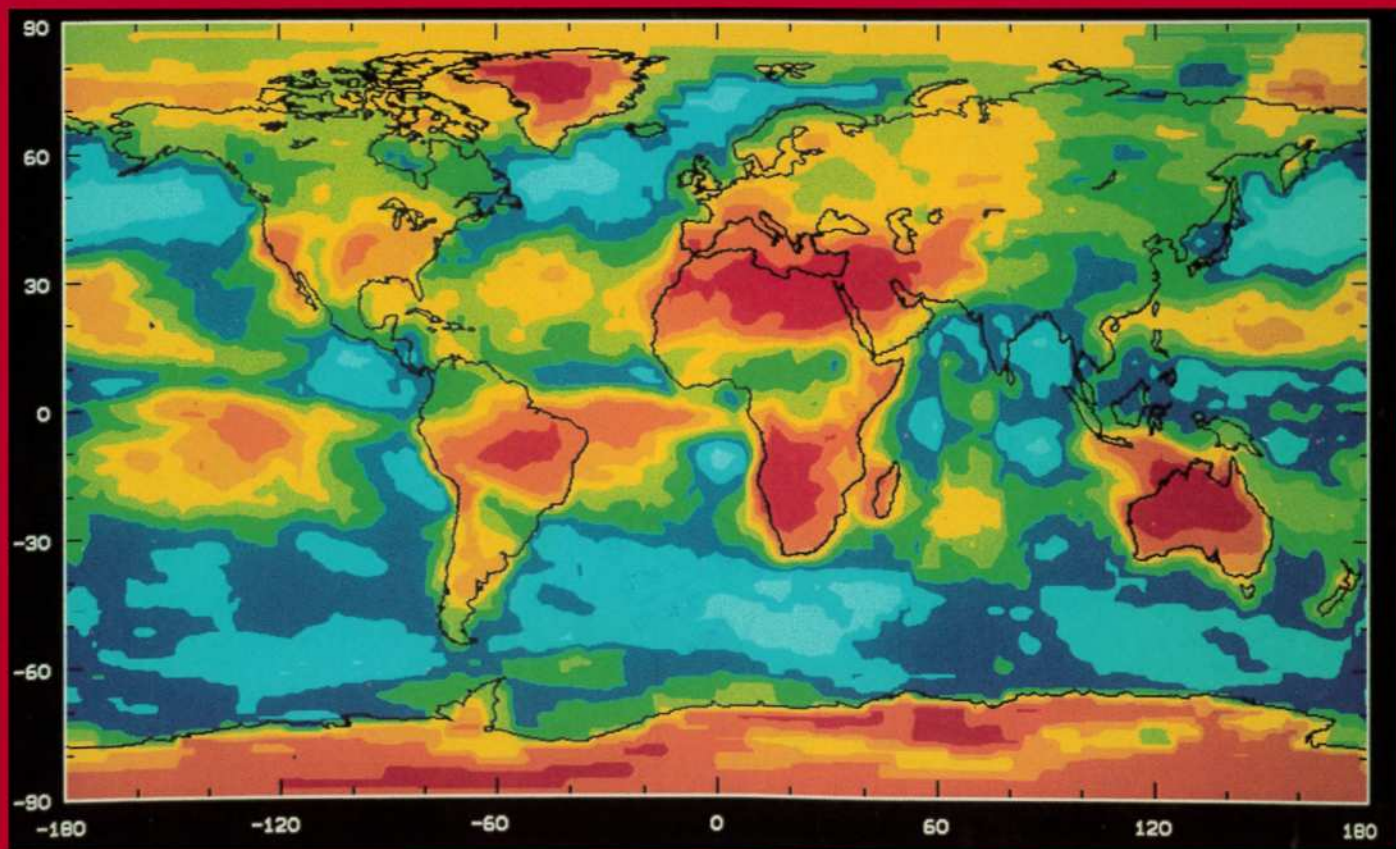


ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40

ДОСТИЖЕНИЯ ВМО

40 ЛЕТ НА СЛУЖБЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ
МЕТЕОРОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ



ВМО - № 729

Всемирная Метеорологическая Организация ЖЕНЕВА, 1990

WMO LIBRARY - www.wmo.int/library



000737

Всемирная Метеорологическая Организация

Всемирная Метеорологическая Организация (ВМО), Членами которой являются 161 государств и территорий, является специализированным учреждением системы Организации Объединенных Наций. Она была создана для того, чтобы:

- (a) облегчить всемирное сотрудничество в создании сети станций, производящих метеорологические наблюдения, а также гидрологические и другие гидрофизические наблюдения, относящиеся к метеорологии, и способствовать созданию и поддержанию центров, в обязанности которых входит обеспечение метеорологического и других видов обслуживания;
- (b) содействовать созданию и поддержанию систем быстрого обмена метеорологической и другой соответствующей информацией;
- (c) содействовать стандартизации метеорологических и других соответствующих наблюдений и обеспечить единообразное издание данных наблюдений и статистических данных;
- (d) содействовать дальнейшему применению метеорологии в авиации, судоходстве, при решении водных проблем, в сельском хозяйстве и других областях деятельности человека;
- (e) содействовать деятельности в области оперативной гидрологии и дальнейшему тесному сотрудничеству между метеорологическими и гидрологическими службами;
- (f) 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.

(Конвенция Всемирной Метеорологической Организации, Статья 2).

В состав Организации входят:

- **Всемирный Метеорологический Конгресс** - высший орган Организации. На нем представляются делегаты всех Членов, и он собирается один раз в четыре года для определения общей политики по достижению целей Организации; принятия Долгосрочного плана ВМО, утверждения максимальных расходов на последующий четырехлетний финансовый период; принятия Технического регламента, касающегося международной метеорологической и оперативной гидрологической практики; выборов Президента и вице-президентов Организации и членов Исполнительного Совета, кроме президентов региональных ассоциаций, и назначения Генерального секретаря;
- **Исполнительный Совет**, состоящий из 36 директоров национальных метеорологических или гидрометеорологических служб. Он собирается не менее одного раза в год для направления деятельности Организации, выполнения решений, принятых Членами на Конгрессе, и изучения и подготовки рекомендаций по любому вопросу, касающемуся между народной метеорологии и соответствующей деятельности Организации;
- **Шесть региональных ассоциаций** (Африка, Азия, Южная Америка, Северная и Центральная Америка, юго-западная часть Тихого океана и Европа), состоящих из государств-Членов. Они координируют метеорологическую и связанную с ней деятельность в рамках их соответствующих регионов и изучают с точки зрения интересов региона все вопросы, которые их касаются;
- **Восемь технических комиссий**, состоящих из экспертов, назначенных Членами. В их обязанности входит изучение любого вопроса в рамках задач Организации. Технические комиссии учреждены по основным системам, приборам и методам наблюдений, атмосферным наукам; авиационной метеорологии; сельскохозяйственной метеорологии; морской метеорологии; гидрологии и климатологии;
- **Секретариат**, который располагается по адресу: 41, авеню Джузеппе Мотта, Женева, Швейцария. Он состоит из Генерального секретаря и технического и административного персонала, необходимого для обеспечения работы Организации. Секретариат является административным и информационным центром Организации и служит центром документации; он проводит технические исследования, как это ему предписывается; поддерживает все органы Организации; готовит, редактирует и организует издание и распространение утвержденных публикаций Организации и выполняет обязанности, определенные в Конвенции и других основных документах, а также проводит другую работу, поручаемую ему Конгрессом, Исполнительным Советом и Президентом. Секретариат работает в тесном сотрудничестве с Организацией Объединенных Наций и ее специализированными учреждениями.

ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40

ДОСТИЖЕНИЯ ВМО

**40 лет на службе международной
метеорологии и гидрологии**



ВМО - № 729

ВСЕМИРНАЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

ЖЕНЕВА, 1990

ПРЕДИСЛОВИЕ



Профессор Г.О.П. Обаси

Аморальный секретарь Всемирной метеорологической организации

Нынешним, 1990 г., открывается десятилетие, которое, вероятно, будет иметь важное значение для наук о Земле, включая метеорологию и гидрологию. Ученые, политики и заинтересованные граждане активно участвуют в составлении перечня глобальных экологических проблем, которые угрожают благосостоянию нашей планеты. Среди них особо выделяются такие проблемы, как изменение климата и истощение озонового слоя. Очевидно, что эти проблемы носят безотлагательный характер и имеют далеко идущие последствия, несмотря на значительную неопределенность в их понимании и наши ограниченные возможности прогнозирования глобальной атмосферной среды.

В грядущем десятилетии мир ожидает от ВМО и ее профессиональных сотрудников четкого анализа и прогноза будущих тенденции физического состояния и химического состава нашей атмосферы. Таким образом, для ВМО наступает решающий период ее развития.

ВМО является межправительственной организацией, отвечающей за глобальную координацию деятельности в области метеорологии и климатологии: на протяжении своего существования ВМО все более активно участвует в таких смежных направлениях изучения окружающей среды, как, например, гидрология, геофизика, геохимия и физическая океанография.

Нынешний год, знаменательный тем, что открывает для организации новую эру ее обязанностей и возможностей, является также юбилейным сороковым годом ее деятельности.

В связи с этим представляется целесообразным выпустить публикацию о возможностях будущего развития метеорологии, а также о знаменательных вехах развития этой наиболее международной науки за послевоенный период. Именно в это время ВМО начала действовать как новая межправительственная организация, заменив свою предшественницу, Мировую метеорологическую организацию, которая существовала с 1873 г.

Основное направление деятельности ВМО, а именно обеспечение международной структуры для метеорологических наблюдений и обмена данными, вносит значительный вклад в успешное прогнозирование погоды. Последнее удалось

ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО40 ВМО 40

превратить из искусства, подкрепленного наукой, каковым оно было 40 лет назад, в современное состояние - преимущественно науку, подкрепленную профессиональным умением и опытом.

С ранней стадии — в тесном сотрудничестве с Международным советом научных союзов (МСНС) — ВМО играла роль первопроходца в координированных на глобальном уровне геофизических и метеорологических экспериментах. Ей принадлежит заслуга научного и оперативного обоснования мониторинга химического состава атмосферы и изменения климата. Эти вопросы приобретают все более высокий приоритет.

Кроме того, ВМО предпринимала похвальные и успешные усилия по содействию техническому сотрудничеству между метеорологическими и гидрологическими службами мира. Ее Программа по образованию и подготовке кадров и ее стратегический подход к обмену знаниями и технологией между странами значительно содействовали расширению возможностей развивающихся стран извлекать пользу из программ организации. Важная деятельность ВМО по созданию региональных специализированных метеорологических центров путем совместной деятельности групп стран при поддержке, в случае необходимости, щедрыми донорами, направлена на гармонизацию уровня обслуживания в различных районах мира.

Эта юбилейная публикация заканчивается оптимистическим взглядом в будущее. Фактически единственным приемлемым является сценарий, согласно которому человечество должно, наконец, научиться жить в мире с глобальной окружающей средой и выйти на верный путь устойчивого развития. Очевидно, что в этом направлении как метеорологии, так и гидрологии надлежит сыграть важную роль.



СОДЕРЖАНИЕ

СОВЕРШЕННОЛЕТИЕ МЕТЕОРОЛОГИИ	1
—НОРДВИКСКАЯ ДЕКЛАРАЦИЯ	3
—МЕЖДУНАРОДНОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ОПАСНОСТИ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ	4
ГЛОБАЛЬНАЯ ИНФРАСТРУКТУРА	5
—Происхождение и первые годы ВМО	5
—МЕЖДУНАРОДНАЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ — НАЧАЛО	8
УЛУЧШЕННЫЕ ПРОГНОЗЫ ДЛЯ ВСЕХ	11
—Влияние спутников и компьютеров	11
—ВСЕМИРНАЯ СЛУЖБА ПОГОДЫ	13
—ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИИ ГЛОБАЛЬНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ	18
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА	22
—АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ В ОПАСНОСТИ	22
—ОТВЕТ ЭКОСОС ПА ИНИЦИАТИВУ ВМО	25
—ВСЕМИРНАЯ КЛИМАТИЧЕСКАЯ ПРОГРАММА	25
—МЕЖПРАВИТЕЛЬСТВЕННАЯ ГРУППА ЭКСПЕРТОВ ПО ИЗМЕНЕНИЮ КЛИМАТА	27
—ВСЕМИРНАЯ СЛУЖБА АТМОСФЕРЫ.	28
—Предстоящая Вторая всемирная климатическая конференция	31
МЕТЕОРОЛОГИЯ И ГИДРОЛОГИЯ ЗА РАБОТОЙ	32
—Меняющиеся потребности общества	32
—ПРИКЛАДНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ	38
ВЫГОДНО ВСЕМ	39
—РАЗВИТИЕ ГРУДОВЫХ РЕСУРСОВ	39
—СОТРУДНИЧЕСТВО СОКРАЩАЕТ РАЗРЫВ МЕЖДУ СТРАНАМИ	40
—РЕГИОНАЛЬНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ	42
ДОСТИЖЕНИЯ ВМО	43
СОКРАЩЕНИЯ	44

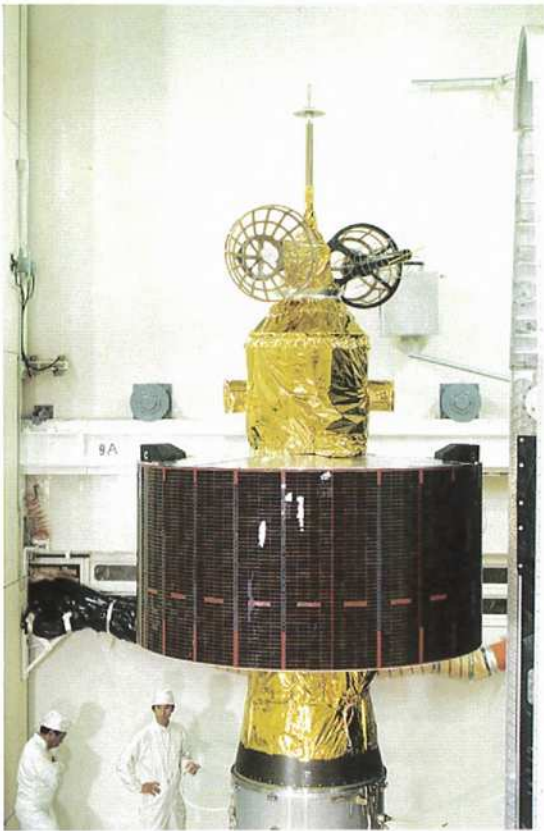
СОВЕРШЕННОЛЕТИЕ МЕТЕОРОЛОГИИ

Обычно о погоде как о чем-то незначительном говорили только что познакомившиеся люди, но положение меняется. Это удачно подмечено в недавно опубликованной карикатуре. Двое познакомились, обменялись рукопожатиями, и один говорит: «*Давайте не будем говорить ни о чем незначительном, а сразу перейдем к погоде*». Причин такого изменения много, но основаны они на широко распространенном ощущении, что с погодой что-то происходит.

По-другому относится к метеорологам и общественное мнение. Все теперь знают, что метеорологи круглосуточно год за годом работают на самых больших и быстрых компьютерах, используя новейшую технологию. Анализ и прогнозирование погоды, проектирующие эволюцию циклонов и явлений погоды для того, чтобы понять и предсказать долгосрочные изменения, опираются на наиболее передовые математические методики.

Приборы, которые используют метеорологи, также находятся на передовом крае технологии. Хорошо известны спутники погоды, но менее известны другие приборы, отнюдь не уступающие спутникам по рабочим характеристикам. Возьмем, к примеру, свободно дрейфующие океанские буи, которые регулярно передают проходящим спутникам данные о своем местоположении, атмосферном давлении и температуре. Эти буи десятками размещают в «слабо охваченных данными» районах Южного океана. Автоматические станции погоды, которые могут быть сброшены с самолета на полярный лед, без помощи человека устанавливаются сами и устанавливают свою аппаратуру. Затем они начинают непосредственно передавать сводки погоды (см. рисунок).

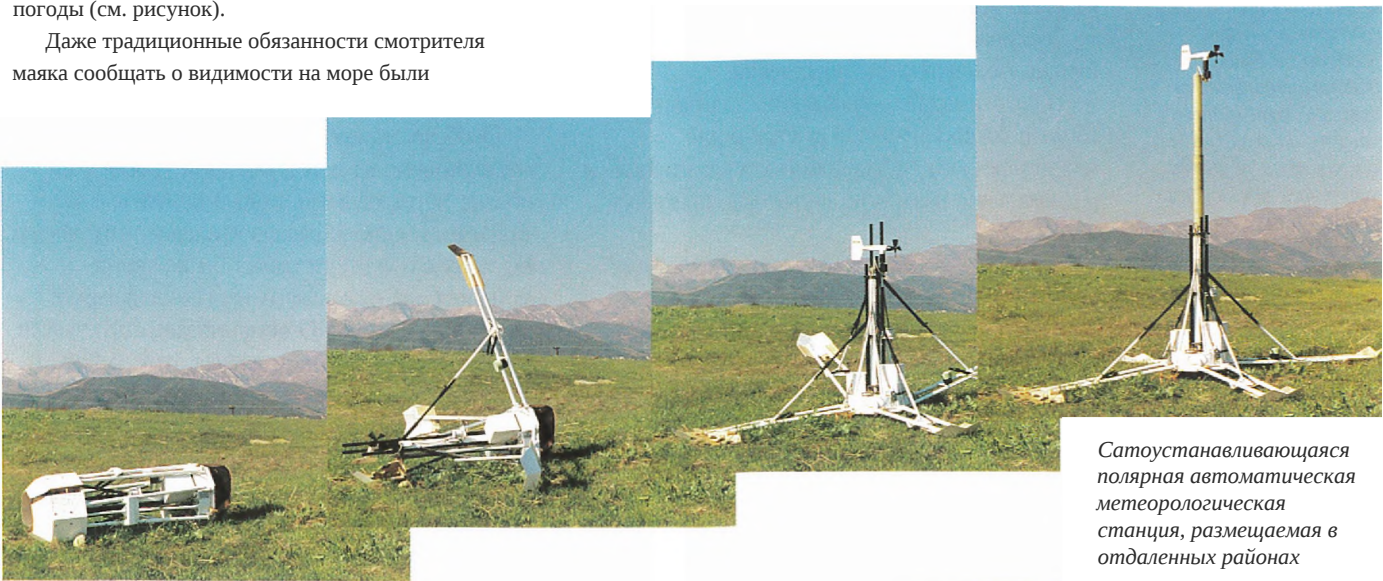
Даже традиционные обязанности смотрителя маяка сообщать о видимости на море были



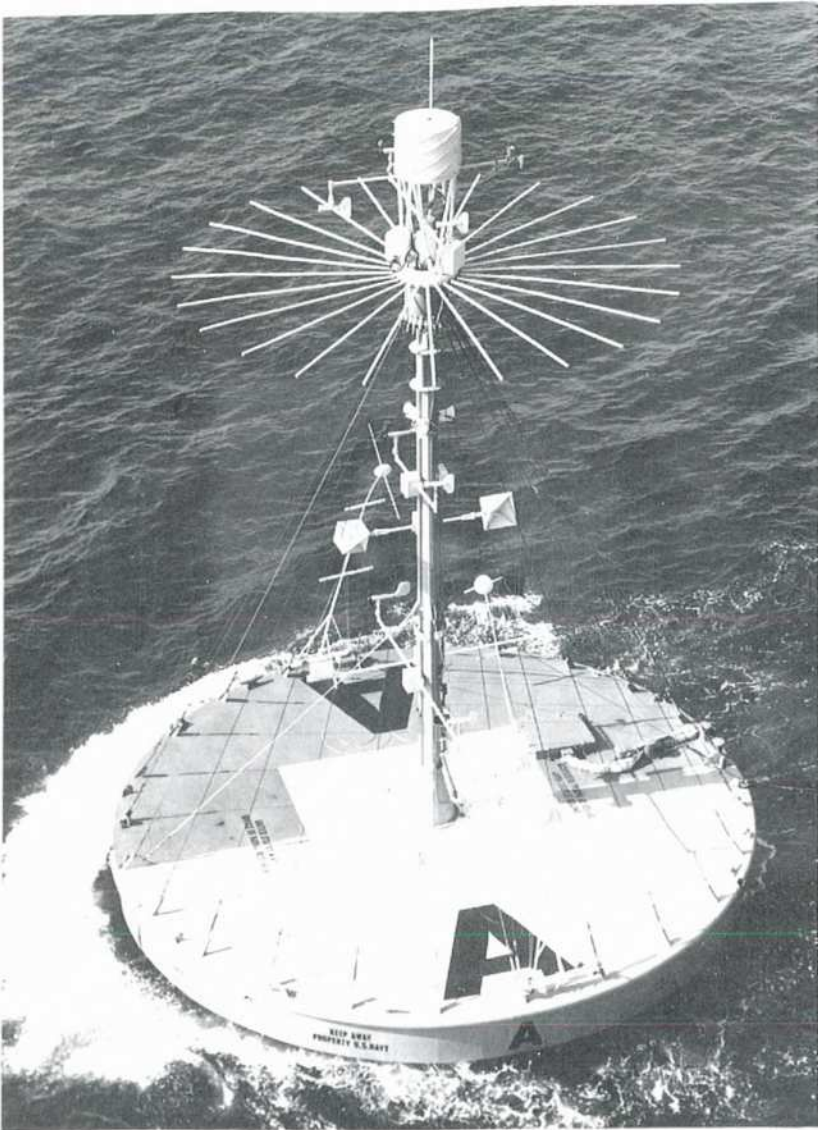
Геостационарный метеорологический спутник ГМС-4 в процессе подготовки в космическом центре «Танегашима»

переданы автоматической установке. Первая такая установка действует на Ла-Манше и установлена на плавучем маяке, на котором, само собой разумеется, нет экипажа и который функционирует автоматически.

Сегодня метеорология оказалась на переднем крае деятельности человечества, пытающегося попятить глобальные системы, которые определяют



Самостоятельно устанавливающаяся полярная автоматическая метеорологическая станция, размещаемая в отдаленных районах



Фиксированные и дрей-
фующие метеоро-
логические буи
обеспечивают значи-
тельное количество
данных из редко
посещаемых районов,
удаленных от морских
и воздушных
маршрутов

качество жизни на перенаселенной Земле.

Всемирная служба погоды ВМО состоит из глобальных систем для проведения метеорологических наблюдений, для быстрого сбора и распространения данных и для международного сотрудничества через мировые и региональные центры по подготовке прогнозов погоды.

