с необходимостью усилить международное научное сотрудничество и повысить внимание к следующим вопросам:

- Соотношения между программами охраны окружающей среды и социально-экономическими процессами;
- Мониторинг состояния среды и обработка данных;
- Разработка региональных геоинформационных систем;
- Обработка данных дистанционного зондирования и их усвоение в экологическом мониторинге и моделировании экосистем (включая комплексное моделирование);
- Мониторинг точечных источников, особенно на участках с большим количеством отходов;
- Соотношения между экологической устойчивостью и допустимыми уровнями загрязнения приземного слоя воздуха и выбросов;
- Анализ риска и принятие решений;
- Изучение санитарно-гигиенических последствий в зависимости от состояния среды (например, качества воды в местах купания);
- Анализ и моделирование систем; — —
- Методы уменьшения объема и рециркуляции отходов;
- Обмен информацией по программам разработки безотходных технологий в целях поддержания экологической безопасности;
- Поддержка образовательной деятельности, включая

просвещение и информирование населения (например, обмен знаниями между студентами, преподавателями университетов и учеными).

СССР предоставил информацию о предполагаемом использовании спутников «Космос-1870» («Алмаз») в качестве международной экологической спутниковой лаборатории для проведения совместных исследований экологических проблем Балтики и предложил свои спутниковые данные в распоряжение всех заинтересованных ученых.

Семинар отметил необходимость создания для балтийских стран центра экологической информации и научных исследований, который занимался бы обменом информации, проводил научные исследования и решал вопросы технологии и образования применительно к перечисленным выше задачам. Центр был бы открыт для заинтересованных ученых из всех стран мира и налаживал бы связи с другими подобными организациями. Этот неправительственный центр существовал бы за счет



Монтевидео, Уругвай — Генеральный секретарь сфотографировался с некоторыми участниками второго совещания директоров Метеорологических служб Иbero-Американских стран, состоявшегося 29 ноября — 3 декабря 1990 г. Главными в повестке дня были проблемы эксплуатации основных наземных и аэрологических сетей наблюдений и соответствующих линий связи, а также единообразия учебных программ для метеорологического персонала II класса

Фото: ДНМИ

добровольных взносов и пожертвований и помогал налаживать научную работу. Создание такого центра способствовало бы улучшению международного научного сотрудничества, особенно между национальными и международными учреждениями, занимающимися охраной окружающей среды, и помогло бы укрепить связи между научным сообществом и широкими кругами населения.

Высказана надежда, что семинар, который состоится

в 1991 г. в Копенгагене (Дания), даст возможность рассмотреть *inter alia* результаты опытов по моделированию охраны окружающей среды, в отличие от описаний таких моделей. На семинаре предстоит также обсудить, а если возможно — одобрить создание центра типа предложенного выше, а INENCO — завязать контакты с заинтересованными учеными, чтобы выяснить их мнения относительно подготовки проекта конвенции.

Академия наук СССР

Центр международного сотрудничества по проблемам окружающей среды (INENCO)

Основная задача INENCO состоит в содействии на коммерческой основе расширению научного и делового сотрудничества в решении проблем окружающей среды между учреждениями Советского Союза и зарубежными специалистами и организациями.

INENCO предлагает услуги и предоставляет помощь в связи со следующими направлениями деятельности:

- Организация и проведение оценок и прогнозирования состояния окружающей среды, оценок воздействий на окружающую среду и экспертиза новых технических проектов;
- Исследования в области моделирования экологических систем, разработка новых технологий и повышения экологической безопасности;
- Организация выставок, конференций и симпозиумов, учебных курсов и лекций по проблемам охраны окружающей среды;
- Организация и проведение научных исследований по вопросам научного обмена.

INENCO также предоставляет консультации и оказывает помощь учреждениям СССР и зарубежным организациям, занимающимся рекламой, торговлей, проектно-конструкторскими работами и обслуживанием. INENCO оказывает содействие путем организации совместных предприятий и помогает создавать новые институты и координировать деятельность рабочих групп. INENCO — один из организаторов международного семинара «Охрана окружающей среды в Балтийском регионе».

Президент — проф. Ю. А. Пых;
председатель Консультативного комитета — К. Я. Кондратьев;
ученый секретарь — д-р В. И. Карпов.

Дополнительную информацию можно запросить по адресу:
191040 Ленинград, СССР, пл. Труда, 2, INENCO.
Телефон: 112-16-79 (Ленинград) или 164-53-40. Телефакс: 311-40-89.

Объявления Национального центра геофизических данных

Новый доклад в серии UAG

Национальный центр геофизических данных сообщает о новом томе в его серии UAG: Report UAG-98 — *Type II Solar Radio Bursts Recorded at weissenau 1966—1987*.

В этом томе обновляются и уточняются данные, опубликованные в *weissenau Observatory Bulletin*. В результате повторного анализа микрофильмированных массивов данных, имеющихся в лаборатории, автор переклассифицировал некоторые события II типа и выявил новые. Книга содержит полный перечень всех событий.

Внезапные геомагнитные бури в 1868—1990 гг.

В НЦГД имеются на совместимой с IBM дискете данные о внезапных геомагнитных бурях (ВГБ) с 1868 по 1990 г. Эти данные включают список ВГБ за 1868—1967 гг. (Mayaud, *IGA Bulletin* 33). Эти данные относятся к трем обсерваториям, лишь одна из которых находится в низких широтах. Другие две были очень чувствительны к эффектам зоны полярного сияния. Данные за 1968—1975 гг. взяты из *IGA Bulletin* 39 и включают более надежные данные наблюдений низкоширотной станции. С точки зрения статистических применений, оба списка, вероятно, однородны. Данные за 1976—1982 гг. взяты из *IGA Bulletin* 32. Данные с 1983 г. по настоящее время выбраны из ежемесячных бюллетеней *ISGI Bulletin*.

Цена доклада — 10 ам. долл., дискеты — 30 ам. долл.

Расходы по пересылке составляют 10 ам. долл.
и еще столько же для зарубежных пользователей.

Ваши заявки и запросы направляйте по адресу:
NOAA/NGDC, 325 Broadway E/GC2, Boulder, Colorado 80303, USA
или по телефону (303) 497-6346.

Заказы на публикации ВМО следует направлять по адресу:

The Secretary-General,
World Meteorological Organization,
Case postale 2300,
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Расчетный счет ВМО: Lloyds Bank International Ltd., Geneva; No. 182222-01-00.

Жители Канады и Соединенных Штатов Америки должны направлять свои заказы по адресу:

American Meteorological Society, WMO Publications Center,
45 Beacon Street,
Boston, MA 02108, USA.

Каталог публикаций ВМО высылается по запросу бесплатно.

Напоминаем читателям, что в случае возникновения затруднений при приобретении публикаций ВМО, вызванных ограничениями при обмене валютой, они могут воспользоваться купонами ЮНЕСКО (описание процедуры см. с. 353).

**Всемирная программа исследования климата
ПРОГРАММА «ТРОПИЧЕСКИЙ ОКЕАН — ГЛОБАЛЬНАЯ
АТМОСФЕРА»**

Данные TOGA на CD-ROM

Компакт-диск, содержащий океанографические и метеорологические данные, выпущен Лабораторией реактивных двигателей/Системой океанических данных НАСА, и его можно заказать (на английском языке) бесплатно в Международном бюро по проекту TOGA (МБПТ) (см. ниже). Этот диск, обозначенный как CD-ROM JPL/TOGA/0001, является первым из запланированной серии данных TOGA и данных Всемирной программы исследования климата. На этом диске CD-ROM помещены избранные данные наблюдений и некоторые результаты расчетов по численным моделям за 1985 и 1986 гг.

Наблюдения: Судовые данные о поверхности океана в тропиках

Судовые данные о подповерхностном слое океана в тропиках

Глобальные данные от дрейфующих буев

Данные от заякоренных измерителей течений и данные о температуре в тропической зоне Тихого океана

Данные об уровне моря в тропической зоне Тихого океана

Метеорологические данные островных станций в тропической зоне Тихого океана

Поля: Глобальные поля приземных метеорологических данных (поля проанализированных параметров и рассчитанных по модели потоков)

Глобальные поля средних месячных проанализированных температур поверхности океана и их климатологических значений

Поля псевдо-реальных напряжений ветра у поверхности для тропических зон Индийского, Тихого и Атлантического океанов

Программное обеспечение для чтения и визуализации данных

К диску TOGA CD-ROM прилагается комплекс программ для чтения и визуализации данных, записанных на трех гибких дисках с высокой плотностью записи (1,2 Мбайт). Диск CD-ROM и прилагаемое к нему программное обеспечение разрабатывались как экспериментальные прототипы, и поэтому МБПТ надеется получить замечания и советы от исследователей, имеющих возможность проверить этот комплект данных.

Минимальные требования в отношении системы

Оборудование, необходимое для использования этого компакт-диска вместе с сопровождающим программным обеспечением, включает в себя:

- IBM PC или компьютер, совместимый с RAM на 640 Кбайт
- Имеется дисковод для жесткого диска (3 Мбайт)
- читающее устройство CD-ROM для чтения компакт-дисков стандарта ISO 9660
- Расширения MS-DOS для CD-ROM (версия 2.0 или выше)

В дополнение к этому, цветной монитор с графическим режимом EGA (128 кбайт) дает возможность полностью использовать систему дисплейной графики.

Порядок заказа

Потребители, обладающие системой, удовлетворяющей указанным требованиям, могут получить бесплатно экземпляр TOGA/0001 CD-ROM и прилагаемое к нему программное обеспечение. Присылайте, пожалуйста, свои заявки по адресу:
International TOGA Project Office, World Meteorological Organization, CP 2300,
CH-1211 Geneva 2, Switzerland.

Приглашение к сотрудничеству и подписке
на международный научно-исследовательский журнал

ADVANCES IN ATMOSPHERIC SCIENCES

В журнале *Advances in Atmospheric Sciences (AAS)*, выходящем с 1984 г., помещаются статьи о последних достижениях и разработках в области атмосферных наук, морской метеорологии и в связанных с метеорологией разделах геофизики, гидродинамики, динамики и физики океанов.

В журнале публикуются статьи китайских ученых и исследователей из других стран (например, Болгарии, Индии, Канады, Пакистана, Соединенного Королевства, СССР, США, Японии). Главная цель AAS — способствовать обмену идеями и сообщать об открытиях, сделанных в разных странах. Журнал издается Институтом физики атмосферы Академии наук Китая — учреждением, существующим уже более 60 лет и пользующимся большой известностью как у себя в стране, так и за рубежом за разнообразные крупные исследования в области атмосферных наук.

Некоторые материалы, которые появятся в ближайших номерах:

Муму и Зенг Кинган: Показатели нелинейной неустойчивости трехмерных квазигеострофических движений; Р. Л. Питтер и Ренн Чжанг: Численное моделирование выделения примесей из кристаллов льда с различными микрофизическими характеристиками; Ионг Л. Мак-Холл: Планетарные стационарные волны в атмосфере. Часть I — Орографические стационарные волны. Часть II — Термические стационарные волны; Шао Ионгнинг и Чен Лонгсум: Квазидвухлетние колебания в системе океан — атмосфера; М. Шанкар-Рао и В. Н. Лысков: Связь между глобальной общей циркуляцией и индийским муссоном; В. Н. Р. Мукку и К. С. Бхосейл: Озон во время стратосферных потеплений в Уккле; Кин Цзенган, Р. А. Бромли и М. А. Айлес: Примеры анализа и численного моделирования «сливовых дождей» в Восточной Азии в 1983 г.; Лю Шингуа: Простая квазигеострофическая модель взаимодействия океана и атмосферы; Рен Шуджан: Нелинейная устойчивость плоского вращающегося сдвигового потока в трехмерном бездивергентном случае; Дж. Р. Кулкарни: Характер и предсказуемость выпадений осадков на разных этапах развития муссона; Дж. Е. Вэлш и А. К. Юнх: Чувствительность численных модельных прогнозов экстремальных циклонов.

Сведения для подписчиков

Журнал *Advances in Atmospheric Sciences* публикуется ежеквартально.

Главный редактор: Тао Шиян, Институт физики атмосферы,
Академия наук Китая

Стоимость годовой подписки: в 1991 г. 249 ам. долл. (с пересылкой)
Цена может изменяться без предварительного уведомления.

Почтовый адрес:
International Department
China Ocean Press 1,
Fuxingmenwai Street
Beijing 100860
China

Tel.: 868941-579. Telex: 22536 NBO CN
Account No.: 71404065

Новости Секретариата

Визиты Генерального секретаря

Генеральный секретарь ВМО проф. Г. О. П. Обаси недавно нанес официальные визиты в ряд стран—Членов ВМО, о чем кратко сообщается ниже. Генеральный секретарь пользуется случаем выразить свою признательность за оказанный ему любезный прием и сердечное гостеприимство.

Соединенное Королевство —

С 30 сентября по 2 октября 1990 г. Генеральный секретарь находился в Лондоне, где выступил с речью на внеочередной сессии Комиссии ВМО по основным системам, проходившей 24 сентября — 5 октября в штаб-квартире Международной морской организации (ММО). Он воспользовался возможностью обсудить ряд вопросов с постоянным представителем Соединенного Королевства в ВМО д-ром Джоном Т. Хоутоном и Генеральным секретарем ММО г-ном У. А. О'Нейлом. Генеральный секретарь принял также участие в пресс-конференции, устроенной специально по этому случаю.

Вьетнам — По приглашению правительства Социалистической Республики Вьетнам Генеральный секретарь вместе с директором Регионального бюро ВМО для Азии и юго-западной части Тихого океана посетил 6—12 октября 1990 г. Ханой и Хошимин. В Ханое и Хошимине Генеральный секретарь был принят соответственно Председателем Совета министров г-ном До Мьой и Председателем Национального собрания. Генеральный секретарь побывал в управлении



Ханой, Вьетнам, октябрь 1990 г.— Генеральный секретарь во время посещения ГМС. Слева направо: г-н С. Мохаммади (ПРООН), проф. Обаси, г-н Тран Ван Ан (генеральный директор ГМС), г-н Хо Тонг Юэн (директор Регионального бюро для Африки и юго-западной части Тихого океана), г-н А. С. А. Кхали (консультант ВМО), г-н Нгуэн Дук Нгу (заместитель генерального директора ГМС)

Гидрометеорологической службы (ГМС), где беседовал с ее генеральным директором и постоянным представителем Вьетнама в ВМО г-ном Тран Ван Аном и посетил ряд подразделений, включая метеорологическую мастерскую и обсерваторию. Генеральный секретарь посетил также гидрометеорологическую обсерваторию Регионального бюро ГМС в Хошимине и недавно построенный дом отдыха для морских метеорологов-наблюдателей в г. Вунг-Тау. В провинции Ха Сон Бинх Генеральный секретарь осмотрел плотину гидроэлектростанции Хоа-Бинх. Его сопровождал директор электростанции д-р Бун Тхук Кхьет, рассказывавший о работе электростанции.

Соединенные Штаты Америки —

С 22 по 27 октября Генеральный секретарь посетил Нью-Йорк, где участвовал в работе второй

регулярной сессии 1990 г. Административного координационного комитета (АКК) и совместного совещания АКК и Комитета по координации программ. 10—16 ноября 1990 г. он еще раз посетил Нью-Йорк, чтобы представить Генеральной Ассамблее ООН доклад Межправительственной группы по проблеме изменений климата и ее рабочих групп, а также выводы Второй Всемирной конференции по климату (Женева, 28 октября—7 ноября 1990 г.).

Мали — С 26 по 29 ноября 1990 г. Генеральный секретарь посетил Бамако, где выступил с речью на 10-й сессии Региональной ассоциации I (Африка), которая проходила здесь с 29 ноября по 8 декабря. Он побывал на приеме у Генерального секретаря президентства Его Превосходительства команданте Бубакара Диарры и имел очень полезную беседу с министром транспорта и туризма Е. П. г-ном Зейни Мулейем. Он имел также возможность побеседовать с постоянным представителем Мали в ВМО г-ном К. Конаре и другими постоянными представителями, прибывшими на сессию.

Уругвай — Из Бамако Генеральный секретарь проследовал в Монтевидео, где выступил с речью на открытии сессии РА III/РА IV и прочел лекцию на технической конференции по *Эль-Ниньо* и его климатическим проявлениям, проводившейся здесь с 1 по 7 декабря 1990 г. Он был принят Президентом Уругвая Е. П. д-ром Луисом Альберто Лакалье Эррера и встретился также с министром национальной обороны Е. П. д-ром Мариано Брито, министром просвещения

и культуры Е. П. д-ром Гильермо Гарсиа Коста и заместителем министра иностранных дел Е. П. д-ром Эдуардо Меззера. Он имел также полезные беседы с президентом РА III и постоянным представителем Уругвая в ВМО полковником Карлосом Греззи и с другими постоянными представителями, прибывшими на сессию.

Изменения в штате

Назначения

1 октября 1990 г.
г-н **Ю. Л. Голубев** назначен переводчиком-синхронистом в отделе переводов при департаменте переводов, публикаций и конференций. В периоды 1971—1975 гг. и 1980—1985 гг. г-н Голубев прерывал свою профессиональную деятельность в Государственном комитете СССР по гидрологии и работал в Секретариате ВМО на постах редактора, переводчика и переводчика-синхрониста.

19 октября 1990 г.
г-н **Майкл Кроу** назначен начальником отдела Всемирной программы климатических данных при департаменте Всемирной климатической программы. Г-н Кроу имеет степень бакалавра и магистра метеорологических наук от Нью-Йоркского университета (США). До поступления на службу в ВМО г-н Кроу выполнял похожие обязанности сначала в Национальной службе США спутников для исследования окружающей среды, а затем в Национальном центре климатических данных в Ашвилле, США.

3 ноября 1990 г.
г-н **Самуэль Е. Бенедикт** назначен старшим научным сотрудником Объединенной группы планирования ВМО/МСНС по

Всемирной программе исследований климата при департаменте Всемирной программы исследований климата. Г-н Бенедикт имеет степень бакалавра математических и физических наук от Университета г. Сан-Диего, США и магистра по информационным системам и стратегическому планированию от Пеппердайнского университета, США. С 1980 г. г-н Бенедикт занимался исследованиями в области планетологии и наук о Земле, космической физики и астрофизики и глобальной климатологии в Лаборатории реактивного движения США.

18 ноября 1990 г. г-н Норберто Риоса назначен младшим научным сотрудником отдела Африки при департаменте технического сотрудничества. Г-н Риоса имеет научную степень по геологии от Римского университета. До поступления на службу в ВМО г-н Риоса пробовал себя в разных областях деятельности и работал в Италии в качестве вычислителя-программиста, геофизика, океанографа и гидрогеолога, занимаясь главным образом машинной обработкой гидрологических данных.