Эта глобальная система в настоящее время рассматривается как рабочая модель, единственный прототип тех систем, которые потребуются в будущем для расширенной деятельности в области наук о Земле, включая геофизику, метеорологию, гидрологию, океанографию, экологию и аналогичные сферы исследований. Некоторые американские ученые полагают, что подобные всеобъемлющие усилия обязательно станут следующим этапом. Как

утверждает НАСА: «Наша деятельность в области экономики и технологии в настоящее время способствует значительным глобальным изменениям на Земле в течение жизни нескольких поколений человечества. Мы стали частью системы Земля и одной из сил изменения Земли».

В определенном смысле такое заявление является неполным. Даже конец мелового периода 65 млн. лет назад, когда вымерли динозавры и какая-то катастрофа уничтожила 80 процентов всего живого на Земле (согласно ископаемым остаткам), даже этот период важного изменения представляется довольно плавным экологическим переходным периодом по сравнению с результатами деятельности человека за три-четыре столетия, начиная, скажем, с 1800 г. Вероятно, мы живем в наиболее сложный в экологическом отношении переходный период всей истории и являемся причиной этого переходного периода.

По мере выхода метеорологии на арену, механизм международного сотрудничества ВМО рассматривается как пример возможной координации научной деятельности государств-членов. Долгое время ВМО удавалось бесконфликтно улаживать некоторые вопросы, которые могли стать источником разногласий. Ключевым примером являются наблюдения в районах, находящихся за пределами национальной юрисдикции. Семьдесят процентов поверхности планеты покрыто океаном и даже после недавно принятых соглашений по морскому праву эта территория находится в основном за пределами национальной юрисдикции. Тем не менее данные по этим районам имеют первостепенное значение для любой метеорологической сводки, хотя национальное метеорологическое бюро может находиться за многие мили от этого моря. Поэтому ВМО находится во главе структуры ежедневного получения данных по этим районам.

Особенно важное значение имеют согласованные на международном уровне коды обмена метеорологическими и климатическими данными и быстрое распространение этих данных. Без этих кодов отсутствовал бы исходный материал для ежедневных прогнозов погоды в каждой стране. ВМО обеспечивает структуру и средства по организации потока этих данных, который, кстати, носит незавершенный характер, так как технология телесвязи развивается чрезвычайно быстро.

Мы являемся свидетелями развития, возможность которого обеспечивает технологический прогресс, а быстро возникающие

Нордвикская декларация

В октябре 1989 г. участники совещания на уровне министров из стран всего мира собрались в Нордвике, Нидерланды, и согласовали декларацию по «загрязнению атмосферы и изменению климата». Ниже приводятся краткие выдержки из этого обращения:

«Состав атмосферы Земли подвергается в настоящее время из-за деятельности человека серьезным изменениям в беспрецедентные сроки. Располагая имеющимися сегодня знаниями, мы заявляем, что в настоящее время обществу грозят антропогенные изменения глобального климата».

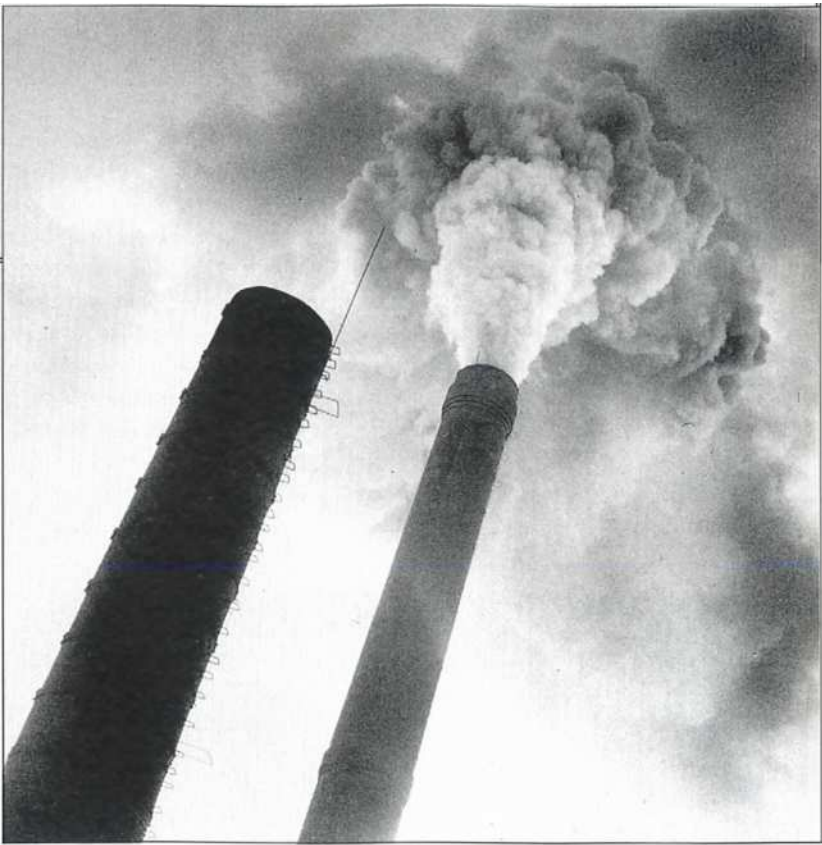
«Хотя все еще существуют разногласия в отношении размеров, времени и региональных последствий изменения климата в результате деятельности человека, ученые все более единодушно приходят к выводу о том, что следующее столетие, вероятно, будет отмечено значительным изменением климата и его нестабильностью. Имеющиеся в настоящее время прогнозы

указывают на потенциально опасные для будущих поколений экономические и социальные трансформации. Задержка в принятии мер, если верить этим прогнозам, ставит под угрозу будущее нашей планеты в ее нынешнем виде».

Далее в декларации указывается, что «экономическое совещание в верхах в 1989 г. согласилось с тем, что срочно необходима структурная конвенция по изменению климата, которая устанавливала бы общие принципы, и что в эту конвенцию могли быть включены конкретные протоколы, содержащие конкретные обязательства по мере наличия и надежности научных данных».

новые потребности современного общества в метеорологическом обслуживании являются насущной необходимостью. Британский министр Джон Стречи, обращаясь в 1946 г. в Лондоне к собранию метеорологов высокого ранга из разных стран мира, которые планировали создать ВМО, сказал следующее: «Без преувеличения, метеорология станет одной из ключевых наук мира, и вы, метеорологи, будете призваны сыграть гораздо более важную роль, чем до сих пор, в деятельности человека».

Нордвикская декларация и решение ООН о проведении Международного десятилетия по уменьшению опасности стихийных бедствий свидетельствуют о справедливости этих пророческих слов.



Некогда символ процветания, сегодня дымящая труба рассматривается как угроза окружающей среде.

МЕЖДУНАРОДНОЕ ДЕСЯТИЛЕТИЕ ПО УМЕНЬШЕНИЮ ОПАСНОСТИ СТИХИЙНЫХ БЕДСТВИЙ

Стихийные бедствия все чаще и чаще становятся темой новостей в средствах массовой информации. Засухи, тайфуны и землетрясения регулярно появляются в заголовках наряду с леденящими душу данными о жертвах и увечьях, ущербе и разрушениях. Фактически, по наиболее надежным оценкам, за последние 20 лет стихийные бедствия послужили причиной гибели около 3 млн. человек и тяжело отразились на жизни еще 1000 млн. человек. Значительное количество этих ужасных явлений, включая циклоны, ураганы, тайфуны, паводки, снежные обвалы и снежные оползни, принадлежат к тем явлениям природы, которыми непосредственно занимается ВМО.

До настоящего времени осуществлялось лишь незначительное глобальное сотрудничество в направлении уменьшения опасности стихийных бедствий. Спешили на помощь поселению, подвергнутому нашествию циклона, или туда, где под лавой и пеплом похоронил свои жертвы вулкан. В лучшем случае население могло надеяться на разрозненные попытки вернуть жизнь в эти места и предотвратить повторение катастрофы.

Цель Международного десятилетия по уменьшению опасности стихийных

бедствий (МДУОСБ) заключается в том, чтобы изменить это положение. Оно направлено на перемещение нынешнего акцента с предоставления чрезвычайной помощи жертвам стихийного бедствия на возможность предсказания значительного числа стихийных бедствий и обеспечение положения, при котором можно предотвратить их наиболее серьезные последствия. Работа будет развиваться по следующим двум основным направлениям:

- подготовка населения на национальном, местном и общинном уровне к борьбе с наиболее вероятными стихийными бедствиями;
- стимулирование и координация систем сбора информации и прогнозирования потенциальных стихийных бедствий.

Для изменения несколько фаталистского взгляда на стихийные бедствия необходимы широкая программа обучения населения, повышение уровня участия населения и распространение надежных прогнозов.

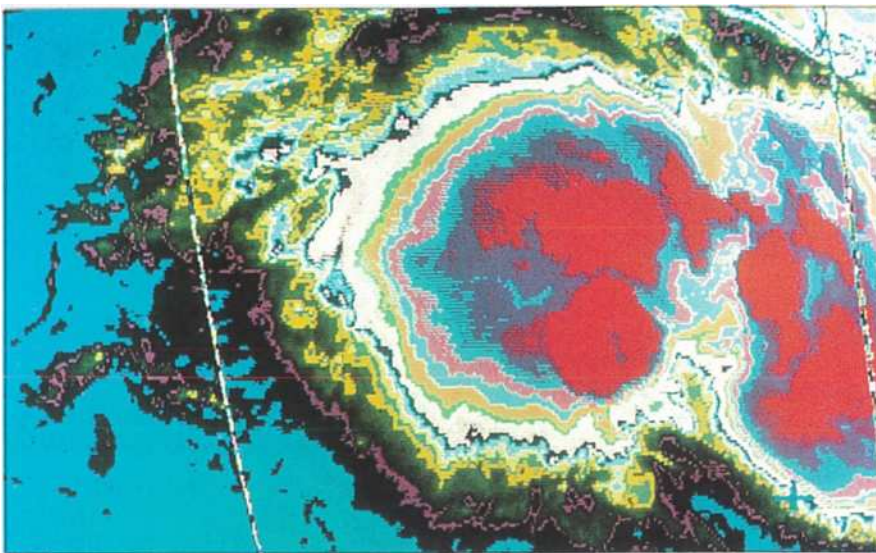
ВМО уже располагает наиболее эффективными и надежными международными системами сбора данных во всем мире, особенно теми системами, которые включены во Всемирную службу погоды. Благодаря деятельности Организации, информационные

системы, относящиеся к этим явлениям, на которые распространяются основные обязанности ВМО, являются более передовыми, чем системы по другим природным бедствиям. Другими словами, Организация вполне соответствует той важной роли, которую она играет в программах Десятилетия.

Специальные проекты ВМО по Десятилетию основаны на возможностях организации в области прогнозирования, оценки риска и передачи технологии. К ним относятся:

- системы предупреждения о тропических циклонах в юго-западной части Индийского океана;
- всеобъемлющая система оценки риска стихийных бедствий;
- система обмена технологией в отношении стихийных бедствий.

ВМО, естественно, участвовала в подготовке Десятилетия, будучи членом руководящего комитета, созданного Генеральным секретарем ООН в марте 1987 г., а также будучи представленной на совещаниях специальной международной группы экспертов, также учрежденной Генеральным секретарем. В состав этой группы входит ряд гидрологов и метеорологов, активно участвующих в деятельности ВМО, и их работы в значительной степени дополнили отчет группы. Организация предполагает более тесное участие в механизме, созданном для проведения Десятилетия в данный период времени, в руководящем комитете ООН, в техническом комитете по Десятилетию и в Секретариате МДУОСБ.



Моделирование тропического циклона в цвете с помощью компьютера.

Глобальная инфраструктура

Происхождение и первые годы ВМО

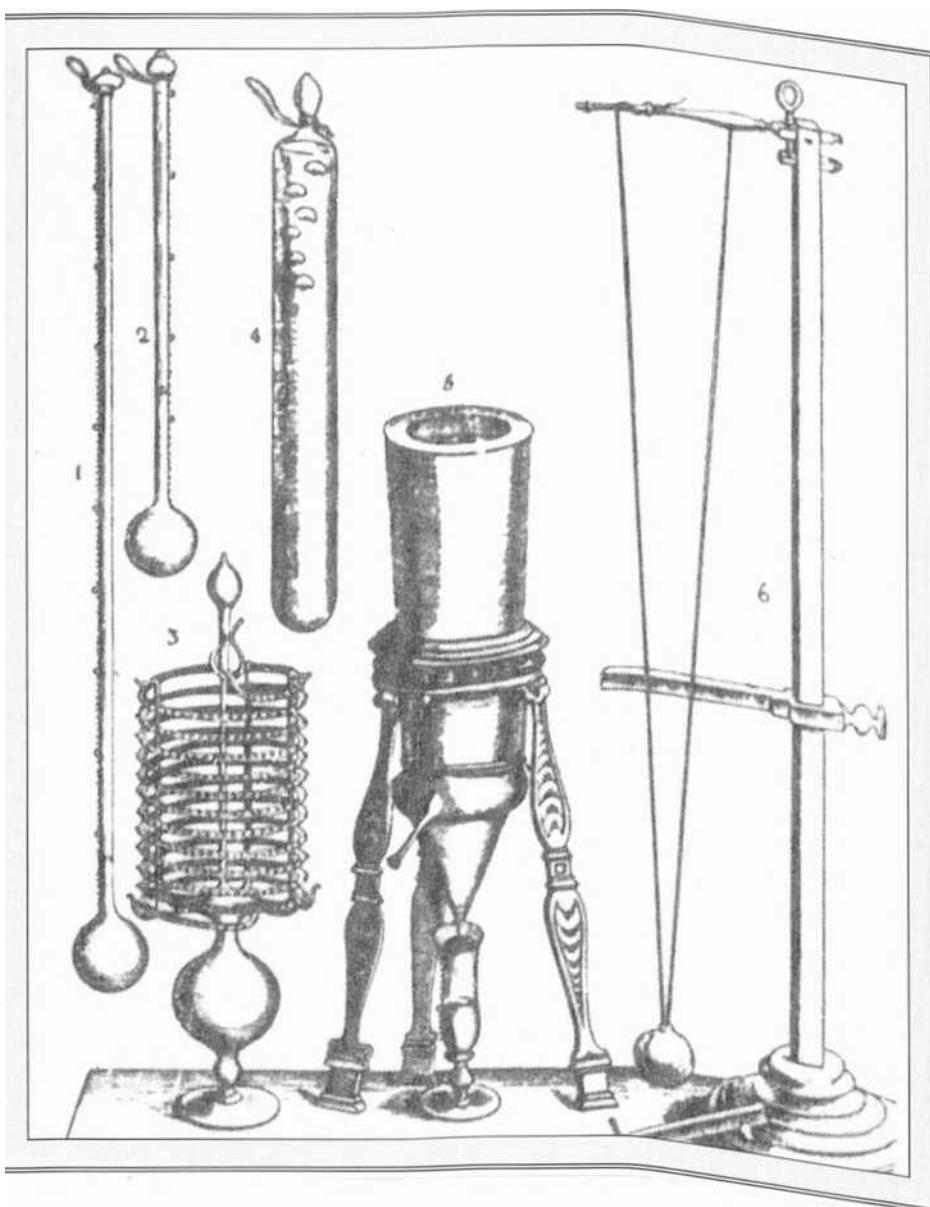
Всегда казалось, что погода появляется откуда-то извне. Пожалуй, только людям, живущим у подножья высоких гор простительно думать, что плохая погода начинается где-то сверху. В самых ранних текстах древних греков говорится о том, что характеристики ветров приносятся издалека и, как свидетельствует археология, большинство других культур разделяло эти взгляды. Таким образом, международный характер метеорологии был признан ее основной чертой почти одновременно с появлением самой метеорологии. Тем не менее, потребовались

столетия для разработки концепции скоординированных метеорологических наблюдений над более крупными районами.

- Первая международная метеорологическая сеть была создана Фердинандом II Тосканским в 1654 г. Семь станций были расположены на севере Италии, четыре других - в Варшаве, Париже, Инсбруке и Оснорбюке. Во Флоренции проводилось 15 наблюдений ежедневно.
- Следующей важной вехой стал 1780 г., когда была создана сеть из 39 станций (37 - в Европе и 2 - в Северной Америке) в рамках Societas Meteorologica Palatina - латинское название, принятое Метеорологическим

Академия дель Сименто

Академия дель Сименто во Флоренции (1657-1667 гг.). учрежденная Фердинандом II тосканским, внесла большой вклад в разработку некоторых основных приборов для науки метеорологии. На рисунке показаны несколько замечательных стеклянных приборов, изготовленных в мастерских академии. Стеклянная трубка № 4 является копией знаменитого «термоскопа» Галилея, который измерял температуру при помощи совокупности крошечных стеклянных шариков, плавающих в спирте, каждый из которых был сбалансирован для различных температур.



Societas Meteorológica
Palatina

Метеорологическое общество Мангейма провело серию наблюдений, обеспечило тщательную обработку данных и представило их для научного использования в престижной серии публикаций.

Хотя эта сеть существовала только 12 лет, она ознаменовала чрезвычайно важный шаг на пути прогресса, так как наблюдения выполнялись стандартизированными методами и на тщательно откалиброванных приборах. (В то время было известно около 60 температурных шкал, причем 27 из них широко использовались, поэтому стандартизация имела огромное значение).

Успехи в организации сети наблюдений Метеорологическим обществом Мангейма были зафиксированы в серии ежегодных бюллетеней, написанных на латыни: *Ephemerides Societatis Meteorologicae Palatinae*. Документы включают записи со станций, работавших ежегодно по крайней мере какое-то время, а также содержат информацию о приборах и инструкции по проведению наблюдений.

Первая международная метеорологическая конференция, Брюссель, август 1853 г.

Вдохновителем брюссельской конференции был лейтенант флота США Мэтью Фонтан Мори, известный своими картами ветров и течений Атлантического, Тихого и Индийского океанов, подготовленных на основе данных, которые он собирал у капитанов судов больше чем девять лет.



К основным достижениям брюссельской конференции относятся следующие: принятие стандартной формы судового журнала, комплекта стандартных инструкций по метеорологическим наблюдениям в открытом море и системы сбора судовых журналов.

EPHEMERIDES

SOCIETATIS METEOROLOGICAE
PALATINAE.

HISTORIA

OBSERVATIONES

ANNI 1781.

ACCEDIT DESCRIPTIO INSTRUMENTORUM METEOROLOGICORUM, TAM EORUM, QUAE
SOCIETAS PER EUROPAM DISTRIBUIT, QUAM QUIBUS PRAETER HAEC
MANHEIMII UTITUR.

CUM FIGURIS AERE EXCISIS.



MANHEIMII

EX OFFICINA NOVAE SOCIETATIS TYPOGRAPHICAE MDCCLXXXIII.
PROSTANT APUD C. FR. SCHWAN, BIBLIOPOLAM AULICUM.

обществом Мангейма.

- Первая международная метеорологическая конференция была проведена в августе 1853 г. в Брюсселе.
- В сентябре 1873 г. в Вене Первый международный метеорологический конгресс учредил неправительственную Международную метеорологическую организацию, которая стала предшественницей ВМО. В результате ряда событий ММО смогла преобразоваться в межправительственную Всемирную метеорологическую организацию.
- Конвенция Всемирной Метеорологической Организации вступила в силу 23 марта 1950 г. Эта дата ежегодно отмечается как Всемирный метеорологический день.

Первый международный метеорологический конгресс, Вена, сентябрь 1873 г.

На Венском конгрессе была создана Международная метеорологическая организация и, среди прочего, приняты определения метеорологических явлений и список символов, подлежащих использованию в климатологических таблицах и картах погоды. Конгресс подчеркнул необходимость глобальных наблюдений (даже предложил создать международный фонд для проведения метеорологических наблюдений «на островах и в отдаленных районах поверхности Земли»). Впоследствии метеорологи организовали программу по дальнейшей стандартизации метеорологических приборов и методов наблюдения. Далее, они предприняли первые шаги к определению международного телеграфного кода для обмена данными наблюдений.

Непрерывность была обеспечена путем создания Постоянного комитета, президентом которого стал К.Х.Д. Буйс Баллот, Нидерланды



Создание ВМО

Несколько событий привели к преобразованию бывшей неправительственной Международной метеорологической организации (ММО) в новую межправительственную Всемирную метеорологическую организацию.

Первое такое событие произошло в феврале 1946 г. в Лондоне. Чрезвычайная конференция директоров (национальных метеорологических служб) сделала первый шаг «к возобновлению деятельности ММО, к обеспечению ее сотрудничества с другими международными организациями и к возобновлению изучения конституционных и других вопросов, решение которых было прервано войной». Основная задача заключалась в возобновлении деятельности по подготовке нового проекта Международной метеорологической конвенции.

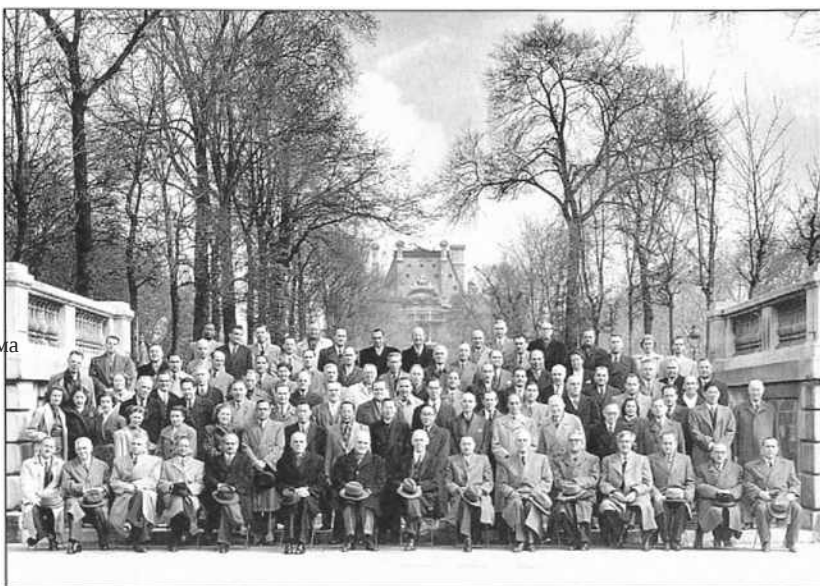
Следующим важным событием стала конференция директоров в сентябре 1917 г. в Вашингтоне. После долгих обсуждений Конвенция была единогласно принята. Однако фактически она вступила в силу лишь 23 марта 1950 г. на тридцатый день после депонирования тридцатого документа о ратификации и присоединении.