1 декабря 1990 г. г-жа Бернадет Яворски назначена переводчиком отдела переводов при департаменте переводов, публикаций и конференций. Г-жа Яворски имеет дипломы переводчика на английский и испанский языки от Женевского университета, специалиста по испанской письменности от Мадридского университета и специалиста по английской филологии от Вашингтонского Института современных языков. До поступления в штат ВМО г-жа Яворски приобрела 15-летний опыт работы в качестве переводчика в системе ООН.

1 декабря 1990 г. г-н Дэвид Г-н Саттон имеет степень отдела финансов и бюджета при департаменте администрации. Г-н Саттон имеет степень бакалавра наук в области предпринимательской деятельности, учета и экономики от Университета штата Миннесота, США. В 1988 г. г-н Саттон непродолжительное время работал в ВМО в указанной должности. До поступления на службу в ВМО он работал в качестве старшего консультанта, внутреннего ревизора и начальника корпоративной производственной бухгалтерии, а также корпоративного контролера в секторах общественного учета, производства и здравоохранения.

Отставки

1 декабря 1990 г. г-жа Вероника М. Ланди ушла с поста переводчика отдела переводов при департаменте переводов, публикаций и конференций. Г-жа Ланди работала в этой должности с октября 1986 г. Желаем ей всяческих успехов в дальнейшей деятельности.

31 декабря 1990 г. г-н Клод Лоренц ушел с поста начальника секции общих служб в отделе



Женева, 13 декабря 1990 г.—Вручение грамот за многолетнюю службу. Слева направо: д-р Р. Целнан, г-жа Сильвия Каломбратсос (см. Бюллетень ВМО, 40(1)), г-жа Гудрун Бионда, Генеральный секретарь ВМО.

Фото: ВМО/Бианко

снабжения и общих служб при департаменте администрации. Г-н Лоренц работал в ВМО в этой должности с мая 1966 г. Желаем ему долгих счастливых лет жизни на пенсии.

1 января 1990 г. г-жа **Бонни Ж. Нуссе** была переведена в Бюро Объединенных Наций в Женеве, где продолжает выполнять обязанности редактора. В ВМО г-жа Нуссе поступила на эту должность переводом из УВКБ. Желаем ей всяческих успехов в работе на новом месте.

Грамоты за многолетнюю службу

16 ноября 1990 г. исполнилось 20 лет службы в ВМО г-жи **Гудрун Бионда**, счетовода отдела финансов и бюджета при департаменте администрации.

1 декабря 1990 г. исполнилось 25 лет службы в ВМО мисс **Вивьен Хатт**, редактора отдела публикаций при департаменте переводов, публикаций и конференций.

Последние публикации ВМО

Meteorology and Grain Storage (Метеорология и хранение зерна), by C. V. SMITH and M. C. GOUGH (WMO — No. 243, TN No. 101, 1990 edition, updated and revised by M. C. GOUGH). VII + 82 с., на английском языке с аннотациями на испанском, русском и французском языках.

Цена: 16 шв. фр.

Минимальные потери твердых сортов зерна вследствие его повреждений и порчи при длительном хранении в целом, согласно оценкам, составляют 10 % и колеблются в широких пределах. Эти потери имеют серьезные экономические последствия и могут свести на нет те преимущества, которые, как

можно ожидать, даст внедрение новых сортов злаков или улучшение методов их возделывания. Наибольший ущерб наносят грибковые заболевания и насекомые-вредители, но определенное влияние оказывает и окружающая среда. В данных Технических записках рассмотрены биологические характеристики зерна и его сельскохозяйственных вредителей, физические характеристики больших масс зерна, процедуры подготовки зерна для надежного хранения и меры по поддержанию его в хорошем состоянии, приборы и процедуры контроля температуры и содержания влаги внутри больших масс зерна и, наконец, советы агрометеорологу. Имеется список избранных научных источников, посвященных изучению связи между климатом и условиями хранения зерна.

Mesometeorology and Short-range Forecasting

(Мезометеорология и краткосрочный прогноз). Lecture notes and Student's workbook for training Class I and Class II meteorological personnel, by N. F. VELTISHCHEV (WMO — No. 701, 1990). (Перевод на английский язык с оригинального русского издания, выпущенного в 1988 г.) XI + 163 с.; многочисленные рисунки; таблицы; уравнения. Цена: 15 шв. фр.

Мезомасштабные метеорологические явления пока еще не изучены с должной тщательностью, но достигнутый в последнее время прогресс в деле получения радиолокационных и спутниковых изображений дает сейчас возможность производить

детальные, непрерывные, а в некоторых случаях и мгновенные оценки состояния погоды, которые не могут быть получены с помощью стандартной синоптической сети. В результате расширились наши представления о различных мезомасштабных системах и получили свое развитие методы сверхкраткосрочного прогноза погоды. Эта книга подготовлена с целью помочь метеорологам расширить возможности в прогнозировании разнообразных атмосферных процессов, которые могут иногда оказать большое и подчас неблагоприятное воздействие на человеческую деятельность и безопасность. Отдельно выпущено Руководство для преподавателей.

Tropical Cyclone Operational Plan for the South—West Indian Ocean (Оперативный план программы по тропическим циклонам для юго-западной части Индийского океана). (WMO — No. 618, 1990 edition (gerprint)). С вкладками, дополненный новейшими материалами. На английском и французском языках. Цена: 38 шв. фр. (в переплете).

Эта публикация описывает всесторонне скоординированные и взаимно согласованные мероприятия относительно введения в действие эффективной системы предупреждения о тропических циклонах для этого региона.

Вновь поступившие книги

Asymptotic Modelling of Atmospheric Flows (Асимптотическое моделирование переносов в атмосфере). R. Zeylounian. Springer-Verlag, Heidelberg (1990). XII+396 с.; шесть рисунков. Цена 170 нем. марок.

The Deep Sea Bed: its Physics, Chemistry and Biology (conference proceedings) (Глубоководное дно: физика, химия и биология). H. Charnock, J. M. Edmond, I. N. McCave, A. L. Rice and T. R. S. Wilson (Editors). The Royal Society, London (1990). VIII+194 с.; рисунки и таблицы. Цена: 42.60 ф. ст.

Advances in Geosciences (Достижения наук о Земле). W. Schröder. International Association of Geomagnetism and Aeronomy, Bremen—Roennebeck (1990). 357 с.; рисунки и таблицы. Цена: 26 нем. марок.

Noctiluent Clouds (Серебристые облака). M. Gadsen and W. Schröder. Springer-Verlag, Heidelberg (1989). IX+165 с.; многочисленные рисунки и таблицы. Цена: 138 нем. марок.

Climate-Ocean Interaction (Взаимодействие в системе климат—океан). (Proceedings of a workshop organized by NATO and CEC, Oxford, September 1988). M. E. Schlesinger (Editor). Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (1990). XVI+385 с.; многочисленные рисунки и таблицы. Цена: 200 гульд.

Dynamics, Transport and Photochemistry in the Middle Atmosphere of the Southern Hemisphere (Динамика, циркуляция и фотохимия средней атмосферы в Южном полушарии). A. O'Neil. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht (1990). VII+257 с.; многочисленные рисунки и таблицы. Цена: 145 гульд.

Физические основы воздействия на атмосферные процессы. Л. Г. Качурин. Гидрометеоиздат, Ленинград (1990). 463 с., многочисленные рисунки. Цена: 1 р. 40 коп.

Climate Change (IPCC Scientific Assessment) (Изменение климата). J. T. HOUGHTON, G. J. JENKINS and J. J. EPHRAUMS. Cambridge University Press (1990). XXXIX+365 с.; рисунки и таблицы. Цена: 40 ф. ст. (твердый переплет) или 15 ф. ст. (мягкая обложка).

Dynamics in Atmospheric Physics (Динамика в физике атмосферы). R. S. LINDZEN. Cambridge University Press (1990). X+310 с., многочисленные рисунки. Цена: 25 ф. ст.

Книжное обозрение

Weather Radar and the Water Industry — Opportunities for the 1990 s. (Метеорологические РЛС и водное хозяйство — Перспективы на 1990-е годы). British Hydrological Society (BHS Occasional Paper No. 2). Institute of Hydrology, Wallingford, United Kingdom (1989). 93 с., рисунки и таблицы. Цена: 12 ф. ст.

Содержание большей части этой книги кратко выражено в следующем высказывании К. М. Хэгета из регионального управления водного хозяйства бассейна реки Темзы:

«Потенциальное значение метеорологических радиолокаторов для решения метеорологических задач было впервые признано в 1940-х годах, и с тех пор радиолокационная техника применялась в метеорологии во все более широких масштабах. Но именно в середине 1960-х годов с появлением проекта радиолокационных измерений осадков в бассейне реки Ди была в полной мере продемонстрирована важность использования радиолокаторов в гидрологии, в том числе для предупреждения наводнений».

Эта книга представляет собой краткое изложение докладов, заслушанных на однодневном семинаре, организованном руководящим комитетом по применениям в гидрологии метеорологических радиолокаторов при Британском совете по исследованию природной среды (NERC) при содействии Гидрологического института. Этот семинар и книга, составленная по его материалам, посвящены экономическим вопросам использования радиолокационных систем наблюдений, проектированию систем, теории измерения осадков для гидрологических целей, применениям радиолокаторов для наблюдений за осадками и их прогноза как для городских, так и для сельских местностей, общим гидрометеорологическим прогнозам и, наконец, рассмотрению исследовательских нужд и коммерческих возможностей. Авторами докладов являются ученые и инженеры, работающие в британских университетах и частном промышленном секторе, специалисты оперативных служб Метеорологического бюро и различных водохозяйственных управлений, а также эксперты по различным разделам

гидрологии из Гидрологического института. Хотя все авторы ссылаются на специальные исследования, ведущиеся в большинстве стран мира, выдвинутые идеи принадлежат преимущественно гидрологам и специалистам по радиолокации из Соединенного Королевства.

Авторы предприняли явную попытку обсудить как радиолокационные системы, уже работающие в настоящее время в оперативном режиме, так и те специализированные системы, которые носят экспериментальный характер. В докладах также описаны в краткой форме потенциальные усовершенствования, которые могут быть сделаны (а) на основе успехов, достигнутых в теории радиолокации и разработке аппаратуры, (б) путем объединения данных радиолокационных и дождемерных наблюдений и (в) как результатов дальнейшего использования математических принципов для применения данных радиолокационных наблюдений к решению важных научных и экономических проблем. Хотя некоторые разделы книги изложены языком, отчасти ориентированным на более подготовленную аудиторию, написанное понятно, вообще говоря, и гидрологам, и инженерам, которые не обязательно должны быть специалистами по радиолокации.

В целом книга затрагивает довольно обширный материал по той теме, которой она посвящена, и дает определенный толчок к созданию в перспективе радиолокационной гидрологии. Особое значение имеет признание авторами важности применения нового оборудования и программного обеспечения. Ясно просматривается объединенный подход к проблеме оценки осадков, при котором впоследствии будут использованы преимущества применения усовершенствованных методов обработки данных и средств связи, баз данных, составляющих системы географической информации, усовершенствованных моделей физических процессов (особенно тех из них, которые связаны с орографическими эффектами) и включения данных наблюдений с помощью дополнительных средств, таких, как спутники. Признавая важное значение новой технологии, авторы имеют также в виду, что необходимо предусмотреть возможность вмешательства человека в работу

систем наблюдений и прогноза. Эта необходимость изучается с точки зрения использования экспертных систем и классифицированной/интерактивной обработки данных и методов моделирования. Появляются сообщения о том, что оптимальные оценки осадков будут достигнуты в результате систематизированного и всеобъемлющего подхода к этой проблеме, который состоит в сочетании надлежащей степени автоматизации и возможности вмешательства человека и, в свою очередь, зависит от стадии обработки данных, а также от вида гидрологического применения.

В заключение следует сказать, что хотя в книге *Метеорологические РЛС и водное хозяйство* сделан акцент на технических достижениях в Соединенном Королевстве, она дает также общее представление о состоянии радиационной гидрологии повсюду в мире. Это представление включает в себя (а) исторические основы, (б) довольно подробную оценку современного состояния дел в этой области, (в) перспективу развития в будущем и ясно показывает, что предстоит еще многое сделать для того, чтобы полностью реализовать потенциальные возможности применения данных радиолокационных наблюдений для развития водных ресурсов.

М. Д. Хадлоу

Klimat—Umwelt—Mensch (Климат—окружающая среда—человек)
G. FLEMMING, VEB Gustav Fischer Verlag, Jena (1990). 157 с.;
64 рисунка, 13 таблиц. На немецком языке. Цена: 19,8 нем. марок.

В этой книге собраны и систематизированы лекции, которые автор читал студентам технического университета в Дрездене. Книга охватывает широкий круг областей знания, таких, как биология, лесоводство и сельское хозяйство, планирование поселений и здравоохранение.

Книга разделена на 11 глав. Первые пять знакомят читателя с фундаментальными понятиями метеорологии. В первой главе дается краткое описание атмосферы как части природной среды и в этом контексте обсуждаются концепция погоды и климата, различные области прикладной метеорологии и концепция макро-, мезо- и микроклимата. Вторая глава посвящена фундаментальным законам переноса радиации; третья —

описанию полей ветра и турбулентности. Там, где речь идет о длинноволновом излучении Земли, необходима минимальная коррекция представленных данных; это касается как температуры излучающей поверхности, так и длины волны, при которой происходит максимум излучения. Четвертая глава посвящена основным факторам формирования радиационного баланса, включая антропогенные эффекты и взаимодействия между тепловым и водным балансом.

Пятая глава названа «Качество воздуха» и таким образом отмечает переход к следующей части книги, посвященной взаимодействию окружающей среды и климата, а также человека и климата. Здесь дается ясное, краткое описание механизма естественного и антропогенного загрязнения воздуха и приводится подробная карта распределения SO_2 в атмосфере в районе вокруг города Котбус. Стоит отметить также рисунки, показывающие суточные, недельные и годовые вариации загрязнения воздуха.

В последующих главах рассмотрено специфическое влияние рельефа, растительности, лесов, городов и отдельных зданий на формирование мезо- и микроклимата. В этой части книги мы находим краткое описание воздействия рельефа на распространение загрязняющих веществ и распределение других климатических элементов. Особый интерес представляют собой девятая и десятая главы, в которых дается анализ проблем биометеорологии человека и климата курортных местностей. Последнюю главу автор посвятил критическому обзору метеорологических данных и анализу источников ошибок.

Список литературы к каждой главе приведен в конце книги.

Дж. Коппани

North Sea Climate (Климат Северного моря). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht (1990). XI+137 с.;
99 рисунков. Цена: 95 гульд.

Морские климатологические данные могут быть использованы для различных целей, а именно, для планирования морских операций, проектирования сооружений (строительства в открытом море платформ), судоходства, рыболовства, захоронения отходов, организации отдыха и т. д. В предыдущих климатологических

описаниях Северного моря в основном использовались более старые массивы данных, которые были получены с пробелами и изменением методов наблюдений, так что пришло время выпустить новое издание, основанное на однородных новейших данных.

К. Г. Кореваар использовал данные 700 000 добровольных наблюдений на судах (ДНС) за период 1961—1980 гг. Никаких данных береговых станций, за исключением наблюдений с нидерландских плавучих маяков, частично за более длительный период, не было использовано. В основном приводятся данные о ветре и волнах. В дополнение представлены также некоторые характерные значения температуры воздуха и воды, количества облаков, частоты выпадения осадков, видимости и давления на уровне моря.

В целях экономии места и сокращения расходов средние месячные распределения температуры воздуха и поверхности океана, видимости, скорости ветра и высоты волн приводятся лишь за четыре месяца (как правило, январь, апрель, июль и октябрь), чтобы представить разные сезоны. Пробел между этими данными исполняют кривые годового хода метеорологических параметров для различных выбранных областей и районов расположения некоторых плавучих маяков. В дополнение к этим рисункам приведены розы ветров и преобладающих направлений распространения течения, а также диаграммы устойчивости.

В книге дано описание (29 с.) используемых данных, методов наблюдений и подготовки сообщений, а также климатологических особенностей данного района, выявленных на основе этих данных. Это краткое описание является всеобъемлющим и толковым обзором основ морской климатологии и климата Северного моря. Особенно хорошо описаны климатические распределения ветра и волн с указанием частот появления пороговых и экстремальных значений, согласованности и сравнимости с другими периодами (с данными морских судов). Полезными в свете обсуждения проблемы возможных изменений климата являются диаграммы всковых колебаний средних температур воздуха и морской поверхности.

На приведенных картах показаны либо число наблюдений и частота превышения данного значения, либо средние значения и стандартные отклонения для одноградусных

квадратов и проведены некоторые изолинии. Принятое разрешение оказывается довольно высоким вследствие больших пространственно-временных вариаций представленных величин, обусловленных различным количеством наблюдений: например, частоты превышения силы ветра в 7 баллов по шкале Бофорта в январе (рис. 34) в двух соседних районах вдоль 58—59° с. ш. составляют соответственно 25 и 9 %; в феврале (не показано) полученные значения равны соответственно 7 и 8 %. Еще большие различия обнаруживаются для частот появления волн с высотой более 1,75 м вдоль широтного пояса 59—60° с. ш. (24 и 75 %) (рис. 67), без каких-либо на то причин климатологического характера. Поэтому карты выглядели лучше, если бы предварительно было проведено сглаживание по пространству и времени.

Данные для Немцкой бухты получены по наблюдениям с немецких плавучих маяков и существенно отличаются от данных ДНС, например для апреля, согласно сообщениям с плавучего маяка *Deutsche Bucht* (за период 1949—1986 гг.), в 35,4 % случаев сила ветра составляла менее 4 баллов, а ДНС для того же района и примерно за тот же период дают цифру 50,5 %.

Некоторые отпечатки, например неправильно указанные годы в подписи к рис. 65, будут несомненно устранены при последующих изданиях.

В заключение можно сказать, что эта книга содержит хорошо систематизированный и легко усваиваемый материал. Автор достиг своей цели — дать ответ на наиболее общие вопросы, касающиеся климатологических условий в Северном море. Из предложенных климатологических карт не совсем удобно извлекать определенные конкретные значения. Поэтому все еще имеется возможность для построения в дальнейшем более сложных карт с использованием данных береговых станций и представления других элементов или полученных на их основе параметров, пригодных для решения специальных прикладных задач.