Цели ВМО включают облегчение мирового сотрудничества в создании сетей для проведения метеорологических, гидрологических и других соответствующих геофизических наблюдений; содействие предоставлению метеорологического и связанного с этим обслуживания, а также систем быстрого обмена метеорологической и соответствующей информацией; и содействие стандартизации метеорологических и соответствующих наблюдений, а также обеспечение однородной публикации данных наблюдений и статистики.

Эти цели изложены в Статье 2 Конвенции ВМО, которая приводится на внутренней стороне обложки.

- В марте 1951 г. в Париже был создан Первый конгресс Всемирной метеорологической организации на котором;
 - были созданы конституционные органы (технические комитеты и региональные ассоциации) организации;
 - были избраны должностные лица организации;
 - была сформулирована техническая программа организации для выполнения цепей, изложенных в статье 2 Конвенции ВМО.

По завершении Международного геофизического года в 1958 г. тогдашний Генеральный секретарь ВМО г-н Д.А. (теперь сэр Артур) Дэвис особо отметил заслуги тысяч



Международная исследовательская деятельность - начало

Начало скоординированной на международном уровне метеорологической исследовательской деятельности и в особенности международных экспериментов по наблюдениям знаменуют два международных полярных года. В гораздо большем масштабе более поздние программы, организатором которых явилась ВМО, такие, как Всемирный геофизический год, Программа исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП) и осуществляемая в настоящее время Всемирная программа исследований климата создавались и развивались на фундаменте и опыте этой ранней деятельности.

Первый международный полярный год (1882 1883 гг.)

Первый полярный год был результатом совместной деятельности двенадцати стран (Австро-Венгрия, Дания.

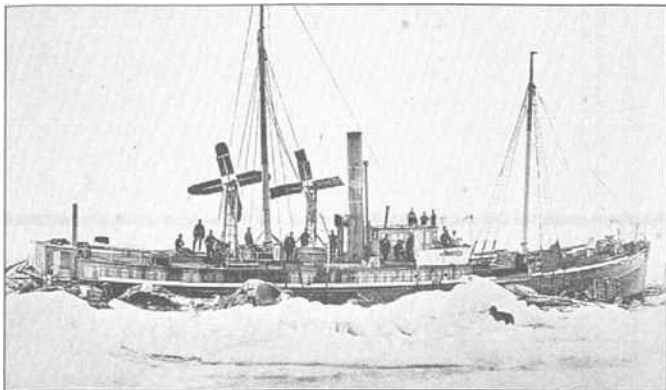
Финляндия. Франция, Германия. Нидерланды, Норвегия, Россия, Швеция. Соединенное Королевство, Канада и США) по созданию и эксплуатации 14 станций в районе Северного полюса. Помимо сугубо метеорологических измерений были проведены наблюдения, связанные с геомагнетизмом, явлениями северного сияния, приливами и течениями океана, структурой и движением льда, атмосферным электричеством и пробами воздуха для анализа и т.д. Обсерватории всего мира (а их свыше сорока) участвовали в этой деятельности, проводя расширенные программы наблюдений.

Второй международный полярный год (1932 1933 гг.)

Помимо научной программы, аналогичной программе 1882-1883 гг., в ходе Второго полярного года был сделан

новый акцент на изучение степени возможного улучшения за счет наблюдений в полярных регионах точности прогноза погоды в других районах мира. Кроме того, была изучена проблема содействия улучшенных знаний метеорологических условий в высоких широтах морскому и воздушному транспорту (в это время уже подразумевалась возможность воздушных маршрутов над Арктикой). Всего участвовало 44 страны, и было собрано значительное количество данных наблюдений. Были также установлены новые метеорологические станции в зоне экватора, но все еще отсутствовали постоянные станции в Антарктике. Опыт, полученный при обработке и архивации этих данных, привел в дальнейшем к предложению МСНС о создании мировых центров данных.

Вверху: Гибель норвежского судна Варна, июнь 1883 г.
Внизу: Экипаж Варны уходит с членами голландской экспедиции



Радиозонд, запускаемый экспедицией СССР с помощью шаров, Земля Франца Иосифа, 1932 г.



ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40

Международный геофизический год (МГГ) 1957-1958 гг.

ВМО уже имеет опыт участия в планировании и осуществлении МГГ. Эта деятельность была запланирована совместно с МСНС. Наблюдениями была охвачена вся поверхность Земли в той степени, в которой это было возможно. Период наблюдений продолжился 18 месяцев, с 1 июля 1957 г. до 31 декабря 1958 г. Расширенные программы наблюдений были проведены в «регулярные всемирные дни» (3 дня при каждом новолунии) и в «специальные всемирные дни», выделенные в зависимости от солнечной активности. В метеорологическую программу помимо обычных наблюдений были включены измерения солнечной радиации и атмосферного озона. Хотя измерения озона при помощи спектрофотометра

Добсона были начаты 25 лет назад, координируемые на международном уровне наблюдения были начаты в ходе МГГ. Новой чертой МГГ стала программа высотных наблюдений с помощью ракет при сотрудничестве США, СССР, СК и Японии, а также запуск первых спутников СССР и США. Некоторые станции, созданные в Антарктиде для МГГ стали постоянными, и составление программы научного сотрудничества в Антарктиде привело к подписанию Договора об Антарктике.

М. Николе, Плюральный секретарь специального комитета по МГГ, впоследствии заметил: «В значительной степени благодаря активному участию ВМО, в ходе осуществления МГГ возникли четкие ориентиры для дальнейших геофизических исследований».

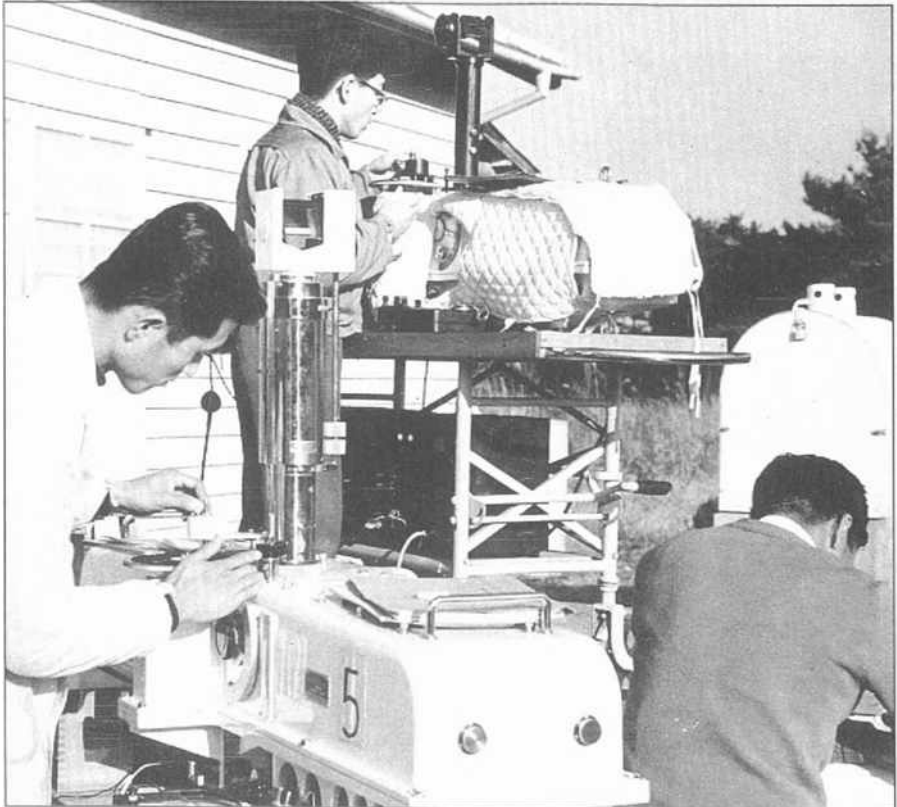


Измерения температуры снега в Антарктике и плотности в скважине ледяного шельфа на станции Литл Америка III

Бурение для измерения толщины многолетнего льда в заливе в Антарктике



Спектрофотометр Добсона, применяемый для измерений озона в аэрологической обсерватории, Татено. Япония, во время Международного геофизического года



ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40

метеорологических наблюдателей во всем мире, которые с точностью и энтузиазмом провели необходимые дополнительные наблюдения. «Сбор данных - сказал он - явился уникальным вкладом в дальнейшее развитие метеорологии как науки».

К этому времени число членов Организации выросло с 30 членов до 97, что сделало ВМО одной из наиболее универсальных из существующих организаций.

Молодая организация уже могла гордиться значительными достижениями, как то:

- . Принятие Технического регламента для дальнейшей стандартизации метеорологических процедур и практик;
- Публикация значительного количества технических записок, что помогало национальным метеорологическим службам во всем мире идти в ногу с научно-техническим прогрессом;
- Значительное улучшение сетей наблюдений и каналов передачи данных, эффективность и регуляр-

ность которых могли служить примером другим отраслям наук о Земле;

- Первые меры по принятию обязательств по международному сотрудничеству в оперативной гидрологии;
- . Широкомасштабное участие в программе Международного геофизического года, которая в то время включала центр метеорологических данных в Женеве;
- Быстро расширяющееся участие в программе технической помощи Организации Объединенных Наций.

Г-н Андрэ Ж.А. Вио, Президент ВМО с 1955 по 1963 гг., давая оценку достижениям ВМО, отметил в 1959 г.: *«В настоящее время метеорология проходит такой эволюционный период, который со временем будет, вероятно, рассматриваться как революционный период»*. И этот день наступил довольно скоро: резолюция ООН в 1961 г. , касающаяся прогресса в науке и технологии, призвала ВМО и МСНС взять новые обязательства. Рассмотрим эти явления по порядку.

Улучшенные прогнозы для всех

Прогнозирование погоды нельзя рассматривать как умение или даже как исключительно прикладную науку; это в значительной степени зависящая от технологии профессия, техническая деятельность, в которой оборудование и организация играют центральную роль. Электрический телеграф, изобретенный Самуэлем Морзе в 1832 г. и впервые использованный для передачи сводок погоды в 1849 г., стал первым эпохальным достижением. При отсутствии такого средства быстрой передачи данных наблюдений, прогнозирование погоды в современном смысле вряд ли было бы возможно.

В действительности, именно возможность таких передач сделала реальностью международное сотрудничество в области метеорологии. Однако с самого начала ученым было ясно, что телеграф не единственное средство, необходимое для выпуска сводки. Необходимы также наблюдения по большим районам и понимание законов атмосферных движений. Для преодоления этих препятствий потребовались наиболее мощные средства передовой технологии: спутник и компьютер.

Значение спутников и компьютеров

Метеорологический спутник - это волшебный глаз, который с высоты взирает на погоду, единственное средство, которое в состоянии обеспечить глобальную картину общей циркуляции атмосферы и движения быстро меняющихся погодных систем на суше и на море.

Наилучшим примером значения компьютера для прогнозирования служит первопроходческая деятельность английского математика квакера Льюиса Фрай Ричардсона (1881-1953 гг.). Обычно упоминают его религиозные убеждения, потому что результаты его работы были настолько неверными, что, по мнению его коллег - ученых, для опубликования этих результатов требовалось мужество человека, честного по религиозным убеждениям. Ричардсон впервые разработал математическую модель и метод численного прогнозирования погоды (опубликованный в 1922 г.).

Однако расчет одного шестичасового



Левис Фрай
Ричардсон
(1881-1953 гг.)

прогноза (за 20 мая 1910 г.) потребовал многих месяцев напряженной работы. Поэтому ученый задумывался об организации такой системы, которая смогла бы осуществить все необходимые расчеты со скоростью, необходимой для практического использования. В созданной в его воображении системе 64 тыс. счетчиков сидели в огромном зале, группами по 32 человека, причем каждый выполнял свою конкретную задачу, а между ними сновали курьеры, передавая результаты из группы в группу, осуществляя сложную схему сотрудничества. Между прочим, этот огромный «театр» счетчиков (при условии его постановки) едва ли бы смог сделать больше, чем делал весьма ординарный компьютер в конце 50-х годов. Теперь нам уже известно, что для прогнозирования погоды требуются гораздо более мощные компьютеры.

Однако этот метод был признан правильным подходом. В 1922 г. Ричардсон опубликовал книгу, ставшую известной под названием «Прогноз погоды численным путем», в которой он обстоятельно изложил метод, который много лет спустя будет применен в современных компьютерных расчетах.

Электронный компьютер появился в результате разработок, проводимых во время войны в США. Первое «гражданское» применение этого средства имело место, однако, в области метеорологии, и в 1950 г. Джон фон Ньютон, Дж.Г. Чарни и Р. Фьертофт опубликовали первый успешный численный прогноз погоды, выполненный на компьютере.



Приблизительно 10 лет спустя, первый метеорологический спутник начал передавать изображение облачности. Значение этих двух достижений получило должную оценку ученых и 20 декабря 1961 г. Генеральная Ассамблея ООН приняла резолюцию 1721/XVI по мирному использованию космического пространства, в которой ВМО поручалось разработать план по использованию этих новых возможностей.

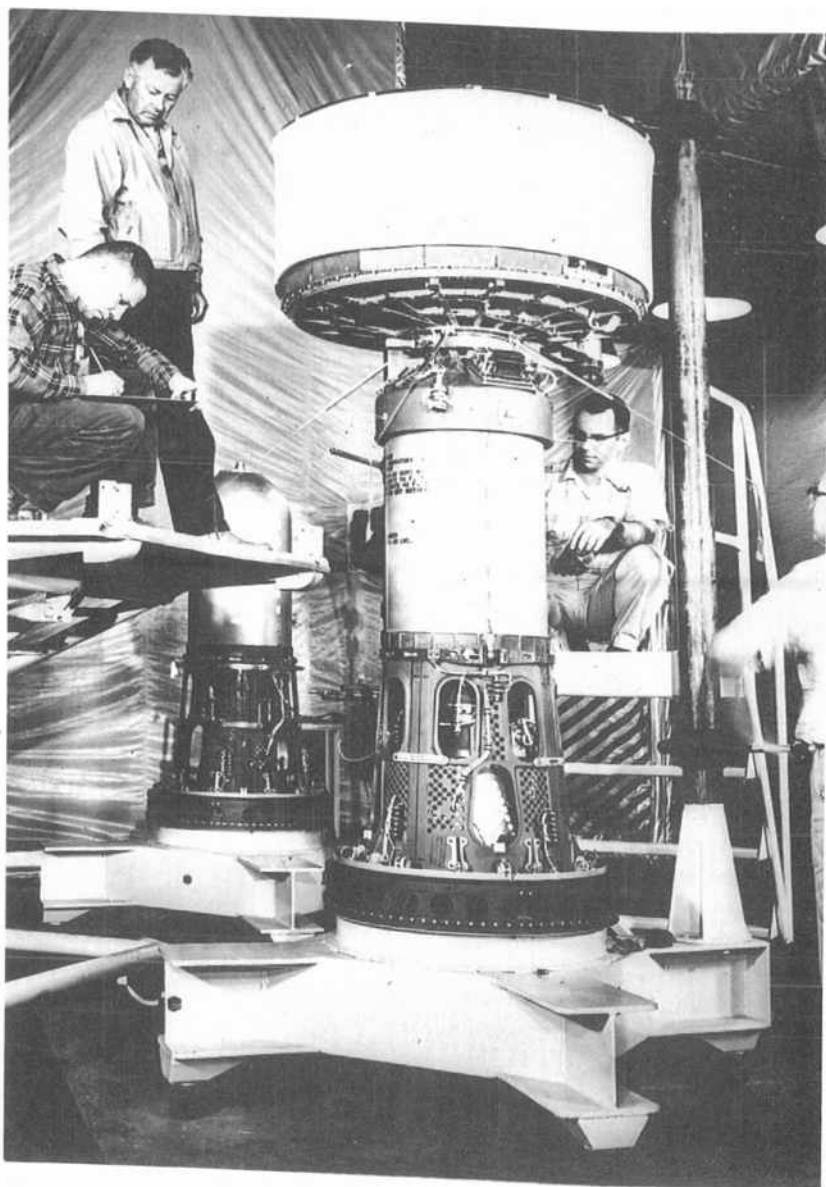
Эта резолюция послужила основой деятельности ВМО и ее Генеральный секретарь обратился за советом к экспертам двух стран, лидирующих в исследовании космоса, США и СССР, и просил их участвовать в составлении доклада, который был представлен в 1962 г. Организации Объединенных Наций. На основе этого доклада ООН приняла резолюцию, в которой с удовлетворением отмечалась деятельность ВМО и которая:

- предлагала ВМО более подробно разработать свой план расширенной программы по укреплению метеорологического обслуживания и исследований;
- предлагала Международному совету научных союзов (МСНС) разработать расширенную программу научных исследований атмосферы, которая будет дополнять программу, выдвинутую ВМО.

Вскоре после этой второй резолюции ВМО разработала концепцию Всемирной службы погоды и вместе с МСНС представила план Программы исследования глобальных атмосферных процессов, известной в сокращении как ПИГАП.

Вверху: Первые компьютеры объемом с комнату были менее мощными, чем сегодняшние модели, размещающиеся на письменном столе.

Внизу: Подготовка Тирос 1 в 1960 г.



Всемирная служба погоды

Созданная ВМО Всемирная служба погоды (ВСП) является системой сбора, анализа и распространения во всем мире метеорологической и другой информации об окружающей среде. ВСП - крупное достижение в области международного сотрудничества: лишь в немногих сферах человеческой деятельности существует подобная по истине глобальная система, использующая последние научные знания и достижения в технологии, вклад в которую ежедневно и ежегодно вносят фактически все страны мира па общее благо.

ВСП состоит из трех основных компонентов:

- Глобальная система наблюдений, включающая средства на суше, на море, в воздухе и в открытом космосе для наблюдения и измерений метеорологических элементов;
- Глобальная система телесвязи для быстрого обмена информацией о наблюдениях, а также анализами и сводками, составленными третьим компонентом;
- Глобальная система обработки данных, сеть компьютеризированных центров обработки данных во всем мире.

Эти компоненты поддерживают разнообразные направления деятельности, включая стандартизацию методов и способов наблюдений, разработку общих процедур телесвязи и представление как данных наблюдений, так и обработанной информации, в форме, попятной всем, независимо от языка.

Как начиналась ВСП

Своим появлением ВСП обязана вышеупомянутой резолюции Генеральной ассамблеи ООН о мирном использовании космического пространства, которая в свою очередь в значительной степени появилась благодаря обращению Президента США Дж.Ф. Кеннеди к этой же сессии Генеральной Ассамблеи в сентябре того же года:

«Многие десятилетия ученые изучают

атмосферу, но ее проблемы по-прежнему остаются нерешенными ... Ио вот появились новые научные приборы. С появлением современных компьютеров, ракет и спутников пришло время повести в наступление различные науки ... Науки об атмосфере требуют всемирных наблюдений и поэтому международного сотрудничества. Мы предлагаем дальнейшее развитие сотрудничества между всеми странами в области прогнозов погоды ... и ... глобальную систему спутников, связывающих весь мир».

Вдохновленная таким обращением Генеральная ассамблея приняла резолюцию, призывающую ВМО изучить меры, которые смогут:

- a) Повысить уровень научно-технических знаний об атмосфере с тем, чтобы обеспечить лучшее понимание основных физических сил, влияющих на климат, а также возможность широкомасштабных изменении погоды;
- b) Развить существующие возможности прогнозирования погоды и помогать странам-

Академик В.А. Бугаев (СССР) и д-р Х. Векслер (США) обсуждают план Всемирной службы погоды



членам эффективно использовать такие возможности через региональные метеорологические центры. ВМО с готовностью откликнулась на этот призыв и представила план Всемирной службы погоды. Осуществление программы было начато в 1963 г. с одобрения Четвертого конгресса ВМО. Немногие в то время догадывались, что упомянутые в резолюции «широкомасштабные изменения погоды» будут через 25 лет иметь значение весьма отличающееся от экспериментов по засеиванию облаков, о котором тогда думали многие.

С самого начала предполагалось, что план ВСП будут осуществлять и проводить сами члены ВМО - в той степени, в которой позволят их ресурсы.

Осуществление плана в регионах, находящихся вне территории отдельных стран (включая открытый космос, районы океана и Антарктику), было основано на добровольном участии стран, предоставляющих средства и обслуживание за счет национальных ресурсов. Была создана программа добровольной помощи (которая в настоящее время называется

Программа добровольного сотрудничества) для помощи тем странам, которые имеют меньше возможностей вносить вклад в глобальную систему и получать от нее преимущества в полном объеме. Эти многие другие принципы и идеалы, сформулированные при основании ВСП, имеют значение и сегодня.

Начальный прогресс

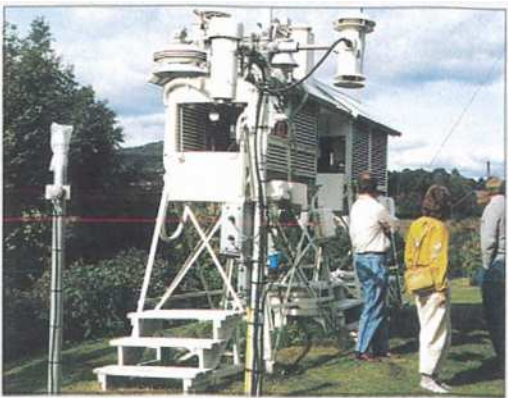
Вначале система наблюдений включала около 8 000 метеорологических станций на суше и 4 000 торговых судов, проводящих наблюдения во время плавания. Приблизительно одна из десяти наземных станций с помощью установленных на шарах приборов проводила зондирование условий атмосферы на высоте до 30 км. Эти зондирования были дополнены измерениями с 3 000 воздушных судов и периодическими наблюдениями за облачностью со спутников с полярной орбитой.