Л. Кауфельд

КАЛЕНДАРЬ ПРЕДСТОЯЩИХ СОБЫТИЙ

(Все сессии, кроме особо оговоренных, состоятся в Женеве, Швейцария)

1991 г.	<i>Всемирная Метеорологическая Организация</i>
1—25 мая	Одиннадцатый Всемирный Метеорологический Конгресс
13—17 мая	Симпозиум старших экспертов по электроэнергетике и проблемам окружающей среды (Хельсинки, Финляндия)
27 мая	Группа экспертов ИС по Программе ВМО добровольного сотрудничества (ПДС)— 25-я сессия
27—29 мая	Исполнительный Совет — 43-я сессия
10—14 июня	Рабочая группа КГи по оперативной гидрологии, климату и окружающей среде
17—21 июня	Рабочая группа КГи по системам сбора и обработки данных
17—21 июня	Совещание группы экспертов по планированию и проектам улучшенного обслуживания авиации общего назначения
1—5 июля	Консультативная рабочая группа КГи
29 июля—9 августа	Учебный семинар по интерпретации материалов ЧПП с точки зрения местных погодных явлений и их верификации (Вагенинген, Нидерланды)
19—23 августа	Симпозиум по методам метеорологического образования и подготовки кадров (Торонто, Канада)
24 августа	Совещание директоров РМУЦ ВМО (Торонто, Канада)
26 августа	Вторая конференция представителей метеорологических и гидрологических учебных центров и управлений метеорологически развитых стран-Членов (Торонто, Канада)
26—29 августа	Научная консультативная группа ТОГА — 10-я сессия (Гмунден, Австрия)
26—30 августа	Научно-исследовательский семинар по последним достижениям в области применений гидрологических данных (Ланштейн, Австрия)
26—30 августа	Совещание экспертов по качеству воды (Братислава, Чехословакия)
9—13 сентября	Семинар по дистанционному зондированию морских льдов (Оттава, Канада)
30 сентября—4 октября	Техническая конференция по Гидрологическим службам Африки
1991 г.	<i>Другие организации</i>
24—26 июня	Четвертая международная конференция по авиационным погодным системам (АМО/ВМО) (Париж, Франция)
24—28 июня	25-я международная конференция по радиолокационной метеорологии (АМО/Метеопат/ВМО) (Париж, Франция)
10—12 июля	Международная конференция по изучению последствий стихийных бедствий (Лос-Анжелес, США)
11—24 августа	Симпозиум МАГН на 20-й Генеральной Ассамблее МСНС (Вена, Австрия)

ЧЛЕНЫ ВСЕМИРНОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ ОРГАНИЗАЦИИ *
ГОСУДАРСТВА (154)

Австралия	Италия	Польша
Австрия	Камбоджа	Португалия
Албания	Камерун	Республика Йемен
Алжир	Канада	Республика Корея
Ангола	Кабо-Верде	Руанда
Антигуа и Барбуда	Катар	Румыния
Аргентина	Кения	Сальвадор
Афганистан	Кипр	Сан-Томе и Принсипи
Багамские острова	Китай	Саудовская Аравия
Бангладеш	Колумбия	Свазиленд
Барбадос	Коморские острова	Сейшельские острова
Бахрейн	Конго	Сенегал
Белиз	Корейская Народно-Демократическая Республика	Сент-Люсия
Белорусская ССР	Коста-Рика	Сингапур
Бельгия	Кот-д'Ивуар	Сирийская Арабская Республика
Бенин	Куба	Сомали
Бирма	Кувейт	Соединенное Королевство Великобритании и Северной Ирландии
Болгария	Лаос, Народно-Демократическая Республика	Соединенные Штаты Америки
Боливия	Лесото	Соломоновы острова
Ботсвана	Либерия	Союз Советских Социалистических Республик
Бразилия	Ливан	Судан
Бруней-Даруссалам	Ливийская Арабская Джамахирия	Суринам
Буркина-Фасо	Люксембург	Сьерра-Леоне
Бурунди	Маврикий	Таиланд
Вануату	Мавритания	Того
Венгрия	Мадагаскар	Тринидад и Тобаго
Венесуэла	Малави	Тунис
Вьетнам	Малайзия	Турция
Габбон	Мали	Уганда
Гаити	Мальдивы	Украинская ССР
Гайана	Мальта	Уругвай
Гамбия	Марокко	Фиджи
Гана	Мексика	Филиппины
Гватемала	Мозамбик	Финляндия
Гвинея	Монголия	Франция
Гвинея-Бисау	Непал	Центральноафриканская Республика
Германия	Нигер	Чад
Гондурас	Нигерия	Чехо-Словакия
Греция	Нидерланды	Чили
Дания	Никарагуа	Швейцария
Джибути	Новая Зеландия	Швеция
Доминика	Норвегия	Шри-Ланка
Доминиканская Республика	Объединенная Республика Танзания	Эквадор
Египет	Объединенные Арабские Эмираты	Эфиопия
Заир	Оман	Югославия
Замбия	Пакистан	Южная Африка *
Зимбабве	Панама	Ямайка
Израиль	Папуа — Новая Гвинея	Япония
Индия	Парагвай	
Индонезия	Перу	
Иордания		
Ирак		
Иран, Исламская Респ.		
Ирландия		
Исландия		
Испания		

ТЕРРИТОРИИ (5)

Британские территории в Карибском море	Гонконг	Новая Каледония
	Нидерландские Антиллы	Французская Полинезия

* В соответствии с резолюцией 38 (Cg-VII) приостановлено пользование правами и привилегиями как Члена ВМО.

* На 1 февраля 1991 г.

ИЗБРАННЫЕ ПУБЛИКАЦИИ ВМО

ВМО №

Шв. фр.

Основные документы, технические регламенты и пр.

- 15 *Basic documents* (Основные документы). Издание 1987 г. А—Ф—Р—И—Араб. 34.—
- 49 *Technical regulations* (Технические регламенты)
 - Volume I — General* (Том I — Общие положения). Издание 1988 г. А—Ф—Р—И (готовится к печати).
 - Volume II — Meteorological service for international air navigation* (Том II — Метеорологическое обслуживание международных авиалиний). Издание 1988 г. А—Ф—Р—И. 55.—
 - Volume III — Operational hydrology* (Том III — Оперативная гидрология). Издание 1988 г. А—Ф—Р—И. 54.—
 Обложка для трех томов 17.—
- 60 *Agreements and working arrangements with other international organizations* (Соглашения и рабочие договоренности с другими международными организациями). Издание 1988 г. А—Ф—Р—И. 35.—

Публикации справочного характера

- 2 *Meteorological Services of the World* (Метеорологические службы мира). На двух языках (А/Ф). 64.—
- 3 *Composition of the WMO* (Структура ВМО). А/Ф.
 - Основной том в обложке. 41.—
 - Ежегодная подписка: простая почта 60.—
 - авиа 77.—
- 47 *International list of selected, supplementary and auxiliary ships* (Международный список основных, дополнительных и вспомогательных судов). На двух языках (А/Ф). 1988 г. 37.—

Руководства

- 8 *Guide to meteorological instrument and observing practices* (Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений). Издание 1983 г. А. 47.—
- 100 *Guide to climatological practices* (Руководство по климатологической практике). Издание 1983 г. А—Р. 39.—
- 134 *Guide to agricultural meteorological practices* (Руководство по агрометеорологической практике). Издание 1981 г. А—Ф—Р—И. 29.—
- 168 *Guide to hydrological practices* (Руководство по гидрологической практике). Издание 1981 г.
 - Volume I — Data acquisition and processing* (Получение и обработка данных). А—Ф—Р—И. 38.—
 - Volume II — Analysis, forecasting and other applications* (Анализ, прогноз и другие применения). А—Ф—Р—И. 46.—
- 305 *Guide on the Global Data-processing System* (Руководство по глобальной системе обработки данных). Издание 1982 г. А—Ф—Р. 27.—
- 306 *Manual of codes*
 - Volume I — International meteorological codes* (Том I — Международные метеорологические коды). Издание 1988 г. А—Ф—Р—И (без обложки). 87.—
 - Volume II — Regional codes and national coding practices* (Том II — Региональные коды и национальная кодовая практика). Издание 1987 г. А—Ф. (без обложки) 47.—
 Обложка 13.—
- 386 *Manual on the Global Telecommunication System* (Руководство по Глобальной системе телесвязи).
 - Volume I — Global aspects* (Том I — Глобальные аспекты) и
 - Volume II — Regional aspects* (Том II — Региональные аспекты). 1986. А—Ф—Р—И (без обложки). 140.—
 Обложка 21.—
- 411 *Information on meteorological satellite programmes operated by Members and organization* (Информация о программах по метеорологическим спутникам, выполняемых странами-Членами и организациями). Издание 1989 г. А. 37.—