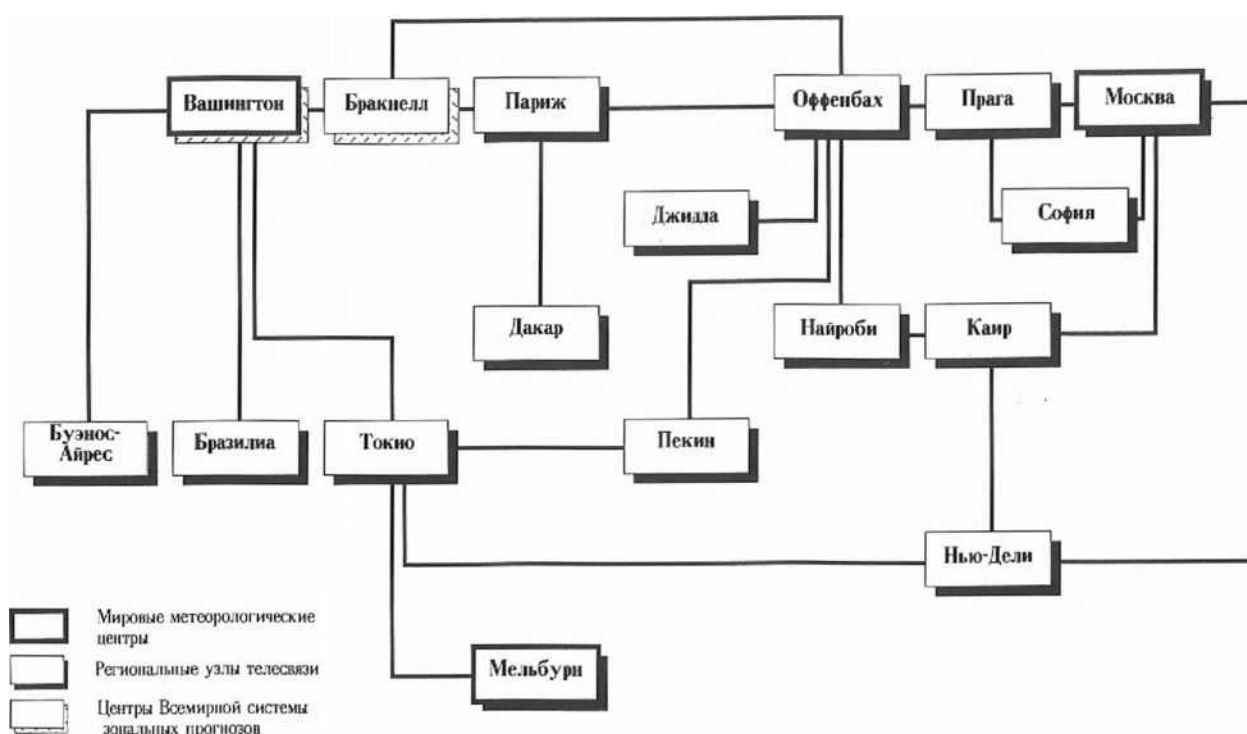
При использовании обычных методов и систем наблюдения темпы прогресса оказались медленными. Сегодня число наблюдательных станций на суше возросло более чем до

Взаимосравнения приборов

Наблюдения, проводимые с помощью метеорологических приборов различного производства, действительны для метеорологии только при условии прямой сравнимости их данных. Это условие выполняется при регулярном взаимосравнении приборов, проводимом в условиях абсолютного контроля.

Ниже; Международные сравнения радиозондов - Бофорт Парк. СК
Внизу справа; Международная гидрометрическая пюцадка - Осло, Норвегия
Выше справа; Международные испытания пиргелиометров, Энсенада, Мексика





9 500. а подвижных судовых станций - до 7 000. но настоящий прогресс в преодолении разрыва был осуществлен в 70-х годах за счет быстрого развития метеорологических спутников и автоматизированных систем наблюдений.

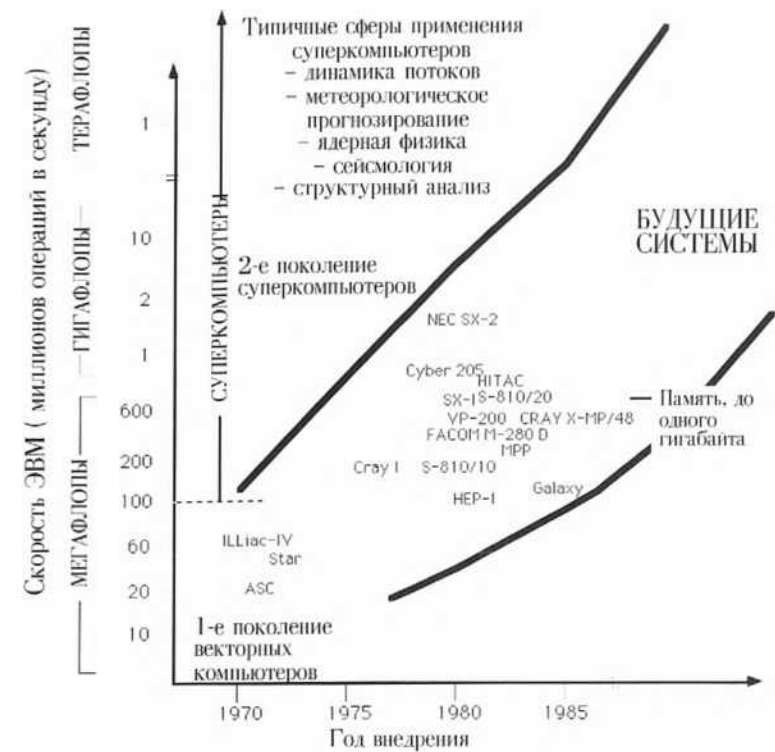
Запуск спутников был революционным событием для метеорологии в целом и для Глобальной системы наблюдений, в частности. Сегодня в любое время четыре оборудованных новейшими приборами спутника с оборудованием для автоматической передачи изображений на борту облетают Землю на высоте от 800 км до 1000 км над Северным и Южным полюсами. Так как Земля вращается ниже орбиты этих спутников, каждый пункт на ее поверхности попадает под наблюдение по два раза в день. Эти спутники обеспечивают глобальное наблюдение облачного покрова Земли, вертикальные профили температуры и влажности, температуры поверхности моря и суши, а также снежного и ледяного покрова.

Вторая система спутников известна как геостационарная, или геосинхронная, что означает, что спутники обращаются с той же скоростью, что и Земля, над экватором которой они расположены, и таким образом

они являются «стационарными» по отношению к Земле. Их пять, расположенных далее в космосе (на расстоянии приблизительно 36 000 км), для обеспечения охвата метеорологических условий между 50° с.ш. и 50° ю.ш., представляющих пункт репейной телесвязи для сбора и распространения данных.

Некоторые из не охваченных наблюдениями районов на поверхности Земли восполнены за счет использования автоматизированных систем. В 80-е гг. были введены в действие приблизительно 350 автоматизированных или частично автоматизированных метеорологических станций на суше. 100 заякоренных буйев или других фиксированных платформ, служащих автоматическими морскими станциями, и несколько сот буйев, около 200 из которых в настоящее время действуют, дрейфуют в течениях океана. Аэрологические наблюдения над районами океана с коммерческих судов также в значительной степени автоматизированы.

До введения ВСП отсутствовала как таковая организованная всемирная система обработки данных. На начальных стадиях составления планов было высказано много мнений и



Увеличение мощности компьютеров позволило в значительной степени улучшить прогнозирование

сомнений о роли такой системы, особенно из-за того, что, как предполагалось, каждая страна сохранит независимые возможности метеорологического анализа и прогнозирования для удовлетворения национальных потребностей. Но появление суперкомпьютеров и разработка процедур численного анализа и прогнозирования повышенной сложности с очевидностью продемонстрировали, что необходима сеть мировых и региональных метеорологических центров (ММЦ и РМЦ). Каждый национальный метеорологический центр (НМЦ) просто не в состоянии располагать дорогостоящим компьютерным и телекоммуникационным оборудованием и квалифицированными специалистами, что необходимо для обработки всевозрастающего объема данных наблюдений и для использования современных знаний в области численного анализа и методов прогнозирования.

В общем ММЦ составляют анализы и прогнозы в глобальных масштабах и выпускают продукцию, которая используется для общих кратко-, средне- и долгосрочных прогнозов крупномасштабных

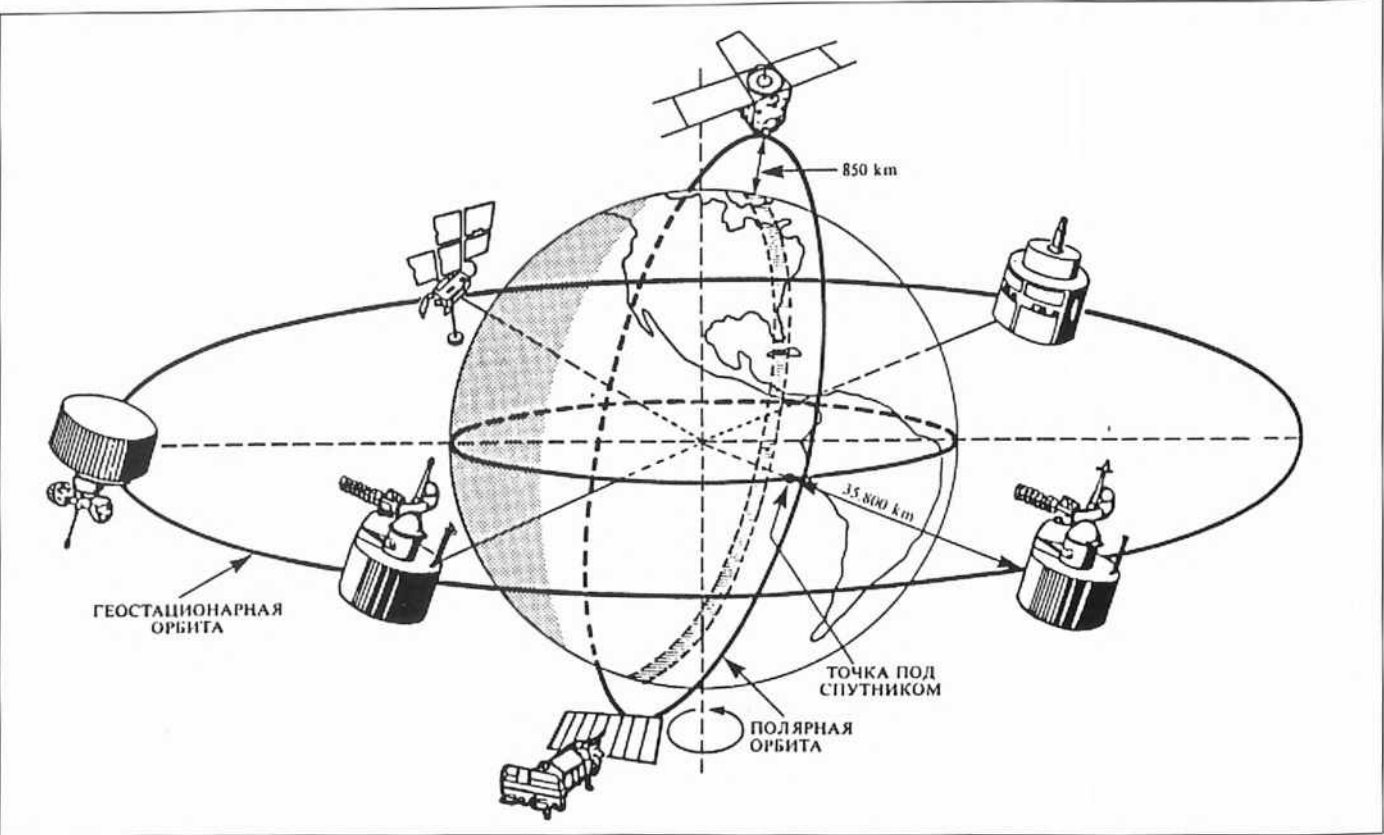
метеорологических систем. Эта выходная продукция используется РМЦ для подготовки региональной продукции для использования НМЦ при прогнозировании мало-, мезо- и крупномасштабных погодных систем, а также более конкретной специализированной продукции для нужд национальных потребителей.

Система постоянно развивается, количество и качество выходной продукции возрастает из года в год. Три ММЦ в Мельбурне, Москве и Вашингтоне в настоящее время производят в сутки почти 350 анализов и сводок, в то время, как РМЦ, находящиеся между этими центрами, обеспечивают распространение около 2 000 видов продукции, причем охват и формат представления зависит от потребностей НМЦ и имеющихся систем распределения. Повышение качества можно измерить с точки зрения точности прогнозов, которая в Северном полушарии в настоящее время для прогнозов семидневной заблаговременности соответствует 3- или 4-дневной заблаговременности в 1980 г. и только двухдневной заблаговременности - в начале 60-х годов.

Всеми этими данными и видами продукции обмениваются во всем мире с такой степенью скорости, автоматизации и эффективности, о которой даже и не думали создатели ВСП в начале 60-х годов.

В те дни данные наблюдений собирались на национальном и субрегиональном уровне, в основном при помощи телеграфа и телефона или иногда по наземным линиям, а передавались с использованием относительно ненадежных высокочастотных радиопередач в региональные центры. Эти центры подготавливали бюллетени вручную для повторной трансляции в соответствии с согласованными заранее графиками. В наличии было всего лишь несколько цепей от точки к точке, и система была медленной, громоздкой и не очень надежной.

В основном передачи осуществлялись (некоторые осуществляются до сих пор) со скоростью, не превышающей 50 бит в секунду или 75 слов в минуту - не на много превышая скорость печатанья на машинке. В середине 70-х годов почти все 22 цепи Главной сети телесвязи (ГСЕТ) ГСТ действовали со скоростью 2 400 бит в секунду, которая с тех пор возросла в четыре



раза и, вероятно, вновь удвоится до 19 200 бит в секунду в ближайшем будущем. Этот прогресс стал возможен благодаря внедрению компьютеров и постепенной автоматизации центров телесвязи, занимающихся сбором, сортировкой, отбором и повторной передачей значительных объемов данных по различным направлениям. Сегодня

почти все 18 центров ГСЕТ полностью или частично автоматизированы. Ряд других региональных центров и более 30 национальных центров также в настоящее время ввели автоматизацию. ВСП планировалась как гибкая изменяющаяся система, в которую можно внедрять технологические новшества по мере их

Орбиты метеорологических спутников - полярная на низких высотах экваториальная геостационарная на высоте 36 000 км



Современные метеорологические центры обрабатывают огромные объемы данных на сложных системах

ПРОГРАММА ИССЛЕДОВАНИЙ ГЛОБАЛЬНЫХ АТМОСФЕРНЫХ ПРОЦЕССОВ

Уже упоминалось, что концепция этого глобального мероприятия была выработана совместно ВМО и МСНС в ответ на резолюцию 1802/XVII (декабрь. 1962 г.) Генеральной Ассамблеи Организации Объединенных Наций. По мере осуществления эта программа превратилась в самую многообещающую научную программу в истории метеорологии, если не в истории геофизических наук в целом. Основная цель заключалась в изучении динамики атмосферы, с тем чтобы расширить спектр полезных прогнозов погоды. Развитие глобальной спутниковой системы наблюдений, дополняющей обычную наземную сеть, а также прогресс в моделировании атмосферы и электронных ЭВМ, привели к значительным достижениям, а позже к ощутимому прогрессу в метеорологии. Хотя исследовательская деятельность и планирование продолжались все пятнадцать лет осуществления ПИГАП (1967-1982 гг.), основными пунктами программы были крупные полевые эксперименты.

Например, в начале осуществления ПИГАП осознавалось, что знания в области тропической атмосферы весьма ограничены. Поэтому первым основным полевым экспериментом стал Атлантический тропический эксперимент ПИГАП (АТЭП), который осуществлялся в период с июня по сентябрь 1974 г. Масштабы и успех этого эксперимента беспрецедентны; около семидесяти стран приняли в нем участие и развернули систему наблюдений, включающую сорок исследовательских океанских судов, специальные самолеты и шары, дополненную измерениями с метеорологических спутников. Над тропическими районами Атлантического океана были собраны уникальные данные, имеющие первостепенное значение для изучения процессов формирования облачности и их связи с широкомасштабными погодными системами в тропиках.

Высшим достижением ПИГАП, бесспорно, является Глобальный метеорологический эксперимент (ГМЭ) в 1979 г., когда национальные метеорологические службы, космические агентства и научно-исследовательские институты детально изучали глобальную атмосферу целый год. Практически все члены ВМО приняли



Сомнет для проведения метеорологических наблюдений в Женеве во время АЛЫПЕКСа

участие в осуществлении ГМЭ путем сбора дополнительных метеорологических наблюдений и установки специальных систем наблюдений. В ходе ГМЭ были также проведены исследования региональных муссонных циркуляций, имеющих чрезвычайное значение для благосостояния населения и производства продовольствия в Азии и Западной Африке.

Влияние ГМЭ на метеорологию и оперативное прогнозирование погоды было огромным и имело далеко идущие последствия. В частности, ГМЭ обеспечил ресурсы, необходимые для создания глобальной системы геостационарных и полярно-орбитальных спутников, которые являются в настоящее время основой Всемирной службы погоды. Кроме того, данные ГМЭ, являющиеся наиболее

всеобъемлющей компиляцией метеорологических переменных, которые когда-либо собирались, послужили основой широких научных исследований, ведущих к новым методам анализа в оперативном прогнозировании погоды, и привели к значительным улучшениям в самих системах прогнозирования. Прямым результатом этих достижений, наряду с заметным увеличением мощностей компьютеров, явилось значительное расширение масштабов и повышение точности прогнозов погоды. В свою очередь, это вызвало появление многих новых и усовершенствованных видов обслуживания прогнозами авиации, сельского хозяйства, производства энергии, маршрутов судов, а также и нефтяных и газовых промыслов в открытом море. Последним полевым экспериментом.

Некоторые суда из большого флота наблюдательных судов, собирающихся в Дакаре, для АТЭП



ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40

проведенном в рамках ПИГАП, стал Альпийский эксперимент (АЛЬПЭКС) в 1982 г., в ходе которого вновь объединились усилия метеорологических служб и ученых для сбора и анализа данных в регионе Альп. Эти данные были представлены для исследований, направленных на понимание циклогенеза и механизмов, определяющих такие локальные горные ветры, как мистраль, фён и бора. Тот факт, что сегодня на моделях прогнозирования возможно учитывать со значительной точностью влияние гор, доказывает успех АЛЬПЭСа.

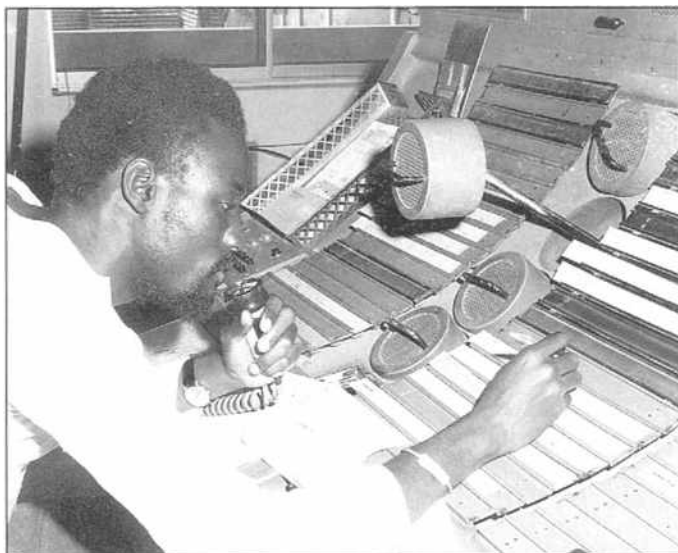
Успех ПИГАП служит прекрасным примером возможностей двух организаций, межправительственной ВМО и неправительственного МСНС, тесно сотрудничать в духе решимости и доброй воли. ВМО и МСНС накопили огромный опыт в ходе экспериментов ПИГАП, который оказался очень полезным во Всемирной программе исследований климата. Эта программа также может способствовать значительному прогрессу наук о Земле.

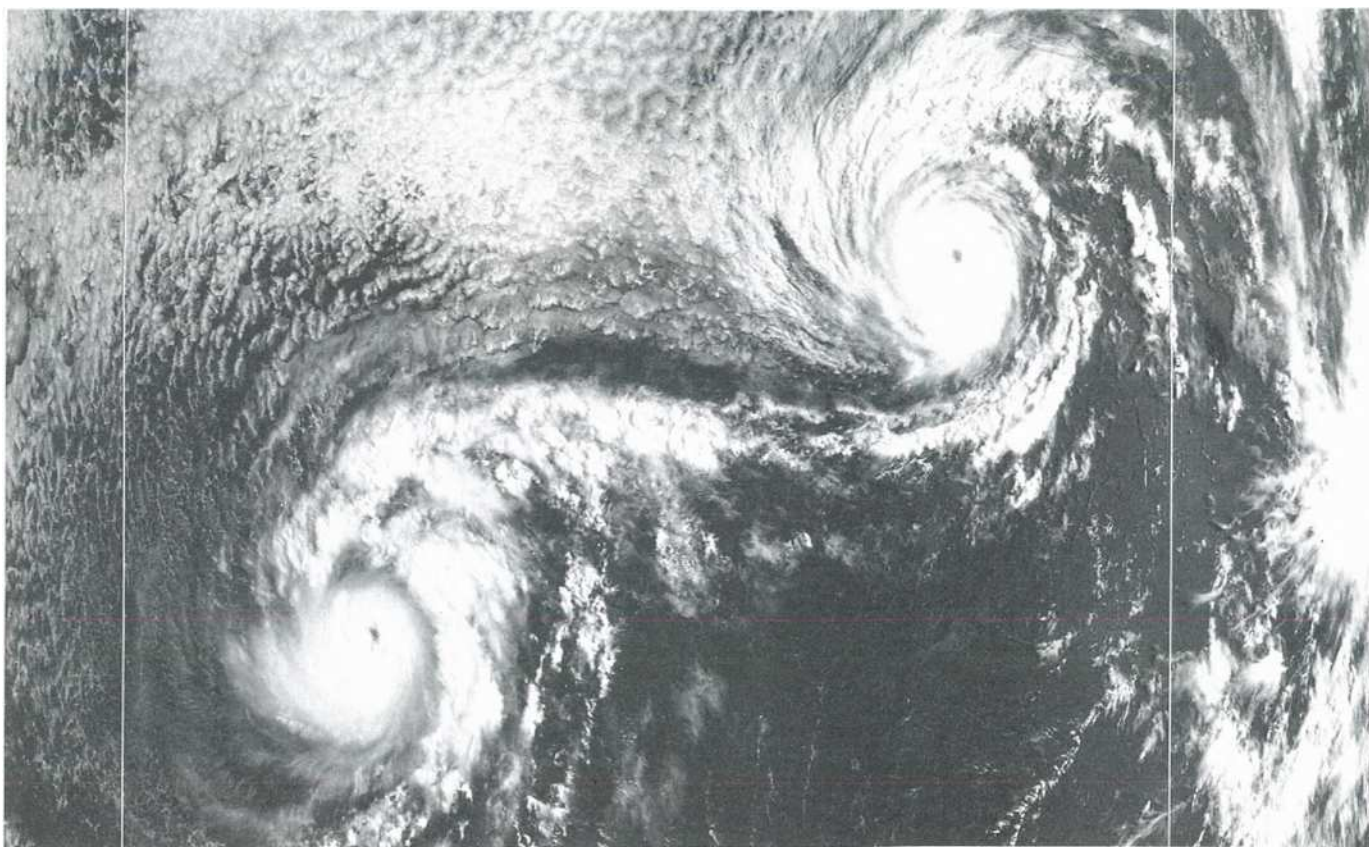
Справа: запуск метеорологического зонда для высотных измерений.