- 414 *North Atlantic Ocean Stations Vessel Manual* (Руководство по работам судовых океанических станций в Северной Атлантике). Издание 1975 г. Ф—Р. 34.—
- 471 *Guide to marine meteorological services* (Руководство по морским метеорологическим службам). Издание 1982 г. А—Ф—Р—И. 34.—
- 485 *Manual on the Global Data-Processing System* (Руководство по глобальной системе обработки данных). Издание 1977 г.
Volume I — *Global aspects* (Глобальные аспекты) и Volume II — *Regional aspects* (Региональные аспекты). А—Ф—Р—И. 41.—
Обложка для издания на английском языке 17.—
- 488 *Guide to the Global Observing System* (Руководство по глобальной системе наблюдений). Издание 1989 г. А—Ф—И (без обложки). 25.—
Обложка 17.—
- 491 *International operations handbook for measurement of background atmospheric pollution* (Международное оперативное руководство по измерению фоновое загрязнения атмосферы). Издание 1978 г. Ф. 35.—
- 544 *Manual on the Global Observing System* (Руководство по глобальной системе наблюдений). Издание 1981 г. А—Ф—Р—И. 27.—
Volume I — *Global aspects* (Том I — Глобальные аспекты).
Volume II — *Regional aspects* (Том II — Региональные аспекты).
- 558 *Manual on marine meteorological services: Volumes I and II* (Руководство по морским метеорологическим службам; Том I и II). Издание 1981 г. А—Ф—Р—И. 26.—
- 623 *Guide to the IGOSS data-processing and service system* (Руководство по системе обработки данных и обслуживания ИГССО). 1983 г. А. 7.—
- 634 *Guidelines for computerized data processing in operational hydrology and land and water management* (Наставления по машинной обработке данных в оперативной гидрологии, землепользовании и водном хозяйстве). 1985 г. А. 34.—
- 636 *Guidelines on the automation of data-processing centres* (Наставления по автоматизации центров обработки данных). 1985 г. А—Р—И. 25.—
- 702 *Guide to wave analysis and forecasting* (Руководство по анализу и прогнозу волнения). 1988 г. А—И. 47.—
- 731 *Guide on meteorological observation and information distribution systems at aerodromes* (Руководство по метеорологическим наблюдениям и системам распределения информации на аэродромах). 1990 г. А. 24.—
- 732 *Guide to practices for meteorological offices serving aviation* (Практическое руководство для метеорологических бюро, обслуживающих авиацию). 1990 г. А. 26.—

Специальные отчеты по вопросам окружающей среды

- 372 *Brief survey of meteorology as related to the biosphere* (Краткий обзор метеорологических исследований биосферы). No. 4 (1973). А. 15.—
- 448 *Weather, climate and human settlements* (Погода, климат и развитие поселений). No. 7 (1976). А. 15.—
- 455 *The quantitative evaluation of the risk of disaster from tropical cyclones* (Количественная оценка возможных разрушений, нанесенных тропическими циклонами). No. 8 (1976). А—Ф—И. 55.—
- 496 *Systems for evaluating and predicting the effects of weather and climate on wildland fires* (Системы оценки и прогноза влияния погоды и климата на пожары в ненаселенных районах). No. 11 (1978). А. 13.—
- 563 *Proceedings of the Symposium on the development of multi-media monitoring of environmental pollution* (Труды симпозиума по комплексному глобальному мониторингу загрязнения окружающей среды. Рига, 12—15 декабря 1978 г.). No. 15. А. 57.—
- 647 *Lectures presented at the WMO Technical Conference on the Observation and Measurement of Atmospheric Contaminants* (Лекции, прочитанные на Технической конференции ВМО по наблюдениям и измерениям загрязняющих атмосферу веществ. Вена, октябрь, 1983 г.). No. 16 (1985). А. 67.—
- 724 *Changing composition of the troposphere* (Изменение состава тропосферы). No. 17 (1989). А. 30.—

МОНИТОРИНГ ВЕТРА И ПОРОДЫ ВО ВСЕМ МИРЕ



Современная электроника и традиционное мастерство совмещены в приборах и системах высокого качества фирмы Монро для измерения, мониторинга и регистрации условий во всех средах. Метеорологическое и гидрологическое оборудование фирмы Монро, используемое от полюсов до экватора, является результатом более 120 лет опыта изготовления и поставок точного оборудования. Комплексное техническое обслуживание предоставляется представительным департаментам, метеорологическим и гидрологическим управлениям, а также другим организациям во всех странах.



R.W. MUNRO LTD.
Gilbert House, 406 Roding Lane South,
Woodford Green, Essex - IG8 8EY England
Телефакс: 01-551 4565.
Тел: 01-591 7000, 01-551 6613
Telex: 24130 Muntel G London.
Лидирующие поставщики метеорологических приборов с 1864 г.

СЕРИЯ 9315TRT ФИРМЫ ALDEN

КОМПАКТНЫЕ ФАКСИМИЛЬНЫЕ ПРИЕМНИКИ
ДЛЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ КАРТ
И КОМПЬЮТЕРНОЕ ПЕЧАТАЮЩЕЕ УСТРОЙСТВО
ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

ВЫСОКАЯ НАДЕЖНОСТЬ СОЧЕТАЕТСЯ С ФОТОГРАФИЧЕСКИМ
КАЧЕСТВОМ ПРИ УМЕРЕННОЙ СТОИМОСТИ

Отвечают стандартам ВМО для аналогового/цифрового факсимиле; ВЧ/НЧ радиофаксимиле и RTTY; прием спутниковых изображений (32 полутона); может использоваться как компьютерное печатящее устройство графических данных ТБЕЕ-488. Просты в эксплуатации и требуют минимального технического обслуживания.

Эти приемники используют термобумагу ALFAH шириной 11 дюймов, и для них не требуется легит или устройств наносения тонов.

Приемники 9315TRT используются в настоящее время метеорологическими службами во многих странах мира.

Предлагаем их вашей службе!



Универсальный факсимильный приемник ALDEN 9315TRT

СООТВЕТСТВУЮЩИЙ СТАНДАРТАМ ВМО ЧЕТЫРЕХСКОРОСТНОЙ АНАЛОГОВЫЙ ФАКСИМИЛЬНЫЙ АППАРАТ ФИРМЫ ALDEN

КАРТЫ НАТУРАЛЬНОЙ
ВЕЛИЧИНЫ ПО НАЗЕМНЫМ
ЛИНИИМ, ПО ВЧ ИЛИ НЧ
РАДИОКАНАЛАМ

Соответствующий стандарт ВМО, факсимильный аппарат ALDEN 1800 модели 9271 MR автоматическая записывает 18-дюймовые метеорологические карты на всех скоростях по стандарту МОК - 288 и 576. Этот удовлетворяющий мировым стандартам аппарат доказал свою надежность, которая достигается с помощью использования твердотельных электронных элементов. Запись с использованием полного спектра радиотонот осуществляется непрерывно на бумаге ALFAH®.

Поставляется со встроенным синтезатором цифровым ВЧ/НЧ радиоприемником.



Факсимильный аппарат ALDEN 9271 MR 1800.

ALDEN INTERNATIONAL, INC.

U.S. Office: Washington St., Westboro, MA 01581 USA
Tel.: 508-366-8851 Telefax: 508-898-2427



mtex Italia S.p.A.

СИСТЕМЫ СБОРА ДАННЫХ

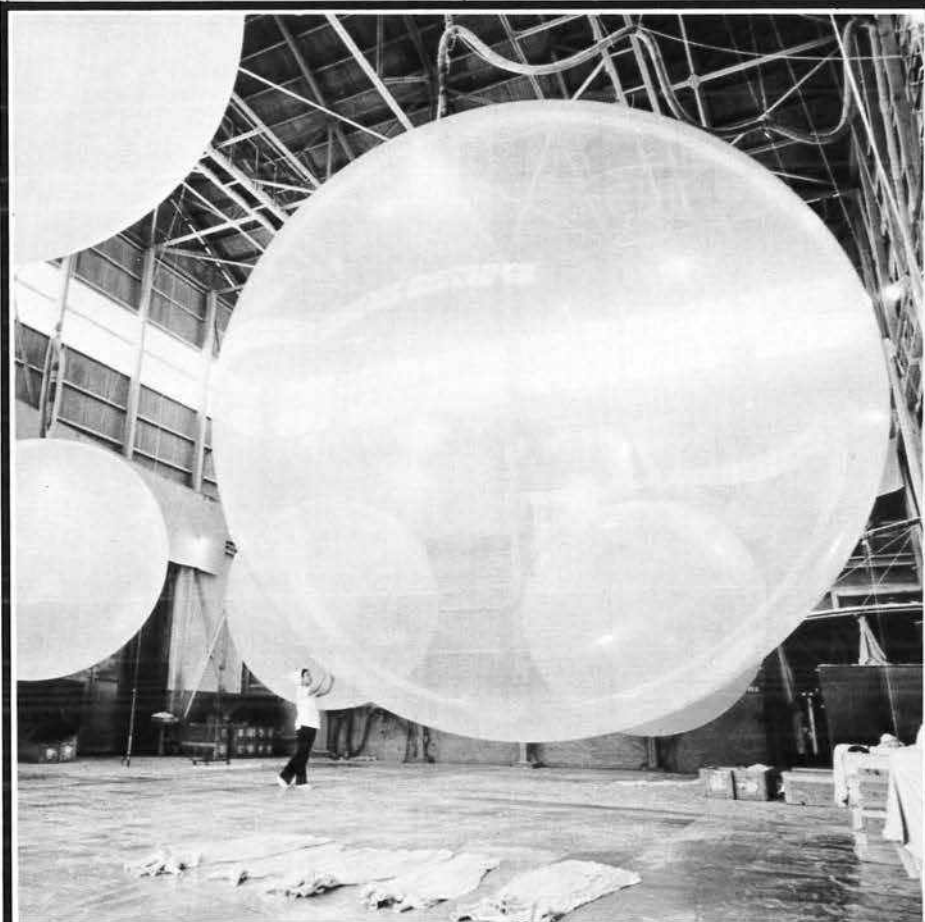
- Метеорологические, гидрологические датчики и станции на местах или телеметрические
- Датчики кислотных дождей и пробоотборники

Пробоотборник
кислотного
тумана



mtex Italia S.p.A.