Ниже: управление воздушным

движением в Дакаре во время АТЭП

Ниже справа: мобильный радар НАСА собирает данные дня ПИГАП



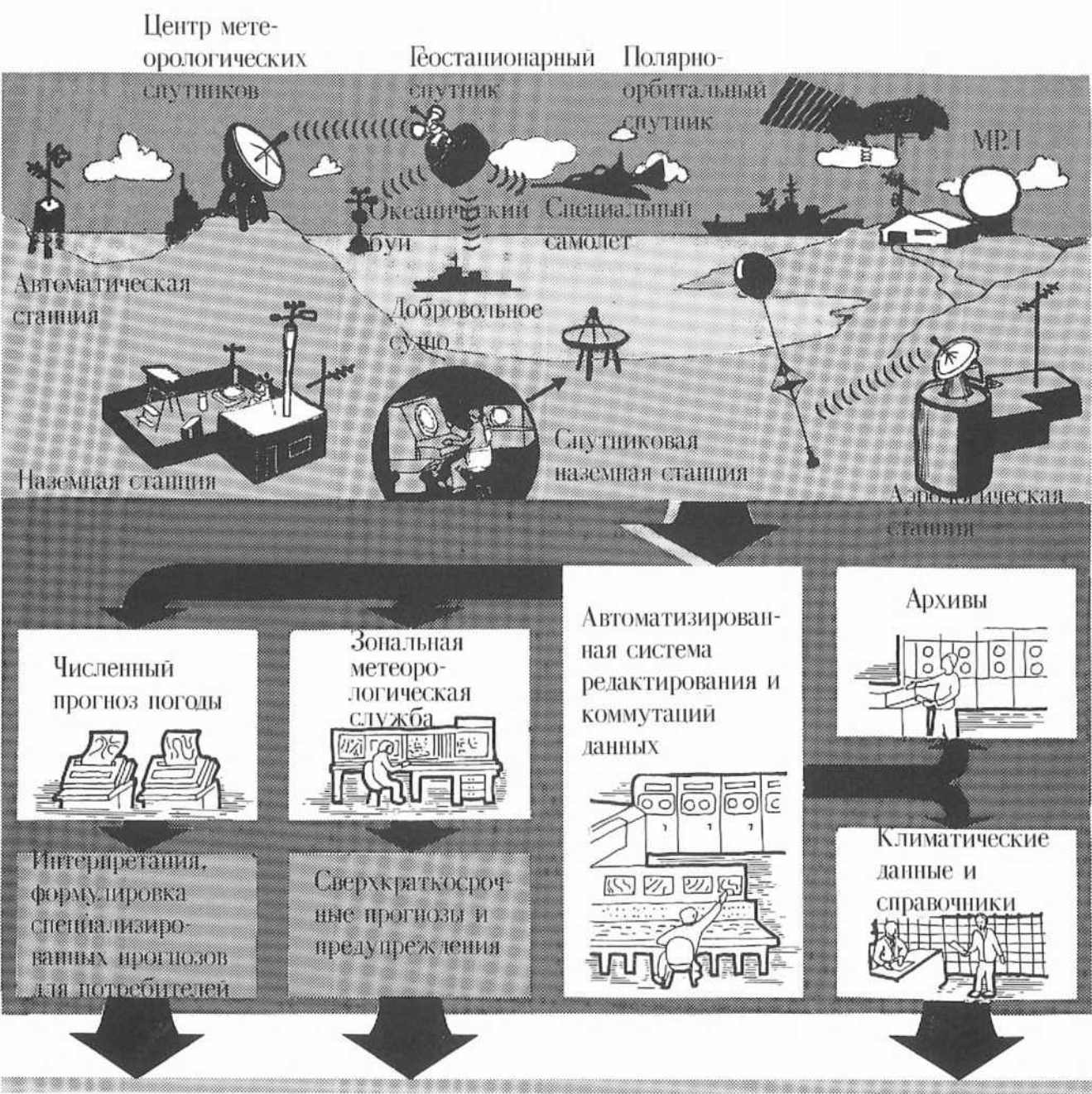


появления. Очевидно, что за последние сорок лет произошли поразительные изменения и нет каких-либо оснований полагать, что мы приближаемся к границам усовершенствования этой системы. Все еще предстоит осознать полный потенциал спутников; мощность и скорость ЭВМ продолжают возрастать: научные знания и понимание атмосферных процессов, а также способность прогнозировать явления атмосферы продолжают улучшаться и по-прежнему налицо главное условие - готовность и желание стран-членов сотрудничать в максимальной степени на благо всех.

Для максимального использования новых типов средств, новых методов и способов, а также для обеспечения их внедрения в ВСП в свете изменяющихся потребностей была введена относительно новая концепция оперативных оценок систем ВСП (ООСВ). В настоящее время действуют две ООСВ - одна в Северной Атлантике, другая в Африке. Цель первой заключается в основном в определении максимального сочетания методов наблюдений и установок в комплексной системе наблюдений, которая будет удовлетворять потребностям в

регионе, а вторая - в оценке пригодности платформ сбора данных, действующих совместно с новейшим геостационарным спутником, в отношении сбора и распределения метеорологических данных в Африке. Эти и другие ООСВ станут основой постоянного усовершенствования ВСП.

Изображение пары тропических циклонов, полученное 24 августа 1974 г.



Организация по предотвращению стихийных бедствий	Сельское хозяйство	Транспорт	Здравоохранение	Электроэнергетические установки
Средства информации	Водные ресурсы	Наземный	Отдых	
Общественность		Морской	Туризм	Окружающая среда
		Воздушный	Строительство	

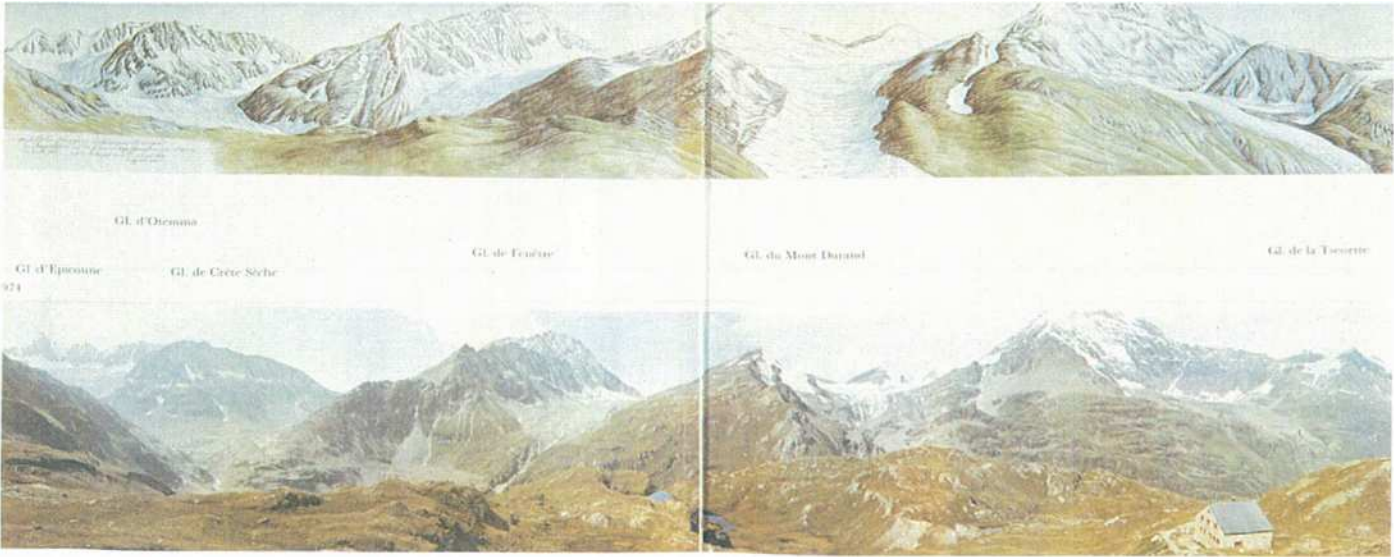
Функционирование типовой национальной метеорологической службы: после наблюдений и сбора данных следует их обработка и подготовка прогнозов, предупреждений и климатологических консультаций, распространяемых среди общих и специализированных потребителей.

ИЗМЕНЕНИЕ КЛИМАТА

Отступающие ледники наглядно свидетельствуют об изменении климата

Всем известно, что в прошлом были ледниковые периоды, поэтому даже не имеющие отношения к науке люди готовы поверить, что климат может меняться. Доказательства ледниковых очертаний на земле разбросаны повсюду, - достаточно лишь знать, что ищешь морены, впадины, скалы и ложины, утесы, горные почвы, эскеры, ледниковые

почвы и т.д. Но рост интереса сегодня к возможности или вероятности изменения климата, что в настоящее время вызывает озабоченность в самых высоких политических кругах, едва ли связан с чисто научным интересом к пониманию повторяющихся экспериментов природы времени ледниковых периодов тысячи и миллионы лет назад.



Последствия засухи в Сахели дня человека

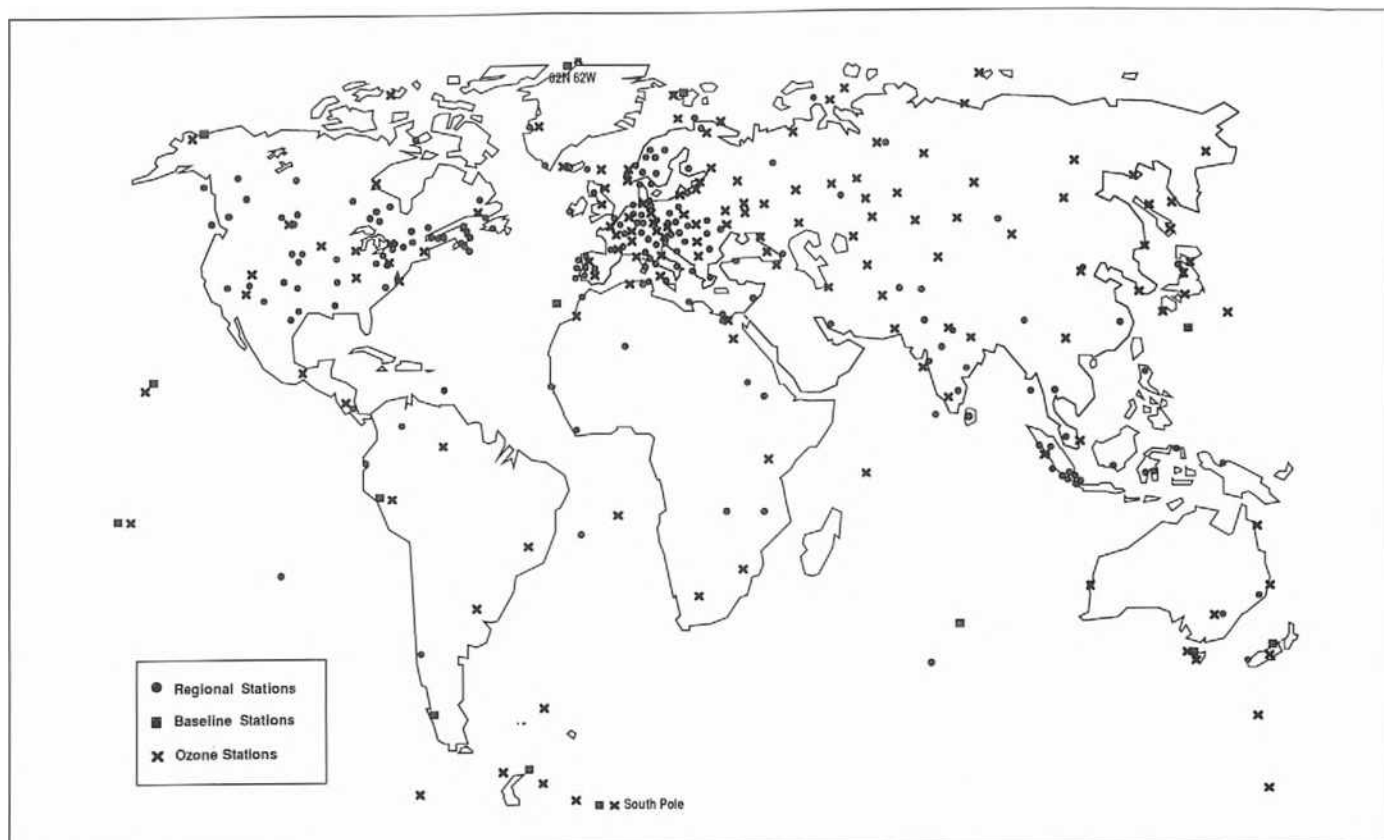


Атмосфера Земли в опасности

Беспокойство в отношении климата родилось фактически в начале семидесятых годов в результате трагических последствий голода для человека в Сахели. С помощью телевидения весь мир увидел, что такое голод как последствие засухи и наступления пустынь.

Основная проблема заключается в том, что человечество в ходе своей промышленной, сельскохозяйственной и другой деятельности может вызывать необратимые изменения в глобальной атмосфере, а также в других компонентах земной системы (океаны, поверхность Земли, биомасса), которые взаимодействуют с атмосферой. Сегодня ясно, что некоторые из этих изменений уже происходят и могут поставить под угрозу возможность жизнедеятельности в земной системе. Хорошо известными примерами являются истощение озонового слоя, вызванное выбросами в атмосферу хлорофторуглеродов в ходе деятельности человека (см. с. 26), и прогнозируемое потепление климата, вызванное усилением концентрации CO₂ и других парниковых газов (см. с. 24).

ВМО имеет все основания утверждать, что она • незамедлительно отреагировала. Это не удивительно - ведь уже в начале пятидесятих годов



метеорологи отчетливо осознавали значение мониторинга озона и химического состава атмосферы. По некоторым определенным направлениям первоначальные исследования были проведены даже до этого времени.

Например, интерес к химическому составу осадков прослеживается уже в пятидесятых годах восемнадцатого века, когда были проведены первые измерения. В более широком смысле вопросы химии атмосферы начали изучаться после второй мировой войны. В это время ученые заинтересовались химическими циклами в системе Земля-атмосфера. Состав осадков стал комплексным измерением, необходимым для характеристики веществ, проходящих через цикл атмосферы. ВМО активно участвовала в проведении Международного геофизического года 1957/1958 гг. В мире было создано несколько наблюдательных станций; некоторые из них продолжали работу и в следующем десятилетии. В конце шестидесятых годов некоторые из этих станций в Швеции впервые указали на серьезную экологическую проблему - кислотные дожди. Тогда стала очевидной необходимость новых программ для мониторинга влияния возрастающей кислотности на окружающую среду. В середине шестидесятых годов ВМО выдвинула программу

сети станций мониторинга фонового загрязнения воздуха (БАПМОН) и начала сводить воедино данные со всего мира.

Точные измерения концентрации CO_2 оказались одной из наиболее сложных задач, т.к. регулярное получение таких данных задерживалось. Несмотря на эти трудности, финский океанограф К. Бух на неофициальной конференции по химии атмосферы в 1954 г. в Стокгольме призвал к изучению CO_2 в атмосфере. В результате этого совещания в скандинавских странах была создана сеть из 15 станций. Пробы собирались и подвергались анализу три раза в месяц, некоторые в Стокгольме и некоторые в Хельсинки. Средняя величина этих наблюдений за первый год превышала на 8 частей на миллион объема (млн.) измеренную в 1935 г. среднюю величину, что подтвердило предположение о вековом увеличении.

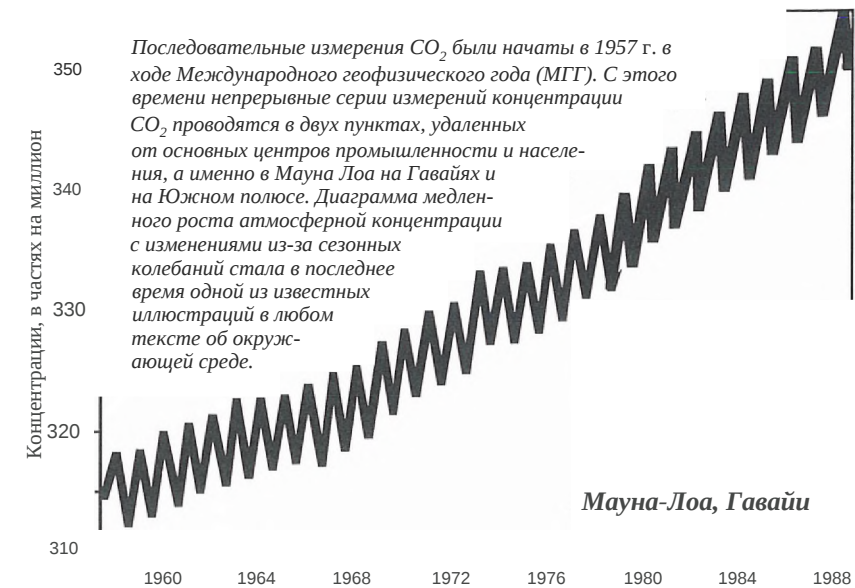
В середине 1950-х годов появились технологические усовершенствования, которые упростили измерения CO_2 в атмосфере и повысили их точность. Началось использование инфракрасного анализатора CO_2 и с помощью новых инфракрасных методов США решили предпринять в рамках Международного геофизического года в 1957 г. попытку получить некоторые определенные измерения на участках.

Парниковые газы

Публикация в 1894 г. первых данных о поглощающих радиацию свойствах CO₂ способствовала признанию важной роли этого газа в тепловом балансе атмосферы. Шведский химик С. Аррениус (лауреат Нобелевской премии) опубликовал в 1896 г. теорию изменений климата мира в результате колебаний содержания CO₂ в атмосфере.

Парниковый газ - это газ, который влияет на прохождение радиации через атмосферу Земли. Знаменательно, что основные составляющие атмосферы кислород и азот не имеют парниковых свойств. Они не оказывают **сколь** — **либо** значительного воздействия на солнечную радиацию **ни** когда она проходит короткими волнами (видимый свет), **ни** когда она вновь излучается на более длинных волнах в инфракрасных частях спектра. Если азот и кислород составляли бы полностью объем атмосферы, климат Земли был бы гораздо более суровым при значительно большем разбросе экстремальных значений температуры.

Причиной различия служит чрезвычайно небольшой объем водяного пара, двуокись углерода (CO₂), свои (O₃) и некоторые другие «парниковые газы». Они препятствуют утечке радиации с



теплой поверхности Земли. В известной степени они действуют как стекло в парнике, препятствующее охлаждению внутренностей парника - отсюда и термин. К счастью, они создают природный парниковый эффект и, таким образом, играют критическую роль в поддержании жизни на Земле. В целом пред полагается, что они поднимают глобальную температуру на 33-35 градусов Цельсия до средней температуры плюс 15 градусов Цельсия.

Проблема заключается в том, что концентрация CO₂ возрастает почти на полпроцента ежегодно в результате антропогенной деятельности. Концентрация некоторых других газов, таких, как метан, приземный озон, окись азота и ХФУ возрастает еще более быстрыми темпами. В целом, как предполагается, все эти другие газы ускоряют вдвое повышение температуры, вызываемое, как предполагается, рослом концентрации только CO₂

максимально свободных от городского загрязнения окружающей среды, или биологической деятельности. Х. Векслеру из Бюро погоды США удалось провести программы CO₂ в Антарктике и в обсерватории Мауно Лоа на Гавайях, которая впоследствии стала станцией БАПМОН.

Согласование всех имеющихся комплектов данных показало бесспорную реальность повышения содержания CO₂ в атмосфере. Записи в Мауно Лоа практически продолжают без перерыва с марта 1958 г. до времени составления настоящего текста или в течение более 30 лет.

Таким образом, это наиболее точный из существующих комплект данных по CO₂ в атмосфере. Согласно этим записям, концентрация CO₂ в атмосфере увеличилась во всем мире с приблизительно 313 млн.⁻¹ в 1958 г. до 351 млн.⁻¹ в 1989 г. С уверенностью можно заключить, что

сжигание углеродного ископаемого топлива увеличивает содержание CO₂ в атмосфере на 0,2-0.5 процента ежегодно; ожидается, что содержание достигнет в следующем столетии 600 млн.⁻¹ даже при условии сокращения роста использования ископаемого топлива. Цель глобальной службы атмосферы и ее станций БАПМОН заключается в установлении глобальных уровней, а также отклонений и тенденций концентраций CO₂ в атмосфере с достаточной точностью, характеризующей как сушепутную, так и океанскую биомассу. Для лучшего понимания цикла углерода и роли океана как источника и стока для CO₂ рассматриваются также измерения CO₂, растворенного в морской воде.

Отклик ЭКОСОС на инициативу ВМО

Экономический и Социальный Совет Организации Объединенных Наций 1 августа 1978 г. принял следующую резолюцию:

Учитывая, что климатические факторы оказывают непосредственное влияние на многие национальные программы и мероприятия в экономической и социальной областях.

Учитывая далее, что недавние события как в развивающихся, так и в развитых странах показывают возрастающую зависимость национальных экономик от климатических условий и изменений климата.

Отмечая, что Всемирная метеорологическая организация подготавливает план Всемирной климатической программы, который будет представлен на утверждение восьмого Всемирного метеорологического конгресса в 1979 году.

Отмечая далее, что в этом плане будет намечен новый и всесторонний подход к изучению климата во всех его аспектах и будет уделено особое внимание влиянию климата на деятельность человека.

Сознавая, что при подготовке этого плана требуется и осуществляется сотрудничество с другими соответствующими программами и организациями в рамках системы Организации Объединённых Наций.