Via Badini, 6 - 40127 QUARTO INFERIORE (BO)
Tel. +51 767801 - Fax +51 768129 - TLX 512686 RP



- Метеорологические шары-пилоты
- Метеорологические шары-пилоты сверхвысокого давления
- Шары-пилоты типа АВ
- Отражатели для метеорологических радиолокаторов
- Отражатели для морских радиолокаторов
- Парашюты для шаров-радиозондов
- Парашюты для радиозондов и мишеней радиолокаторов
- Метеорологические приборы

TOTEX ПОСТАВЩИК

Главное Бюро и завод-изготовитель

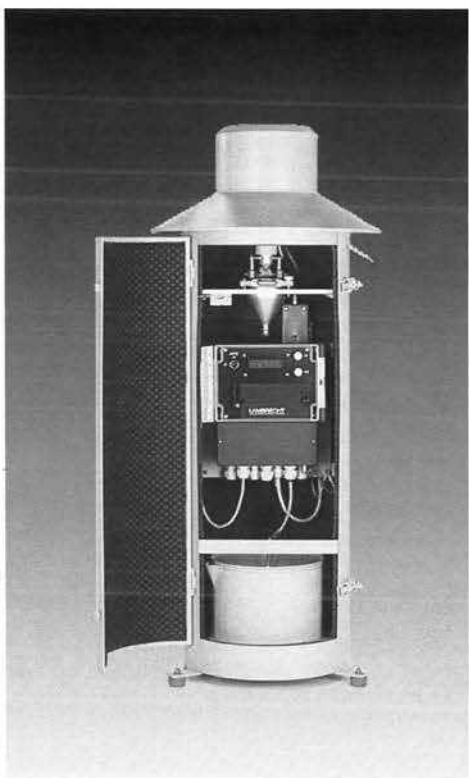
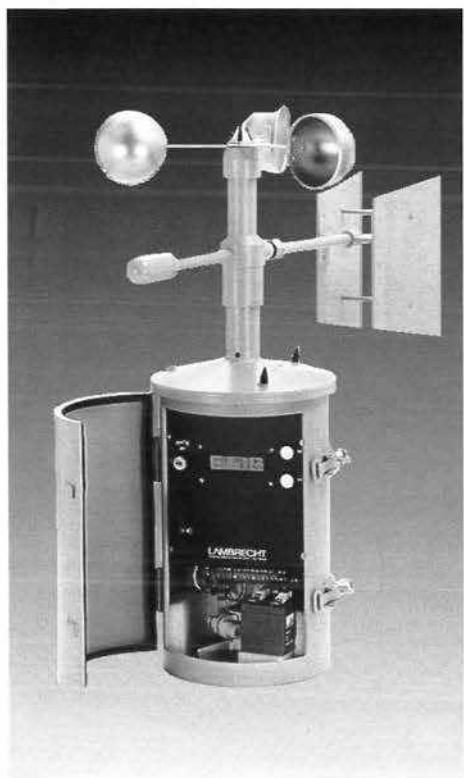
765 Ueno, Ageo-shi, Saitama-ken 362, Japan Tel: (048) 725-1548

Бюро в Токио (международный отдел)

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

Tel: International + 81-3-3281-6988 National (03) 3281-6988

Fax: + 81-3-3281-7095 Telex: J29148 TOTEX



ЭЛЕКТРОННЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ВЕТРА И ОСАДКОВ

Постоянство принципов измерения –
прогресс и комфорт

Значения измерений

- регистрируются самописцем
- хранятся на плате памяти
- анализируются ПЭВМ

АДС 12 битов, 16-битовый счетчик, технология CMOS

Солидно, надежно, удобно

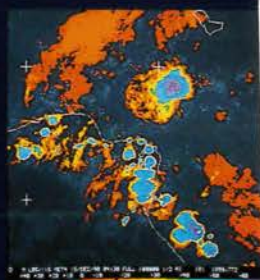
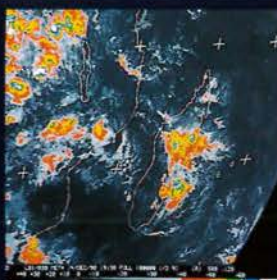
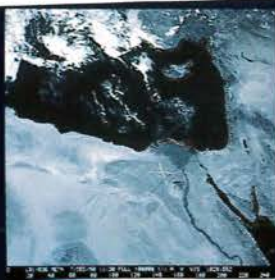
WORLDWIDE TO BE PRECISE!

LAMBRECHT
KLIMATOLOGISCHE MESSTECHNIK GÖTTINGEN

Sensors
Hand-held Instruments
Telemetry Devices
System Techniques for
Meteorology and
Environmental Protection

Wilh. Lambrecht GmbH

Friedländer Weg 65-67 · D-3400 Göttingen · Telephone 551 / 4958-0 · Telefax 551 / 495812



SKYCEIVER® SYSTEMS

Прием ИЗОБРАЖЕНИЙ ВЫСОКОГО РАЗРЕШЕНИЯ В ЦИФРОВОЙ ФОРМЕ, а также ВЕФАК ПСД, МДД, АПТ со спутников МЕТЕОСАТ, ГОЭС, ГМС, ТАЙРОС, НУОА, МЕТЕОР, ФЭН ЮНЬ 1Б и со всех последующих спутников с помощью постоянно развивающихся наземных систем фирмы Текнавиа для приема информации с метеорологических спутников.

Со времени запуска первых метеорологических спутников Текнавиа разработала и установила под ключ комплекты основного оборудования, которое продолжает работать по сей день.

Широкий диапазон систем Skyceiver® от аналогового и до цифрового приема, оснащенных надежными средствами обработки изображений, оказался эффективным повседневным средством и полезным подспорьем для метеорологических анализов.

Достоинство наших систем могут подтвердить наши клиенты из более чем 50 стран мира.

TECNA

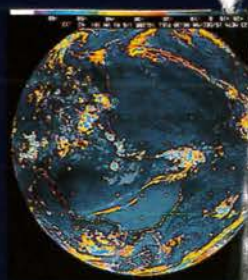
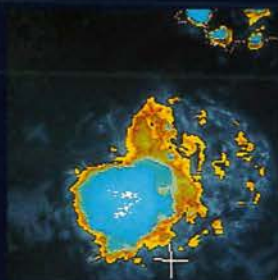
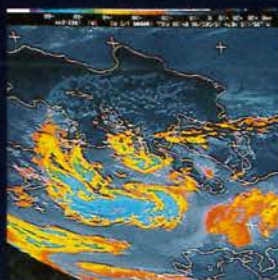
TECNAVIA S.A.
Lugano Airport, CH - 6982 Agno, Switzerland
Tel. + 41 (091) 593402/03 Fax + 41 (091) 595551
Telex 840009 TECN CH