1. *Одобрять* инициативу Всемирной метеорологической организации в отношении решения подготовить план новой Всемирной климатической программы;
2. *Одобрять* полностью это решение;
3. *Просит* Всемирную метеорологическую организацию обратить особое внимание на те аспекты Всемирной климатической программы, которые обеспечат оказание быстрой и эффективной помощи лицам и органам, занимающимся на национальном уровне планированием и принятием решений в области разработки экономических и социальных программ и мероприятий в их соответствующих странах;
4. *Предлагает* всем другим соответствующим программам и организациям в рамках системы Организации Объединенных Наций продолжать как можно более широко сотрудничать со Всемирной метеорологической организацией в деле подготовки плана Всемирной климатической программы и в деле ее последующего осуществления;
5. *Предлагает* Всемирной метеорологической организации представить Совету на его второй очередной сессии 1979 года доклад о деталях одобренной Всемирной климатической программы и других мероприятиях в этом направлении.

35-е пленарное заседание
1 августа 1978 года.

Всемирная климатическая программа

Климатология всегда была основной областью исследований, проводимых метеорологическими институтами. Это особенно заметно при рассмотрении деятельности Международной метеорологической организации (предшественницы ВМО, основанной в 1873 г.): после создания ВМО исследования климата составлялись приоритетной областью международного сотрудничества. В 1974 г., когда, как мы видели, вопрос об изменении климата выдвинулся на передний план. Исполнительный Совет ВМО признал, что

ВМО необходимо начать осуществление международной программы по климату. Поэтому была учреждена группа экспертов по изменению климата. Вскоре в нее вошли представители других заинтересованных организаций для разработки основ новой программы. Выдвинутые группой экспертов предложения были обсуждены на различных встречах и, в конце концов, было принято решение о том, что ВМО следует учредить широкомасштабную Всемирную климатическую программу. Основной вехой на пути создания новой программы стала Первая всемирная климатическая конференция, созванная ВМО в феврале 1979 г. Вопросу

возможного антропогенного влияния на климат было уделено особое внимание.

В призыве к государствам в декларации конференции особо подчеркивается срочная необходимость «для народов мира:

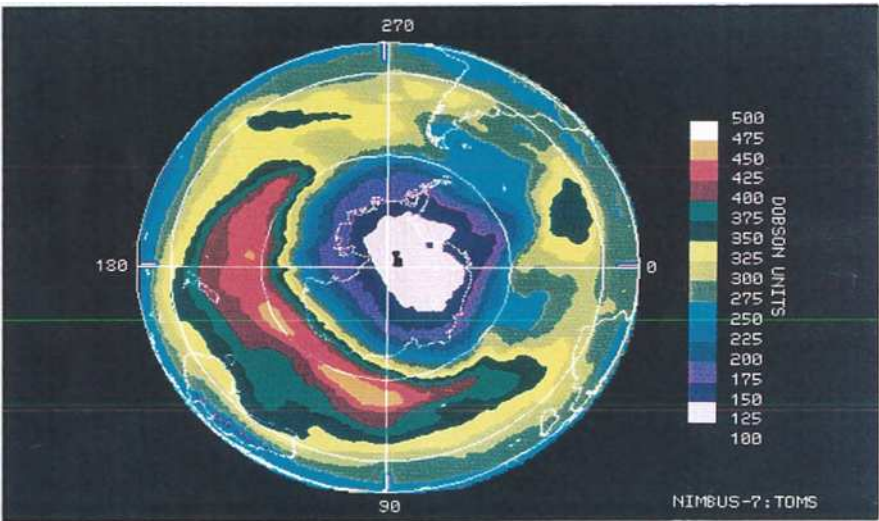
- полностью воспользоваться преимуществами. нынешнего состояния знаний о климате:
 - принять шаги по значительному улучшению этих знаний:
 - прогнозировать и предотвращать потенциальные антропогенные изменения климата, которые могут оказывать неблагоприятное влияние на благосостояние человечества.»
- На Восьмом всемирном метеорологическом

конгрессе в 1979 г., вскоре после Конференции по климату была официально создана Всемирная климатическая программа. Было принято решение, согласно которому ВМО брала на себя обязательства по общей координации программ и по компонентам климатических данных и прикладных применений: Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде - обязательства по компоненту исследований влияния климата, а ВМО вместе с Международным советом научных союзов - совместное осуществление программы исследований климата. Значительное число других организаций и институтов также согласились принять участие в программе. Сегодня, когда Всемирной климатической программе исполняется одиннадцатый год, очевидно в свете новейшего

Озон

Молекула озона состоит из трех атомов кислорода. Обычный кислород в атмосфере существует в виде молекулы лишь, из двух атомов кислорода, и разница огромна. Озон гораздо легче вступает в реакции, чем кислород, и ядовит как для людей, так и для живых существ. Как вещество-загрязнитель на наземном уровне, предполагается, что он наносит вред лесам. В верхних слоях стратосферы он действует как парниковый газ и как фильтр для ультрафиолетовых лучей. Падение общей концентрации озона и последующий рост проникновения ультрафиолета могут вызвать вредные эффекты, такие, как рак, например.

Обеспокоенность, результатом которой стало беспрецедентно быстрое подписание правительствами в 1987 г. Монреальского протокола, вызвано осознанием того факта, что озоновый слой в стратосфере разрушается антропогенными веществами, называемыми хлорофторуглеродами (ХФУ) и инертными газами. Они используются в качестве охлаждающих жидкостей и пропеллентов для аэрозолей, так как они удобны и дешевы. Это чрезвычайно устойчивые вещества, сохраняющиеся в тропосфере несколько десятилетий, но по мере постепенного распространения в стратосферу содержащийся в них хлор высвобождается и катализирует распад озона. С 1974 г. это было известно



Концентрация тона над Южным полюсом в цвете на дисплее компьютера, октябрь 1987 г

теоретически благодаря работам профессора Роуланда и профессора Молина из Калифорнии. Наиболее драматическое проявление истощения озонового слоя - знаменитая озоновая дыра - впервые наблюдалась на практике доктором Джоем Фарманом на британской научной станции в Антарктике при проведении регулярных измерений озона в стратосфере, как части Глобальной системы наблюдений ВМО за озоном.

При рассмотрении парникового эффекта, озон упоминается дважды.

Во-первых, он поглощает инфракрасные лучи, как и двуокись углерода и ХФУ, внося свой вклад в эффект.

Во-вторых, уменьшение общего озона, приводящее к росту ультрафиолета, достигающего морской поверхности, может стать причиной гибели фитопланктона.

Если это произойдет, способность морской биомассы поглощать двуокись углерода, растворенную в воде, уменьшится. В этом случае уменьшается эффективность океана как стока углерода. В результате в атмосфере остается больше двуокиси углерода в свободном состоянии.

Межправительственная группа экспертов по изменению климата

Реагируя на растущую международную обеспокоенность по поводу изменения климата, Всемирный Метеорологический Конгресс (май 1987 г.) предложил создать совместно с Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде (ЮНЕП) межправительственный механизм для исследования всех вопросов, связанных с изменением климата.

Эта обеспокоенность была порождена растущей осведомленностью об экологических и экономических последствиях увеличения уровней концентраций газов, вызывающих парниковый эффект (диоксид углерода, метан, окись азота и хлорфторуглерода), которые оказывают действие на существующий тепловой баланс системы Земля-атмосфера.

Действительно, ученые, участвовавшие в организованной ВМО/ЮНЕП/МСНС «Международной оценке роли диоксида углерода и других газов, вызывающих парниковый эффект, в изменчивости климата и связанных с этим воздействиях» (Виллах, октябрь 1985 г.), дали заключение о том, что, если современные тренды продолжатся, то, вероятно, к середине следующего века

наступит глобальное потепление на 1,5 - 4,5°C, что приведет к повышению уровня океана на величину в пределах 20-140 см.

Предложение ВМО/ЮНЕП было широко поддержано, и к ноябрю 1988 г. Межправительственная группа экспертов начала свою работу. Группа экспертов, столкнувшись с невероятно трудной задачей изучения всех проблем, связанных с изменением климата, создала рабочие группы для:

- оценки научной информации, имеющейся по проблеме изменения климата;
- оценки экологических и социально-экономических воздействий изменения климата;
- формулирования стратегий реагирования.

Кроме этих трех областей, определенных для изучения резолюцией 43/53 Генеральной Ассамблеи ООН (см. стр. 31), МГЭИК было предложено дать рекомендации, касающиеся:

- определения и возможного усиления существующих

конвенции и протоколов, имеющих отношение к климату;

- элементов, которые должны быть включены в возможную международную конвенцию по климату.

МГЭИК решила завершить свой первый доклад к концу августа 1990 г., что является очень кратким периодом, учитывая комплексность всех затрагиваемых вопросов и интерактивный характер задач. По мере того, как рабочие группы прилагают усилия завершить в пределах установленных сроков свои отчеты, напряжение устойчиво возрастает. В работу вовлечены многочисленные организации и учреждения, а также около 1 000 ученых и экспертов как из развитых, так и развивающихся стран.

Первый доклад МГЭИК об оценке поступит на рассмотрение Второй всемирной климатической конференции и сорок пятой (1990 г.) сессии Генеральной Ассамблеи ООН.



Более двух третей поверхности Земли покрыто океанами, поэтому океанские исследовательские суда, подобные японской ХОФУ МАРУ, играют важную роль в сборе основных данных

Глобальная служба атмосферы

Некоторые выбрасываемые в атмосферу загрязняющие вещества могут там скапливаться, могут изменять ее состав и ее радиационный баланс и могут, среди прочего, служить причиной изменений климата Земли. Загрязняющие вещества неблагоприятно влияют на здоровье человека и животных, наносят вред растительности и почве и вызывают разрушение камня, бетона и металла. Истощение озонового слоя в стратосфере, увеличение содержания озона в тропосфере (озон в нижнем 10-15-километровом слое атмосферы), рост концентрации двуокиси углерода и метана, а также более высокий уровень кислотности в осадках прямо отражают рост влияния антропогенной деятельности на глобальную атмосферу жизнеобеспечивающую систему планеты Земля.

Обязанность ВМО в рамках системы Организации Объединенных Наций заключается в том, что бы обеспечивать авторитетную научную экспертизу состояния и поведения атмосферы и климата нашей планеты. Созданная в 1989 г. Глобальная служба атмосферы ВМО включает многие аспекты деятельности по мониторингу и исследованиям, включая измерения

состава атмосферы. Новая система усилит деятельность ВМО в этой области, которая проводится с 1950-х гг., в основном отдельно в рамках Глобальной системы наблюдений за озоном и сети станций мониторинга фоновых загрязнений воздуха.

Глобальная служба атмосферы служит также системой заблаговременного оповещения для обнаружения дальнейших изменений в концентрациях парниковых газов в атмосфере, изменений стратосферного озона и переноса на дальние расстояния загрязняющих веществ, включая кислотные и токсичные осадки. Мониторингу также подвергаются содержание пыли, изменяющееся количество и фотохимические преобразования частиц аэрозоля в атмосфере. ГСА служит эффективным средством улучшения понимания поведения атмосферы и ее взаимодействия с океанами и биосферой. ГСА позволит предсказывать будущее состояние атмосферы и связанных с ней систем Земли, также станет рамками структуры планирования, конструирования, консультирования координации и даст научную оценку деятельности по мониторингу состава глобальной атмосферы. Решения, которые будут приняты в XXI веке в отношении

окружающей среды, будут в значительной степени зависеть от серии наблюдений, выполненных в рамках этой программы.

Всемирная программа исследования климата - основные направления

Современные программы:

- a) климатические данные - температуры поверхности моря, климатология осадков, потоки в системе атмосфера-океан;
- b) разработка моделей общей циркуляции атмосферы;
- c) исследование климатических процессов - характеристики поверхности Земли, облачность и радиация, морской лед и климат;
- d) исследование глобальной атмосферы и тропической зоны океана (ТОГА) - десятилетняя программа исследования взаимодействия океана и атмосферы, начатая в 1985 г.;
- e) программа моделирования глобальной циркуляции океана и пятилетняя полевая фаза на начало 1990-х гг. (ВОСЕ);
- f) исследование климатообразующих факторов - потенциальная реакция климата на такие внешние факторы, как извержение вулканов или также антропогенная деятельность, такая, как сжигание топлива;
- g) глобальные изменения - оказание технологической и методологической поддержки Международной программе геосфера-биосфера для изучения глобальных изменений.

Новой важной проблемой является программа по парниковым газам.

Глобальный эксперимент по изучению энергетического и водного цикла (ГЭВЭКС) является основным проектом, стадия полевых наблюдений которого приходится на 1995-2000 гг.

ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО40

мирового развития, что основные цели программы имеют гораздо большее значение, чем предполагалось первоначально.

Один из важных компонентов этой программы тесно связан с предыдущей Программой исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП), первоначальный замысел которой включал (в качестве так называемой «второй цели») продолжение исследования основных физических процессов, влияющих на климат.

Эта весьма перспективная исследовательская программа направлена на определение степени предсказуемости климата и возможного влияния антропогенной деятельности на климат. Так как эти исследования требуют участия многих научных дисциплин, они проводятся совместно ВМО и Международным советом научных союзов.

Одна из основных проблем понимания физической основы климата и изменения климата касается влияния облачности на перенос излучения. Поэтому было начато осуществление международного проекта по спутниковой климатологии облаков для установления глобального распределения облаков и обратной связи облачность-радиация на основе излучений, наблюдаемых с оперативных метеорологических спутников (см. иллюстрацию на обложке).

Первая соответствующая программа океанографических исследований была посвящена связи между структурами аномальных температур поверхности моря, которые развиваются вблизи от экватора, и изменениями в глобальной циркуляции атмосферы (Программа исследований глобальной атмосферы и тропической зоны океана (ТОГА)). Эксперимент по циркуляции Мирового океана (ВОСЭ) является еще более перспективным проектом, направленным на понимание и моделирование ключевых аспектов циркуляции Мирового океана и их связи с климатом.

Всемирная программа исследования климата - также необходима для составления характеристик повышенной точности различных энергетических процессов, которые определяют режим атмосферы на длительные периоды.

По этой причине планируется новая программа наблюдений, анализа и моделирования для улучшения понимания атмосферной гидродинамики и гидрологического цикла: Глобальный эксперимент по изучению водного и энергетического цикла (ГЕВЕКС). ГЕВЕКС зависит от роста возможностей космических наблюдательных систем, ожидаемого развития нового поколения наземных полярных платформ наблюдения и орбитальных станций с экипажем на борту.



*Торжественный запуск
озонового зонда в
Антарктическом
метеорологическом
центре Вайсекомодоро
Марамбио. Совместное
предприятие
Аргентины и
Финляндии*

Значение климатических данных

Данные лежат в основе всех научных исследований климата, и ВМО осуществляет, координирует и руководит многими проектами по улучшению доступности и качества климатических данных во всем мире. Интегрирующий центральный проект под названием КЛИКОМ направлен на оказание помощи в основном развивающимся странам в деле усовершенствования их собственных средств обработки климатических данных, КЛИКОМ в действительности является системой, включающей три основных компонента: компьютерная техника, программное обеспечение и подготовка кадров. Предоставляется также помощь в обслуживании. Компьютерная техника в основном представляет собой любую разновидность совместимого с ИБМ персонального компьютера с необходимым периферийным оборудованием. Типичная станция КЛИКОМ предназначена для выполнения всех функций потного традиционного центра климатических данных. Она предназначена для выполнения операций по вводу данных, контролю качества, хранению и поиску, архивации данных и по основной продукции климатологической информации. За последние несколько лет станции КЛИКОМ были установлены в более чем 78 странах. Цель ВМО заключается в том, чтобы к 1990 г. эта система вступила в действие в более чем 100 странах-членах, а к 1992 г. - создать системы управления климатическими данными во всех странах-членах. Подготовка кадров по использованию системы и по применению климатических анализов для различных видов экономической деятельности в сельском хозяйстве, энергетике и управлению



Типовой климатический архив. Климатические данные по Канаде хранятся на 10000 катушек магнитных лент длиной 2400 футов каждая

водными ресурсами является неотъемлемой составляющей проекта. ВМО координирует как получение, так и анализ глобальных климатических данных через Глобальную систему телесвязи ВСП. Эти данные и анализ направляются затем в ВМО и связанные с ней центры и включаются в месячные бюллетени. Бюллетени рассылаются во все страны мира ученым и институтам, занимающимся исследованиями в области климата. Программа спасения данных, СД, предназначена для спасения быстро портящихся метеорологических записей в некоторых развивающихся странах путем микрофильмирования информации и последующего ввода ее в компьютеры для контроля качества и для более легкого доступа к долгосрочным записям для изучения трендов климата и экстремальных явлений. Этот проект полностью осуществлен в 9 странах Африки и находится в стадии осуществления в К) других странах. Как

СД, так и КЛИКОМ осуществляются в развивающихся странах за счет щедрой помощи ряда национальных доноров и международных агентств. Для текущей и будущей оценки изменений температур поверхности планеты и любых других метеорологических элементов, таких, как облачность и структуры осадков, Исполнительный Совет ВМО согласился на проведение проектов по консолидации имеющихся в метеорологических центрах климатических данных в метеорологических центрах в тщательно проверенные справочные комплекты данных. Наиболее важным из этих проектов является проект по обнаружению изменения климата. Наиболее полные и надежные комплекты данных, основанные на долгосрочных записях наблюдений, сделают возможной качественную оценку изменения и изменчивости климата.

Навстречу Второй всемирной климатической конференции

Всемирная климатическая программа была создана на Восьмом конгрессе в 1979 г. во исполнение рекомендаций (первой) Всемирной климатической конференции. В 1986 г. ВМО начала планирование Второй всемирной климатической конференции (ВВКК), которая будет посвящена обзору проблем изменения климата с учетом новых научных знаний. В ходе планирования ВВКК в последние два года заметно участие правительств как промышленно развитых, так и развивающихся стран в деятельности по достижению глобального консенсуса о путях защиты окружающей нашу планету среды. Несколько принятых решений формируют контекст, в котором будет проходить ВВКК. а также свидетельствуют о постоянном росте глобальной озабоченности этой проблемой.

В июне 1988 г. в Торонто была проведена международная конференция на тему «Изменение атмосферы: последствия для глобальной безопасности». Антропогенное загрязнение воздуха было охарактеризовано на конференции как *«непреднамеренный, неконтролируемый глобальный эксперимент, конкретные последствия которого можно сравнить только с глобальной ядерной войной»*. Были сделаны конкретные предложения относительно национальных и международных мер, включая международную конвенцию защиты атмосферы, создание всемирного фонда атмосферы, увеличение средств на научные исследования, мониторинг и передачу технологии, а также установлены цели сокращения выбросов двуокиси углерода и меры по более эффективному использованию энергии.

В ноябре 1988 г. правительства начали уделять все более серьезное внимание изменениям климата и. по инициативе правительства Мальты, Генеральная ассамблея ООН приняла резолюцию 43/53 по защите глобального климата в интересах нынешнего и будущего поколения человечества. СССР призвал к укреплению роли организаций системы ООН и возможному созданию экологического совета безопасности для рассмотрения важных вопросов глобальной экологии, включая потепление климата. Государственный секретарь США Джеймс Бейкер заявил в январе 1989 г., что *«вряд ли можно позвать себе роскошь ожидания, пока не разрешатся все противоречия - пора действовать»*.

Также в ноябре 1988 г. в Женеве была

проведена Первая сессия Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК), которая была создана ВМО и ЮНЕП: в ее работе участвовало 30 стран. Затем в феврале в Оттаве было проведено международное совещание экспертов в области права и политики, на котором был составлен всеобъемлющий перечень принципов и статей, которые следует включить в любое зонтичное соглашение по защите глобальной атмосферы, а также дополнительный список тем, которые потребуются для конкретного рамочного соглашения по климату. В том же месяце на международной конференции в Нью-Дели глобальное потепление было названо *«самым большим кризисом, который когда-нибудь угрожал всему человечеству»*.

В марте 1989 г. двадцать четыре главы государства подписали Гаагскую декларацию, в которой утверждалось, что *«сами условия жизни на нашей планете поставлены под угрозу в результате серьезных воздействий, которым подвергается атмосфера Земли»*.

На экономическом совещании в верхах семи крупнейших западных промышленно развитых стран, которое состоялось в Париже в июле 1989 г., главы государств подписали коммюнике, в котором *«решительно поддерживали общие усилия по ограничению двуокиси углерода и других парниковых газов, угрожающих изменению климата»*. Некоторые круги общественности выражали озабоченность по поводу риторического тона и отсутствия «реальных мер», в то время как другие крути высказывали удовлетворение тем, что вопросы окружающей среды приобрели беспрецедентное политическое значение. В ноябре 1989 г. в Нидерландах в Нордвике было проведено совещание на уровне министров, в работе которого приняли участие 68 стран (см. вставку на с. 3). Эти страны согласовали определенные меры, которые следует принять МГЭИК и подчеркнули значение Второй всемирной климатической конференции. Они указали на необходимость дополнительного финансирования для защиты лесов планеты и усиления научных исследований, прогнозов и мониторинга климата. На следующий день в Организации Объединенных Наций в Нью-Йорке, премьер-министр Тэтчер перешла от слов к делу, выделив 100 миллионов фунтов стерлингов для восстановления пострадавших от осадков лесов и 5,5 миллионов фунтов стерлингов ежегодно

в течение пяти лет для нового центра в Соединенном Королевстве для прогнозирования изменений климата. Ранее в 1989 г. было подтверждено, что МГЭИК подготовит к концу августа 1990 г. свой первый отчет об оценке изменения климата, который будет представлен ВВКК и Генеральной ассамблее ООН. Три международные организации - ЮНЕП, ЮНЕСКО и МСНС выступили, как и ВМО, спонсорами Второй всемирной климатической конференции, а ряд отдельных стран заявили о готовности представить значительную финансовую помощь. Конференция будет проведена в период с 29 октября по 7 ноября 1990 г. и будет состоять из двух частей: шесть дней научных и технических дискуссии и затем двухдневное совещание министров. Был назначен координатор ВВКК с полной занятостью, а его бюро создано в середине августа 1989 г. в штаб-квартире ВМО.

На научно-технических дискуссиях будут представлены точки зрения 350 или даже более приглашенных экспертов из всех регионов мира, представляющих не только ученых, занимающихся атмосферными пауками по и другие важные научные и социально-экономические отрасли, на которые климат и изменения климата оказывают влияние. К этим отраслям относятся, например: океанография, сельское хозяйство, исследование водных ресурсов, управление и планирование, исследования в области энергии, здравоохранение, управление природными и экологическими ресурсами, землепользование и городское планирование, а также лесоводство.

Целевым группам, действующим в ходе научно-технической фазы, будет поручена разработка кратких рекомендаций. Эти рекомендации, а также последующие темы, указанные на предыдущих совещаниях, таких, как совещание в Нордвике в ноябре 1989 г., составят основу плана действий, который будет поддержан на уровне министров на ВВКК. Министры определяют, каким образом конкретные направления плана действий могут быть учтены при планировании основной конференции ООН по проблемам окружающей среды и развития, которую намечено провести в 1992 г. в Бразилии.