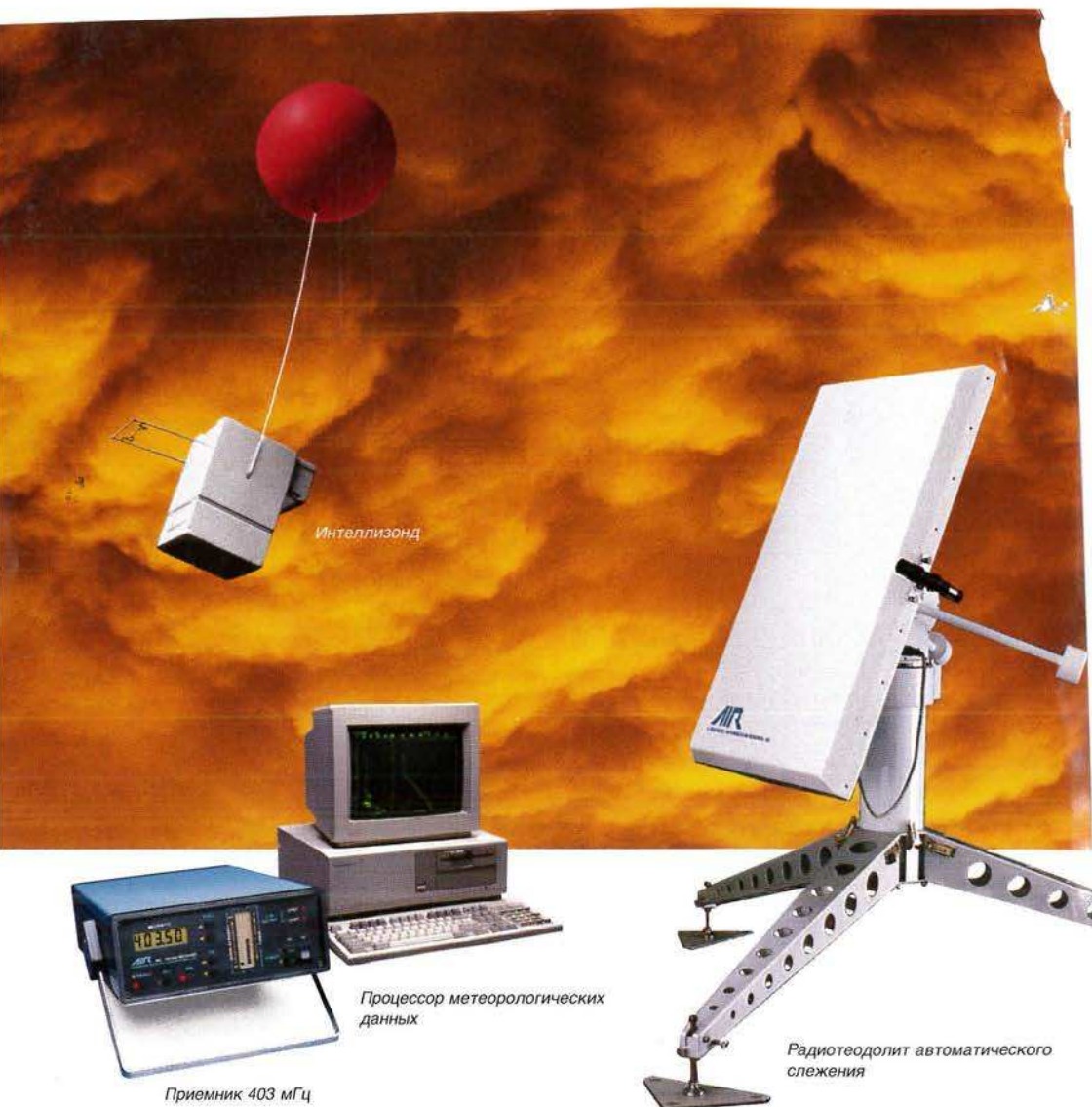


SA

IA

- Цели фирмы Технавиа состоят в том, чтобы поставить метеорологам оборудование, которое:
- надежно
- сохраняет свое высокое качество на протяжении многих лет
- профессионально легко в эксплуатации
- полностью автоматизировано и обеспечивает прием необходимых данных в любое время
- согласуется с нуждами практических пользователей
- разработано с целью выполнения интерактивных функций (независимый прием, функции передачи и редактирования), что обеспечивает непрерывное редактирование с обновлением данных на круглоосуточной основе
- сопоставимо с другими системами
- основано на последних достижениях технологий и претерпевает постоянное развитие
- экономически эффективно





РАДИОЗОНДОВЫЕ И РАДИОВЕТРОВЫЕ НАБЛЮДЕНИЯ 365 ДНЕЙ В ГОДУ

- Небольшие и стабильные эксплуатационные расходы
- Легко управляема одним оператором, имеющим минимальную подготовку
- Исходные коды имеются для всех алгоритмов системы
- Поставка и обслуживание производится во многих странах мира

Полностью автоматизированная цифровая система радиозондирования обладает следующими преимуществами: Станция IS-4A-MET обеспечивает точные надежные данные о ветре, давлении, температуре и влажности с радиозондов, прослеживаемых с помощью радиолокатора или радиотеодолита.

Система принимает сигналы радиозонда на частоте 403 мГц или на частоте 1680 мГц. Цифровой радиозонд фирмы AIR, интеллизонд, каждую секунду производит передачу кадра данных ДТВ. Точность данных аэрологического зондирования обеспечивается надежным датчиком для измерений и устройством обнаружения цифровых ошибок. Небольшой размер интеллизонда (10 x 10 x 15 см) и вес (220 граммов) позволяют добиться экономии расходов на шары, транспортировку и хранение.

- Не зависит от шумовых и ненадежных сигналов Омега Лоран-С
- Автоматическая передача сводок ВМО ТЕМП и ПИЛОТ, и баллистических данных НАТО
- Совместима с радиолокатором и радиотеодолитом

Выбор стандартных уровней и особых точек производится автоматически. Цветные изображения с большим разрешением позволяют оператору корректировать формат сообщения, принятый ВМО, до начала автоматического кодирования и передачи. Гибкое программное обеспечение помогает оператору производить проверку перед запуском. Нанесенные на диски архивы данных, графопостроители и принтеры обеспечивают сохранность данных наблюдений.

Дополнительную информацию можно получить:

A.I.R. Inc.
8401 Baseline Road W • Boulder, CO 80303 U.S.A.
PH: 303-499-1701 Ext. 4
TWX: 910-940-5904
FAX: 303-499-1767

AIR

СОКРАЩЕНИЯ, ПРИНЯТЫЕ В БЮЛЛЕТЕНЕ ВМО

БАПМоН	Сеть станций мониторинга фонового загрязнения атмосферы (ВМО)	ВАРМоН
ВКП	Всемирная климатическая программа (ВМО)	WCP
ВМО	Всемирная Метеорологическая Организация	WMO
ВОЗ	Всемирная организация здравоохранения	WHO
ВПКВ	Всемирная программа исследования влияния климата на деятельность человека (ЮНЕП)	WCIP
ВПКД	Всемирная программа климатических данных (ВМО)	WCDP
ВПИК	Всемирная программа исследования климата (ВМО/MCHC)	WCRP
ВППК	Всемирная программа применения знаний о климате (ВМО)	WCAP
ВПС	Всемирный продовольственный совет (ООН)	WFC
ВСП	Всемирная служба погоды (ВМО)	WWW
ГОМС	Гидрологическая оперативная многоцелевая субпрограмма (ВМО)	HOMS
ГСН	Глобальная система наблюдений ВСП (ВМО)	GOS
ГОСД	Глобальная система обработки данных ВСП (ВМО)	GDPS
ГСТ	Глобальная система телесвязи ВСП (ВМО)	GTS
ГЭВЭКС	Глобальный эксперимент по изучению энергетического и водного цикла	GEWEX
ЕКА	Европейское космическое агентство	ESA
ЕПИСЗ	Европейский центр прогнозов погоды средней заглаговерменности	ECMWF
ИКАО	Международная организация гражданской авиации	ICAO
ИФАД	Международный фонд развития сельского хозяйства (ООН)	IFAD
КАМ	Комиссия по авиационной метеорологии (ВМО)	CAeM
КАН	Комиссия по атмосферным наукам (ВМО)	CAS
КГг	Комиссия по гидрологии (ВМО)	CHy
КИКО	Комитет по изменениям климата и океану (СКОР/МОК)	CCCO
КИЛСС	Постоянный межгосударственный комитет по борьбе с засухой в Сахели	CILSS
ККа	Комиссия по климатологии (ВМО)	CCI
КММ	Комиссия по морской метеорологии (ВМО)	CMM
КОС	Комиссия по основным системам (ВМО)	CBS
КОСПАР	Комитет по космическим исследованиям (МСНС)	COSPAR
КПМН	Комиссия по приборам и методам наблюдений (ВМО)	CIMO
КСХМ	Комиссия по сельскохозяйственной метеорологии (ВМО)	CAGM
МАВТ	Международная ассоциация воздушного транспорта	IATA
МАГАТЭ	Международное агентство по атомной энергии	IAEA
МАГН	Международная ассоциация гидрологических наук (МСГТ)	IAHS
МАМФА	Международная ассоциация метеорологии и физики атмосферы (МСГТ)	IAMAP
МАФО	Международная ассоциация физической океанографии (МСГТ)	IAPSO
МГП	Международная гидрологическая программа (ЮНЕСКО)	IHP
МГС	Международный географический союз (МНС)	IGU
МГЗИК	Межправительственная группа экспертов по изменению климата (ВМО/ЮНЕП)	IPCC
МИПСА	Международный институт прикладного системного анализа	IIASA
ММО	Международная метеорологическая организация (предшественница ВМО)	IMO
ММО	Международная морская организация	IMO
ММЦ	Мировой метеорологический центр (ВСП)	WMC
МОК	Межправительственная океанографическая комиссия (ЮНЕСКО)	IOC
МОС	Международная организация стандартизации	ISO
МПГБ	Международная программа «Геофера-биосфера»	IGBP
МСГТ	Международный союз геодезии и геофизики (МНС)	IUGG
МСНС	Международный совет научных союзов	ICSU
МСЭ	Международный союз электросвязи	ITU
НКПОС	Научный комитет по проблемам окружающей среды (МНС)	SCOPE
НМЦ	Национальный метеорологический центр (ВСП)	NMC
ОГСОО	Объединенная глобальная система океанского обслуживания (ВМО/МОК)	IGOSS
ОНК	Объединенный научный комитет (ВМО/МНС)	JSC
ООН	Организация Объединенных Наций	UN
ПДС	Программа добровольного сотрудничества (ВМО)	VCP
ПОГ	Программа по оперативной гидрологии (ВМО)	OHF
ПРООН	Программа развития ООН	UNDP
ПТЦ	Программа по тропическим циклонам (ВМО)	TCP
РМЦ	Региональный метеорологический центр (ВСП)	RMC
РСМЦ	Региональный специализированный метеорологический центр	RSMC
РЦТ	Региональный центр телесвязи (ВСП)	RTH
СКАР	Научный комитет по исследованию Антарктики (МНС)	SCAR
КОСТЕП	Специальный комитет по солнечно-земным связям (МНС)	SCOSTEP
СКОР	Научный комитет по исследованию океана (МНС)	SCOR
ТОГА	Исследование глобальной атмосферы и тропической зоны океана (ВПИК)	TOGA
ФАО	Продовольственная и сельскохозяйственная организация (ООН)	FAO
ЧПП	Численный прогноз погоды	NWP
ЭСКАТО	Экономическая и социальная комиссия для Азии и Тихоокеанского района (ООН)	ESCAP
ЮНЕП	Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде	UNEP
ЮНЕСКО	Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры	Unesco