Метеорология и гидрология за работой

Наводнения - постоянно угрожающая опасность для Бангладеш

Внизу: Раннее предупреждение об опасных явлениях погоды уменьшает потенциальный ущерб или потери

Авиация, судоходство, водоснабжение и осушение, сельское хозяйство и другие сферы деятельности человека относятся к тем направлениям, по которым Организации поручено способствовать применению метеорологии и оперативной гидрологии. Можно задать вопрос: почему международной организации надо заниматься вопросами, которые представляются внутренними проблемами отдельных стран? Ответ состоит из двух частей:

- Во-первых, значительная часть некоторых наиболее важных видов специализированного обслуживания предоставляется для международных

потребителей, например, в сфере метеорологии - это гражданская авиация и судоходство, а в оперативной гидрологии - администрация по вопросам водных ресурсов тех стран, которым принадлежат международные бассейны рек:

Во-вторых, в частности, для развивающихся стран консультации и поддержка ВМО в сферах применений может оказать помощь национальным метеорологическим и гидрологическим службам в изыскании ресурсов для управления этими базисными инфраструктурами.

ИЗМЕНЯЮЩИЕСЯ ПОТЕРИ ОБЩЕСТВА

В современном обществе быстро растут потребности в метеорологическом и гидрологическом обслуживании (наблюдениях, климатологической статистике, специализированных прогнозах и заключениях экспертов). Следует кратко остановиться на некоторых основных направлениях этих растущих потребностей.

Безопасность жизни

Из самых больших преимуществ, получаемых от метеорологического и гидрологического обслуживания, вероятно, к самым важным относится вклад этих дисциплин в безопасность и спасение жизни. Эти преимущества проявляются, в частности, в предупреждениях об экстремальных погодных условиях, которые выпускаются для широкой общественности, а также в результате специализированного метеорологического обслуживания авиации, морской деятельности и перевозок по суше и по внутренним водам. Вероятно, для интересов безопасности наибольшее значение имеют предупреждения о тропических циклонах. В среднем, ежегодно около 80 тропических циклонов образуется над теплыми водами океана в различных частях тропиков и поражают приблизительно 50 стран. Около 20 000 человек ежегодно погибают, а общий ущерб может оцениваться ежегодно в 6000 - 7000 млн. долларов США. Такой ущерб и число жертв можно в значительной степени сократить путем выпуска соответствующих предупреждений о характеристиках и



траектории каждого циклона. Так как плотность населения и капиталовложения в прибрежных зонах, подверженных влиянию циклопов, расширяются, то слежение и предупреждение о тропических циклонах, а также прогнозирование сопутствующих паводков приобретают все большее значение. Существуют также многие другие опасные явления, такие, как сильные местные циклоны (включая молнию, град, ураганы и внезапные наводки, сильные снегопады, наводнения, степные и лесные пожары, а также связанные с погодой приливные нагоны), которые ежегодно приводят к многочисленным жертвам и вызывают значительный ущерб. Метеорологические и гидрологические службы уже много делают для того, чтобы сократить как число жертв, так и ущерб от этих опасных явлений. Во всем мире продолжает возрастать значение предупреждений о стихийных бедствиях и «сверхкраткосрочного прогнозирования» опасных явлений.

Сельское хозяйство

Сельское хозяйство особенно чувствительно к погоде и климату. Производство, сбор, перевозка, хранение, обработка и распределение сельскохозяйственной продукции в значительной степени подвержены влиянию метеорологических факторов. Во многих странах потери, вызванные погодой, могут достигать или даже превышать 30 процентов ежегодной сельскохозяйственной продукции. Даже прогнозирование таких потерь имеет большое значение, но по подсчетам по крайней мере десять процентов от общих потерь



Засуха 1982-1983 гг. в Австралии вызвала пыльные бури, такие, как эта, поглотившая Мельбурн

в сельском хозяйстве можно избежать при должном использовании метеорологических прогнозов и климатологической информации. Выгода от этих прикладных применений с лихвой окупит затраты на них. Потери урожая и скота в результате засухи, затяжных дождей, града, заморозков, снега и наводнений можно значительно сократить при использовании агрометеорологического и гидрологического обслуживания при принятии оперативных решений - например, уточняя сроки ирригации, применения пестицидов, выбор оптимального времени для сбора урожая, защита скота и т.д.

Сфера распространения большинства вредителей и болезней сельскохозяйственных культур и животных решающим образом зависит



Подготовка агрометеорологов и принятие оперативных методик являются одной из первоочередных функций центра АГРГИМЕТ в Ниамее.

от погоды в период от нескольких часов до месяцев, а эффективная борьба с ними при помощи ядохимикатов требует точных исторических метеорологических данных и оптимальных краткосрочных прогнозов. В экономическом выражении ставки высоки и в глобальных масштабах ценность такой метеорологической информации может превышать 1 миллиард долларов США ежегодно.

Во многих странах серьезную угрозу представляет опустошение, вызванное налетом пустынной саранчи. Саранча начинает размножаться несколько дней спустя после начала дождей в сухой в остальное время года среде. Если дожди в районах размножения можно предсказать или быстро обнаружить (например, с метеорологических спутников), можно принять меры для прекращения развития личинок и таким образом предотвратить значительные потери урожая.

Во многих районах сельскохозяйственное производство в значительной степени зависит от дождей, сопровождающих летние муссоны. Прогнозирование значительных изменений типа

погоды, которые могут повлиять на начало и окончание периода дождей в тропических районах, и в частности муссонов, будет иметь чрезвычайно важное значение, как и заблаговременное предупреждение о засухах.

Водные ресурсы

Удовлетворение потребностей в воде всевозрастающего населения и сельского хозяйства является в настоящее время одной из наиболее важных проблем во многих частях света. Согласно прогнозам, к концу нынешнего столетия запасы воды на душу населения значительно сократятся. Поэтому существует явная необходимость ускоренного развития и улучшенного управления водными ресурсами во всем мире. Сюда относится оценка водных ресурсов, прогнозирование будущих тенденций, реакция на угрозу паводков и засух и управление как количеством, так и качеством этих ресурсов.

В водные проекты вкладываются огромные денежные суммы, поэтому необходимо проектировать и эксплуатировать их с максимальной эффективностью. Это возможно при условии достаточных запасов данных, характеризующих изменчивость водных ресурсов во времени и пространстве, и при наличии точных гидрологических прогнозов.

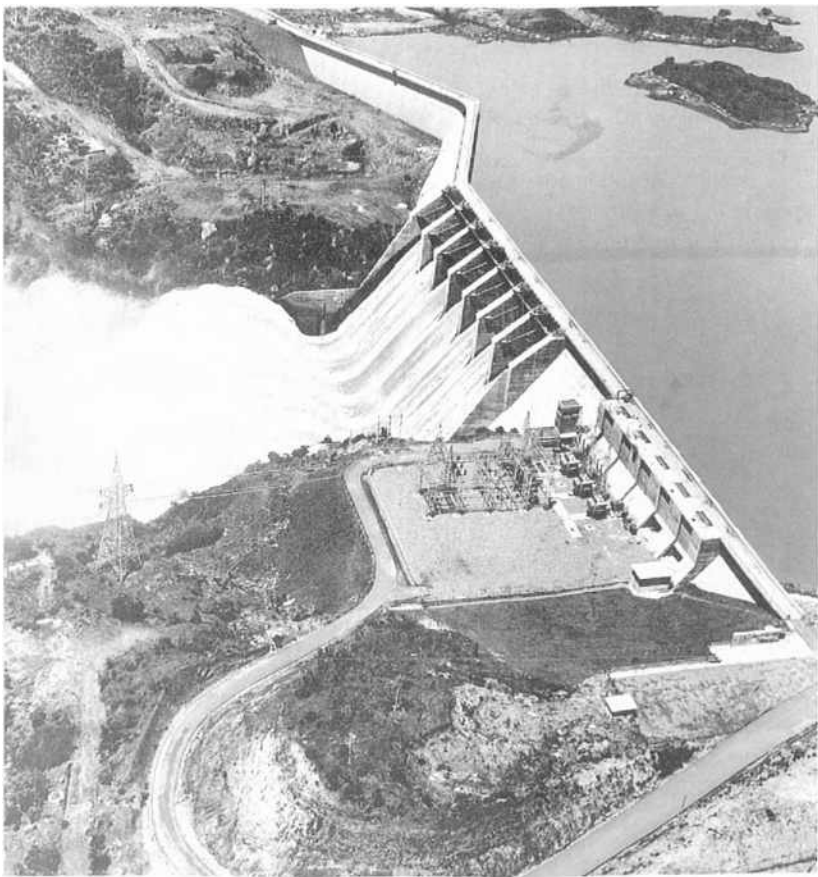
Энергия

Гидроэнергия, ветровая и солнечная энергия во многом зависят от погоды и климата.

Размещение ядерных станций требует также тщательного изучения гидрологических и климатологических условий; их эксплуатация требует чрезвычайно сложных мер безопасности, включая постоянный мониторинг всех аспектов погоды вблизи этих станций и выпуск прогнозов погоды с учетом этой местности.

Потребуется специальные соглашения для принятия незамедлительных мер в случае ядерных аварий путем обмена метеорологическими данными, необходимыми для мониторинга, анализа и прогноза траектории и концентраций радиоактивного загрязнения. Все более возрастает потребность в метеорологическом обслуживании в такой сфере, как экономика потребления энергии. Например, городская электросеть может экономить по

Строительство плотин для сохранения воды и выработки энергии зависит от метеорологической и гидрологической информации



крайней мере 0.3 процента эксплуатационных расходов при закладке в график метеорологических прогнозов. Экономия в городских газовых службах может быть еще более значительной за счет графика распределения.

Морские ресурсы

Расширение разведки и добычи нефти в прибрежных районах и разработка морского дна приведут к новым потребностям в специализированных сводках и службах предупреждений. Газовые и нефтедобывающие отрасли промышленности в прибрежных районах во многом зависят от прогнозов погоды, приливов и волн, а также от данных об океанских течениях и льде.

Чрезвычайное значение погода имеет для строительства и передвижения платформ, загрузки танкеров и буровых вышек. Для координации мер по сокращению ущерба, наносимого окружающей среде нефтяными пленками в результате большой утечки нефти или фонтанов нефти из скважин аварийным службам потребуются все более точные прогнозы движения пленки и другие параметры.

Страны будут по-прежнему в значительной степени зависеть от морских продуктов. Метеорологические и океанографические службы будут играть ключевую роль в обеспечении управления и эксплуатации расширенных рыбных промыслов вблизи берега и в открытом море.

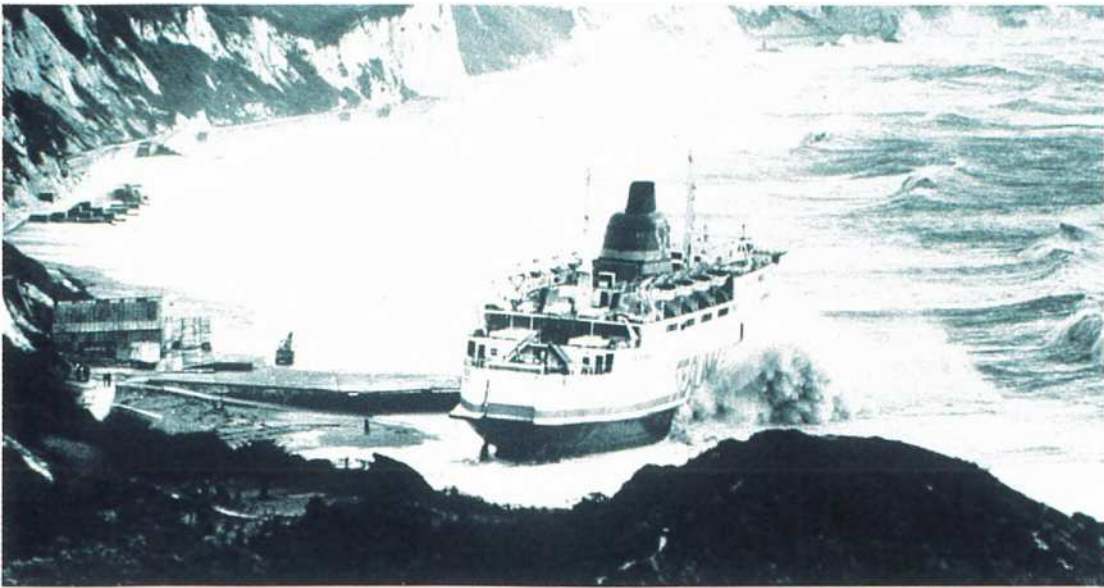


Судоходство

Океанские суда и рыболовные хозяйства являются весьма важными потребителями метеорологического обслуживания. В петом обеспечение безопасности для всех видов морской деятельности требует метеорологических прогнозов и предупреждений. Особые проблемы существуют в высоких широтах. Прогнозы открытия и закрытия водных путей и ледовые условия в гаванях требуются во многих районах.

Обслуживание судов на маршруте в значительной степени способствует экономии и безопасности судоходства во всем мире.

Эксплуатационные службы морских, нефтяных и газовых платформ являются основными потребителями специализированных прогнозов погоды



Экстремальные явления все еще трудно прогнозировать. Ураган 1987 г. в южной части Соединенного Королевства выбросил это судно на берег.

Лед и снег остаются источником опасностей для авиации

Помимо значительной экономии в плане ремонта, стоимость времени и топлива, сэкономленного, например, только при одном переходе через Атлантику, составляет в среднем более 2 000 долларов США на плавание.

Перевозки по суше и по внутренним водам

На дорожные, железнодорожные перевозки и перевозки по внутренним водам значительное влияние оказывает погода, особенно туман, дождь, лед и снег. С учетом общего числа транспортных средств и объема перевозимого груза экономические последствия связанных с погодой происшествий чрезвычайно значительны. По-прежнему будет возрастать потребность в специализированном обслуживании каждой из этих отраслей перевозок.

Воздушные перевозки

Метеорология давно играла весьма важную роль в обеспечении безопасности, регулярности и эффективности гражданской авиации. В

Многие виды индустрии отдыха в значительной степени зависят от погоды. Шторм - предупреждения малых судов, вывешенные в Ньюпорте, Бельгия, являются развитием традиционной семафорной системы.



ближайшем десятилетии эта роль еще возрастет, а авиация останется одним из главных потребителей метеорологической информации. В ближайшие годы централизованная поддержка планирования полетов через Всемирную систему зональных прогнозов останется главным направлением деятельности. По недавним заниженным оценкам некоторых крупных авиакомпаний, экономия топлива за счет использования метеорологической информации при планировании полета составляет в среднем от одного до трех процентов. Эти цифры необходимо рассматривать в контексте глобального потребления топлива, стоимость которого составляет около 10 - 12 миллиардов долларов США в год только в отношении дозвуковых пассажирских полетов. По подсчетам, еще два-три процента экономии топлива можно достичь при использовании модели прогнозов погоды высокой разрешающей способности и при том условии, что начальные данные будут ближе к реальному времени. Большое значение будут иметь более быстрый сбор точных наблюдений и прогнозов (ветер, температура, облачный покров, видимость, осадки, конвекция, уровень замерзания.



ГОМС: Программа ВМО по передаче гидрологической технологии

В последние десятилетия отмечался значительный прогресс в развитии гидрологической науки, что, в свою очередь, оказало влияние на практическую деятельность национальных гидрологических служб во всем мире. Среди последних достижений можно назвать модели осадки - сток для речных бассейнов и их использование при прогнозировании и моделировании струйного течения; базы компьютеризированных гидрологических данных, что облегчило доступ к крупным архивам исторических данных, и оснащение усовершенствованными приборами, включая системы телеметрии.

В рамках Программы по оперативной гидрологии ВМО способствовала разработке гидрологических методов и опубликовала руководящий материал по гидрологическим практикам, а также технические отчеты по новым методам. В 1981 г. ВМО в качестве новой инициативы в рамках Программы по оперативной гидрологии учредила ГОМС - Гидрологическую оперативную многоцелевую подпрограмму как систему передачи технологии в области оперативной гидрологии. Перед ГОМС стоят следующие цели:

- . улучшать количество и качество имеющихся гидрологических данных;
- . оказывать помощь в применении соответствующей гидрологической технологии и подготовке кадров;
- . предоставлять международную систему для интеграции многочис-

ленных методов и процедур, используемых при сборе и обработке гидрологических данных для систем по водным ресурсам.

ГОМС организована на принципах сотрудничества между странами-членами ВМО. Те страны, которые хотят участвовать в ГОМС, назначают вначале национальный справочный центр ГОМС (НСЦГ), обычно в национальной гидрологической службе. В настоящее время 105 стран создали НСЦГ. В обязанности НСЦГ входят предоставление национальной технологии потребителям из других стран и координация национальных запросов о передаче технологии ГОМС. Деятельность НСЦГ координируется через Комиссию ВМО по гидрологии, а поддержка Секретариата обеспечивается Бюро ГОМС в департаменте по гидрологии и водным ресурсам Секретариата ВМО.

Технология, получаемая через ГОМС, представляется как компоненты. Эти компоненты обычно принимают форму программного обеспечения ЭВМ, технических или общих наставлений и руководств или описаний приборов. Каждый компонент является самодержащим и может действовать в этом качестве, для решения той или иной гидрологической проблемы. В настоящее время почти 100 компонентов ГОМС предоставлены 35 различными странами.

ГОМС начал свою деятельность с публикации в августе 1981 г. первого издания справочного наставления, которая почти сразу встретила

горячую поддержку гидрологов. К сентябрю 1988 г. в Бюро ГОМС было получено около 1600 заявок на передачу компонентов; в среднем в год получают около 350 заявок. Эти заявки поступили приблизительно из 86 различных стран, в основном, но не всегда принадлежащих к развивающимся странам.

После восьми лет деятельности ГОМС доказал свою полезность для гидрологов и ожидается, что эта программа станет постоянным компонентом деятельности ВМО в области гидрологии.

обледенения и турбулентность) для планирования полетов и операций по маршруту, а также для прилета и отлета самолетов и их направления на запасные аэродромы. Метеорологические потребности авиации общего назначения (такой, как авиации для сельскохозяйственных и промышленных целей, наблюдения, контроля за загрязнением окружающей среды, поиска и спасения, медицинского обслуживания, первой помощи, линейного контроля и туризма) будут возрастать.

Строительство

Архитектурный проект зависит от климата. Хороший строительный проект может во многом способствовать сохранению энергии. Оценки времени, потерянного из-за невозможности вести строительство из-за неблагоприятных погодных явлений, является важным аспектом затрат. Для обеспечения безопасности строительства необходимы прогнозы и предупреждения о сильных ветрах, грозах, температуре ниже критических величин, сильных дождях и снегопадах. В умеренных зонах экономия за счет комбинированного использования информации о климате и прогнозах погоды на стадии строительства может составлять один-два процента от общей суммы расходов: чрезвычайно большая сумма, учитывая общую стоимость строительства. Значение специализированного обслуживания строительства будет возрастать по мере роста конкурентоспособности строительства и роста стоимости рабочей силы.

Здравоохранение, отдых и туризм

Политика многих стран в области здравоохранения уделяет все больше внимания охране здоровья и профилактике заболеваний. Так как определенные погодные условия влияют на человеческий организм, уменьшая его сопротивление вирусным и бактериальным инфекциям, новое значение получают биометеорология человека и связанное с этим обслуживание. Растет также значение оценки и управления качеством водных ресурсов в контексте программ общественного здравоохранения. Некоторые проблемы окружающей атмосферы, такая, как истощение

озонового слоя, представляют серьезную угрозу здоровью человека. Туризм является основным источником доходов для многих стран. Многие виды деятельности во время отдыха непосредственно подвержены влиянию погоды и прогнозов погоды. Быстро растет значение метеорологического обслуживания различных видов отдыха (катание на лыжах, на лодках, планерный спорт и т.д.).

ПРИКЛАДНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ МЕТЕОРОЛОГИИ И ГИДРОЛОГИИ

Цель ВМО состоит в том, чтобы обеспечить рамки для необходимой международной деятельности через систему составляющих ее органов. Шесть региональных ассоциаций ВМО действуют для выполнения этой цели, и большинство технических комиссий ВМО: комиссии по авиационной метеорологии, морской метеорологии, сельскохозяйственной метеорологии, гидрологии и климатологии специализируются на применениях в конкретных областях.

Система технических комиссий ВМО - уникальная черта, отличающая ВМО от других организаций в системе ООН; она является наследием ММО и доказала свою эффективность как механизм для упрощения глобальной передачи странам знаний и опробованных методик. Благодаря этой системе значительное число компетентных экспертов, выступающих в роли докладчиков или членов специальных рабочих групп, - содействуют на долгосрочной основе осуществлению целей Организации.

Здесь трудно дать полную картину деятельности ВМО в различных отраслях применения науки. Простое перечисление программ и проектов было бы невыразительным. Поэтому для иллюстрации приводится более подробное описание одной программы - ГОМС (см. вставку). В течение ряда лет это одна из лучших, наиболее успешных программ Организации.

Общие преимущества

ВМО гордится своими достижениями по оказанию помощи и укреплению национальных метеорологических и гидрологических служб в развивающихся странах, способствуя глобальной передаче знаний и опробованных методик.

С начала деятельности Организации особое внимание уделялось вопросам образования и подготовки кадров. Четкое международное метеорологическое сотрудничество требует не только повсеместно согласованных процедур и кодов телесвязи, но и общего понимания основных профессиональных принципов и внедренных методологий. В идеале все метеорологи, занимающиеся оперативной деятельностью, должны обучаться по одним и тем же учебникам, чтобы легко находить общий язык в той деятельности, которую, как предполагается, они будут осуществлять совместно. Хотя такое заявление может показаться утопичным, результаты Программы ВМО по обучению и подготовке кадров почти соответствуют сказанному выше.

ВМО проявила инициативу и развивала ее, публикуя важную серию учебников по метеорологии. Было учреждено семнадцать региональных метеорологических учебных центров, в основном в развивающемся мире, организованы специализированные научно-практические семинары и регулярные семинары (включая семинары по таким темам, как мониторинг фонового загрязнения атмосферы, прогнозирование тропических циклонов, радиолокационная метеорология и т.д.) и ежегодно выделяется значительное число стипендий студентам для получения квалификации в знаменитых университетах мира.

РАЗВИТИЕ ТРУДОВЫХ РЕСУРСОВ

Несколько лет назад был введен новый подход к проблемам обучения и подготовки кадров для повышения эффективности этой программы путем сочетания конкретных потребностей.

Через программу развития трудовых ресурсов ВМО осуществляет стратегический подход к подготовке профессионалов. Раз в четыре года национальные метеорологические службы запрашивают относительно оценки будущего развития их деятельности и информации о подготовке кадров, что необходимо для обеспечения такого положения, при котором соответствующий персонал имелся в нужные сроки и в нужных местах для выполнения намеченных уровней роста.

Проведенная оценка составляет ту

объективную основу, на которой ВМО может планировать и устанавливать приоритеты для деятельности по подготовке кадров в будущем, а также оказывать помощь по преодолению разрыва между более и менее развитыми метеорологическими и гидрологическими службами. Кроме того, ВМО откликается на потребности Членов в знаниях и специализированных знаниях экспертов по проблемам загрязнения атмосферы и изменения климата. Таким образом, персонал получает комплексную подготовку, включающую необходимые знания о физике и химии системы океан-суша-атмосфера. Исходя из этой основы, они могут специализироваться по различным направлениям, профессионально совершенствуясь в прогнозировании погоды на завтра или в комплексном мониторинге климата.



Измерения расхода воды на реке Пастаза в верховьях реки Амазонки.

**СОТРУДНИЧЕСТВО УМЕНЬШАЕТ
РАЗРЫВ МЕЖДУ СТРАНАМИ**

Принцип стратегического планирования, доказавший свою целесообразность в программе ВМО по образованию и подготовке кадров, был применен недавно в более широком контексте всей деятельности по техническому сотрудничеству. Этот шаг был обусловлен увеличением разрыва между развитыми и развивающимися странами. При помощи этого нового подхода ВМО пытается сократить разрыв по крайней мере в отношении предоставляемого обслуживания.

Цель заключается в том, чтобы обеспечить такое повышение уровня обслуживания, предоставляемого населению и правительствам в развивающихся странах, который позволит внести эффективный вклад в дело экономического развития, а также безопасности и защиты населения. Повышение уровня обслуживания требует во многих случаях совместных усилий регионального характера ряда стран. Такая совместная деятельность может включать создание региональных специализированных

Напротив: Измерение испарения в районе Киншасы в рамках проекта ВМО/ПРООН с метеорологической службой Заира



ВМО обеспечивает подготовку национальных инструкторов как одно из очень эффективных средств развития трудовых ресурсов

центров работы и подготовки кадров, усовершенствование сетей связи или. в соответствии с недавним соглашением по юго-восточной части Азии, маркетинг метеорологической продукции.

Анализ региональных потребностей и развитие долгосрочного плана ВМО обеспечивают основу для изучения приоритетов в программах технического



сотрудничества, осуществляемых ВМО, с тем, чтобы эти программы смогли внести максимальный вклад в достижение соответствующих уровней метеорологического и водного обслуживания в развивающихся странах мира, а также в достижение коллективных целей согласованных программ ВМО. Это направляет помощь агентств-доноров и стран на удовлетворение наиболее важных потребностей и помогает странам получающим помощь, идентифицировать и получать поддержку для проектов, приносящих максимальную пользу.

В настоящее время имеются три основных источника поддержки технического сотрудничества в области метеорологии и гидрологии.

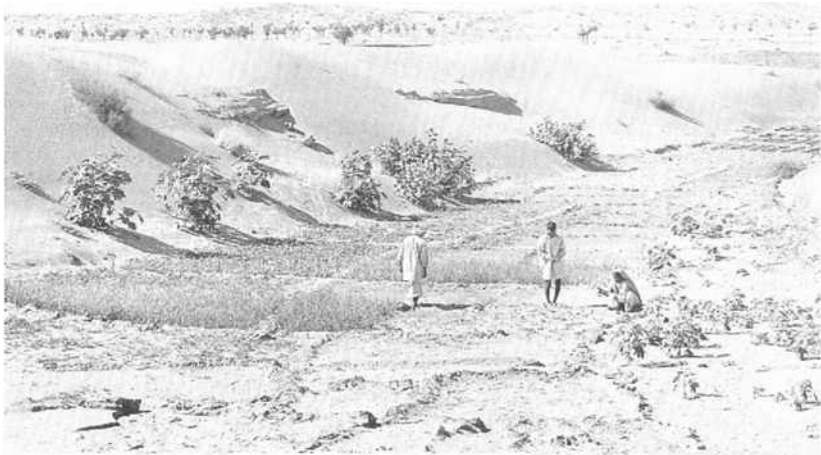
Через программу добровольного сотрудничества ВМО (ПДС) (в настоящее время около 5.5 млн. долларов ежегодно) отдельные страны направляют заявки на различные виды помощи, а отдельные доноры согласовывают поддержку тех заявок, которые они могут и желают финансировать. Приоритеты в метеорологической деятельности устанавливают как страны-получатели помощи, так и страны-доноры. В данном случае Исполнительный Совет ВМО создал механизм по управлению этой программы (группа экспертов НДС и неофициальные совещания по планированию).

Посредством Программы развития Организации Объединенных Наций (ПРООН) значительному числу проектов в области метеорологии и гидрологии ежегодно оказывается помощь (текущий бюджет по

ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40 ВМО 40

проектам составляет порядка 12 млн долл. США в год (1987 г.) и 16 млн. долларов США (1988 г.)). ПРООН устанавливает приоритеты в соответствии с общими программами. Проекты в области метеорологии и гидрологии рассматриваются на конкурсной основе с проектами в других областях, как при подготовке программ по странам национальными органами по планированию, так и при рассмотрении в Секретариате ВМО с целью принятия решения по окончательному финансированию.

Через соглашения в рамках доверительного фонда ежегодно представляется помощь в размере 5-7 млн. долларов США странами-донорами на конкретные проекты в странах. Приоритеты устанавливают в основном доноры, естественно, после консультаций со странами-получателями помощи. Помимо этих мер Европейское Экономическое Сообщество финансировало ряд проектов в области метеорологии и гидрологии (около 300 000 долларов наличными и также некоторое оборудование, непосредственно подаренное странам-получателям помощи), а Мировой Банк, в настоящее время рассматривает большую программу для Африки, хотя до настоящего времени метеорологические и гидрологические проекты не рассматривались как высокоприоритетные среди многосторонних доноров, кроме ПРООН. В этих организациях приоритеты финансирования устанавливают обычно должностные лица агентств, но, как правило, в результате чрезвычайно подробных консультаций с разви-

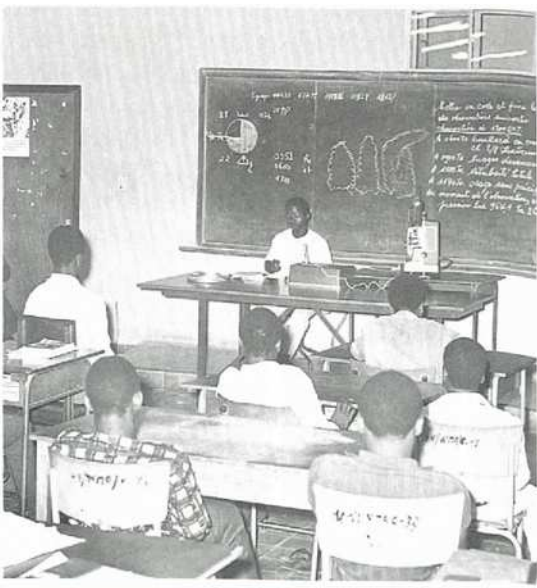
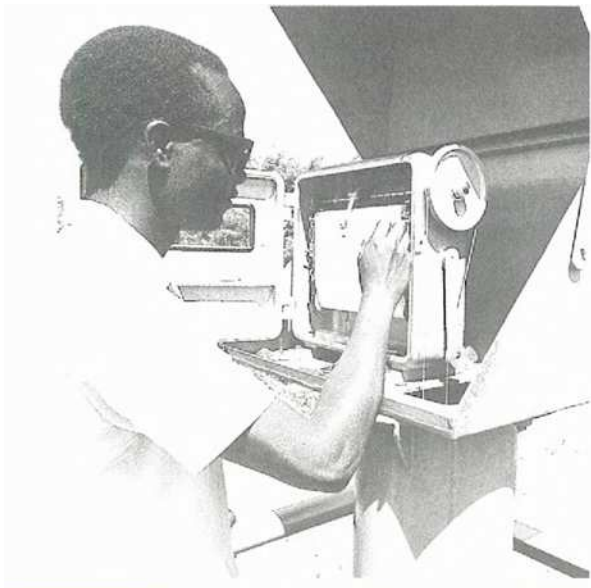


вающимися странами и донорами, предоставляющими помощь по сотрудничеству.

Скоординированные проекты

Исполнительный Совет ВМО по совету группы экспертов по добровольному сотрудничеству (ГДС) согласился учредить несколько скоординированных проектов, в которых Секретариат ВМО сочетает финансирование по линии ПДС, ПРООН и доверительных фондов для достижения более крупных региональных целей, чем те, которые были возможны до настоящего времени. Такой подход, как показала практика, чрезвычайно успешен в отношении разработки региональных систем телесвязи и разработки

Успех работ на канале в Раджистане зависит от точной оценки потенциальных источников воды в Гималаях. Даже до завершения работ канал способствовал озеленению пустыни



Слева в углу: Крупные успехи в управлении водными ресурсами стали возможны благодаря проекту «Озеро Виктория»

Напротив слева: Эксперты ВМО часто выезжают для оказания помощи по подготовке национальных метеорологических кадров

программного обеспечения обработки данных в Карибском море, в Центральной Америке, в Южной Америке и Африке к югу от Сахары.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕНТРЫ

Эффективность международных программ и систем ВМО зависит от искреннего сотрудничества стран-членов. Каждая страна вносит вклад в согласованные программы и получает выгоды в зависимости от своих возможностей. В настоящее время для получения максимальной выгоды необходимы такие средства, как современные центральные компьютеры, сверхскоростные цепи телесвязи и другие средства, требующие крупных капиталовложений, которые могут позволить себе только наиболее современные метеорологические и гидрологические службы.

В известном смысле последние технологические достижения еще больше увеличили разрыв между возможностями наиболее и наименее развитых стран. Основным средством решения этой новой проблемы стало создание ВМО региональных специализированных метеорологических центров. В рамках этой схемы группы стран, которые в одиночку не смогли бы установить требуемое дорогостоящее оборудование, объединяются для создания специализированного центра по обслуживанию потребностей всех этих стран. Создание таких новых центров отнюдь не приведет к бездействию национальных метеорологических служб. Фактически имея доступ к более широкому спектру продукции, их значение скорее всего возрастет, так как они смогут лучше обслуживать различные экономические и социальные сектора в своих странах. Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды в Рединге. Соединенное Королевство, служит образцом такого типа

регионального сотрудничества. Другие аналогичные центры разрабатываются или вопрос о них рассматривается.

Один из них - Африканский центр по применению метеорологии для целей развития (АКМАД). Он расположен в Ниамее. Нигер. Африканские правительства, международные и региональные организации, а также значительное количество отдельных стран-доноров вносят вклад в развитие этого центра. Континент остро нуждается в надежных системах наблюдения, анализа и предсказания таких явлений погоды, вызывающих стихийные бедствия, как засуха, тропические циклоны, сильные пыльные бури и обильные грозы. Кроме того, экономика большинства стран Африки в значительной степени зависит от сельского хозяйства и природных ресурсов - на которые большое влияние оказывает погода. Поэтому понятно решение африканских лидеров при помощи Экономической комиссии по Африке и ВМО создать такой центр. В настоящее время осуществляется значительная деятельность по обеспечению полной эксплуатации АКМАД в минимальные сроки.

Другая группа членов ВМО - Ассоциация государств Юго-Восточной Азии (АСЕАН) также работает в направлении создания аналогичного центра для обслуживания своих стран. Участвующие в этом проекте страны - Бруней. Индонезия. Малайзия. Филиппины, Сингапур и Таиланд решили, что центр АСЕАН даст им возможность повысить качество и эффективность национальных метеорологических служб, а также обеспечить максимальную поддержку важных отраслей экономики этих стран. В грядущем десятилетии предполагается, что все больше групп стран будут объединяться для создания региональных специализированных метеорологических центров. Помимо предписанных им конкретных функций такие центры смогут внести важный вклад в улучшение понимания вопросов изменения климата.

В 1988 году всего 132 развивающиеся страны получили помощь через те или иные механизмы технического сотрудничества ВМО.

В том же году 32 страны предоставили значительную помощь в виде наличных средств, оборудования или услуг через Программу добровольного сотрудничества ВМО.

Достижения ВМО

За последние четыре десятилетия метеорология претерпела значительные изменения. И с учетом соответствующих перемен в ВМО становится очевидным, что в этом нашли свое отражение происшедшие в мире конфликты и появившиеся благоприятные возможности.

Десятилетие - удобный срок для периодизации и оценки истории: применительно к ВМО такой датой является 1950 г. Первое десятилетие было периодом восстановления мира после конфликта и в своем качестве метеорология также принимала участие в восстановлении международного сотрудничества, вне которого она не могла бы развиваться.

Основная деятельность ВМО заключается в выработке международного соглашения по общим процедурам и техническим правилам метеорологических наблюдений, а также принятию незамедлительных мер по обмену данными между странами. Было начато предоставление технической помощи, так как все большее число стран освобождалось из-под колониальной зависимости. По мере развития мировой торговли, авиация и судоходство приобретали все большее влияние, и возрастали их потребности в более специализированном метеорологическом обслуживании.

В начале 60-х годов были запущены первые метеорологические спутники, и начали действовать первые системы численного прогнозирования погоды. В таком благоприятном климате ВМО смогла приступить к осуществлению Всемирной службы погоды и организовать работу ее первого десятилетия.

Всемирная сеть, включающая подготовленный персонал, проверенные процедуры и соответствующие приборы могут быть сегодня мобилизованы для подготовки улучшенных прогнозов погоды. Экономически целесообразное разделение задач достигнуто за счет системы региональных и мировых центров, которые осуществляют связь между цепями и дополняют работу национальных метеорологических центров.

Параллельно со Всемирной службой погоды расширялась техническая помощь по мере разработки ВМО Программы технического сотрудничества. Важным элементом системы специализированных знаний, которую создала ВМО на международном уровне, стала также оперативная гидрология.

Семидесятые годы ознаменовали рост озабоченности мировым сообществом проблемами окружающей среды, которые стали основной темой конференции ООН по окружающей человека среде в 1972 году в Стокгольме. Человека стал тревожить воздух, которым он дышит, и вода, которую он пьет, и вскоре мы начали рассматривать возможность изменения всего мирового климата. Особое значение приобрели исследования важных планетарных систем и ВМО ответило на вызов времени Программой исследований глобальных атмосферных процессов и основными международными экспериментами АТЭИ и ГМЭ. Первая всемирная климатическая конференция в конце 70-х годов как бы предчувствовала эту озабоченность, создав концепцию Всемирной климатической программы.

Восьмидесятые годы стали свидетелями консолидации достижений Всемирной службы погоды и успешной аккомодации нового поколения средств: усовершенствованных приборов, ускоренной связи и возможности справляться с растущим количеством данных.

Опыт, накопленный в таких областях, как образование, подготовка кадров и техническая помощь сделали возможным более надежный стратегический подход к расширению и углублению мировых возможностей в области метеорологии и гидрологии. Региональные группы начали играть более значительную роль в техническом сотрудничестве.

Исследования таких факторов, которые могут стать причиной непреднамеренных изменений климата, привели к разработке конвенции по озону и подготовке ко Второй всемирной климатической конференции.

В будущем десятилетии в рамках глобальной службы атмосферы будет осуществляться мониторинг химического и физического состояния глобальной атмосферы при тесном сотрудничестве с гидрологией, океанографией и другими науками земной системы.

По мере роста озабоченности по поводу влияния экономической деятельности человека на глобальные системы ВМО будет все ближе продвигаться к центральной роли в вопросах мировой окружающей среды. Ее успешная деятельность по содействию и облегчению международного сотрудничества позволит ей занять достойное место и ответить на вызов будущего.

СОКРАЩЕНИЯ

АКМАД	Африканский центр по применению в целях развития
АЛЬПЭКС	Альпийский эксперимент
АСЕАН	Ассоциация государств Юго-Восточной Азии
АТЭП	Атлантический тропический эксперимент ПИГАП
БАПМоН	Сеть станции мониторинга фонового загрязнения воздуха
ВВКК	Вторая всемирная климатическая конференция
ВМО	Всемирная метеорологическая организация
ВОСЭ	Эксперимент по циркуляции Мирового океана
ВСП	Всемирная служба погоды
ГЕВЕКС	Глобальный эксперимент по изучению водного и энергетического цикла
г м э	Глобальный метеорологический эксперимент
г о м с	Гидрологическая оперативная многоцелевая подпрограмма
ГСА	Глобальная служба атмосферы
ГСЕТ	Главная сеть телесвязи
КЛИКОМ	Применения ЭВМ в ВКП
мтг	Международный геофизический год
мтэик	Межправительственная группа экспертов по изменению климата
МДУОСБ	Международное десятилетие по уменьшению опасности стихийных бедствий
м м о	Международная метеорологическая организация
м м ц	Мировой метеорологический центр
м с н с	Международный совет научных союзов
НАСА	Национальная администрация США по аэронавтике и космическому пространству
н м ц	Национальный метеорологический центр
н с цг	Национальный справочный центр ГОМС
о о с в	Оперативные оценки систем ВСП
ПДС	Программа добровольного сотрудничества
ПИГАП	Программа исследования глобальных атмосферных процессов
ПРООН	Программа развития Организации Объединенных Наций
РМЦ	Региональный метеорологический центр
с д	Спасение данных
ТОГА	Исследование глобальной атмосферы и тропической зоны океана
ХФУ	Хлорфторуглерод

Настоящая брошюра была подготовлена с помощью г-на Питера Стоуна.

Иллюстрации: обложка - НАСА/ГИСС/Рэссоу; с. iii - ВМО; с. 1, *вверху* - Национальное агентство космического развития Японии, *внизу* - Лаборатория полярных исследований, США (проект, выполняемый Лабораторией полярных исследований при финансовой поддержке Национального научного фонда, отдел полярных программ); с. 2- «Фотографик дженерал дайнэмикс», «Корвер дивижн»; с. 3 - МОТ; с. 4 - Метеорологическое бюро, Австралия: с. 6, *внизу* - НУОА; с. 7, *вверху* - ВМО/Бианко, *внизу* - ВМО: с. 8 *слева, вверху и внизу* - Королевский метеорологический институт, Нидерланды, *справа* - Госкомитет СССР по гидрометеорологии; с. 9 *вверху* - ВМФ США, *слева* - ВМО/Перри, *справа* - ВМО; с. 11 - «Бритиш краун копирайт» (с любезного разрешения Контролера канцелярии Ее Британского Королевского Величества); с. 12, *вверху* - Национальная метеорологическая служба США, *внизу* - НАСА; с. 13- Ф. Бертран; с. 14 (3 фото) - ВМО/Клемм; с. 17, *внизу* - «Бритиш краун копирайт» (с любезного разрешения Контролера канцелярии ее Британского Королевского Величества); с. 18, *внизу* - НУОА; с. 19, *вверху* - Метеорологическое бюро, Австралия, *внизу (2 фото)* - НУОА; с. 20- НУОА; с. 22, *вверху*- Альпы. КАН/В. Шнебели, *внизу*-Ф\О\Ф. Макдугал; с. 26- НАСА/ГСФЦ; с. 27 - Японское метеорологическое агентство; с. 29 - Аамулахти/П. Саринен (Финляндия); с. 30 - «Инвайронмент Канада»; с. 32, *вверху*- МПП/Т. Пейдж, *внизу* - «Нейшн ньюспейперз», Найроби, Кения; с. 33 - Метеорологическое бюро, Австралия, *внизу* - ВМО/Рийкс; с. 34 - Всемирный банк; с. 35, *вверху* - «Шелл» СК, *внизу* - Пол Амос; а 36, *вверху* - Дж.-Л. Альтер, *внизу* - «Практики боут оунер»/Г. Тэйлор; с. 39 - ВМО, с. 40, *вверху* - ООН, *внизу* - ВМО/Г. Раддер; с. 41, *вверху* - ФАО/Д. Масон, *слева* - ООН, *справа* - ВМО.

Основные Научно-Технические Программы ВМО

ВМО проводит свою работу посредством осуществления семи основных научно-технических программ, имеющих развитые компоненты в каждом регионе.

Программа Всемирной службы погоды является сердцевиной общей программы ВМО. В нее объединяются центры обработки данных, системы наблюдений и средств телесвязи, эксплуатируемые Членами, для предоставления метеорологической и связанной с ней геофизической информации, которая требуется для обеспечения эффективного метеорологического и гидрологического обслуживания в странах. Сюда включается также Программа по тропическим циклонам, осуществлением которой занимаются более **50** стран, и Программа по приборам и методам наблюдений, обеспечивающая стандартизацию и развитие метеорологических и связанных с ними наблюдений.

Всемирная климатическая программа содействует использованию климатической информации в целях оказания помощи социально-экономическому планированию и развитию; улучшению понимания климатических процессов посредством проведения скоординированных на международном уровне исследований и проведения мониторинга климатических колебаний и изменении, с тем чтобы быть способным предупреждать правительства о воздействиях климата, которые могут оказывать значительные воздействия на благосостояние и деятельность человека. Научно-исследовательский компонент Программы осуществляется совместно ВМО и Международным советом научных союзов (МСНС) в то время, как изучение воздействий климата координируется Программой Организации Объединенных Наций по окружающей среде.

Программа ВМО по научным исследованиям и развитию содействует осуществлению атмосферных исследований, при этом наивысший приоритет предоставляется научным исследованиям в области прогнозирования погоды во всех временных масштабах. Сюда же относится важная Программа исследований в области тропической метеорологии, касающаяся изучения муссонов, тропических циклонов, осадкообразующих тропических метеорологических систем и засух; программа, касающаяся научных исследований и мониторинга различных аспектов загрязнения окружающей среды; и программа исследований физики облаков и активных воздействий на погоду.

Программа ВМО по применениям метеорологии включает в себя три важных области применения метеорологического обслуживания и информации: сельскохозяйственную метеорологию, авиационную метеорологию и морскую метеорологию, и содействует развитию инфраструктур и обслуживания, которые требуются во всех трех областях на благо стран-Членов.

Программа ВМО по гидрологии и водным ресурсам касается количественных и качественных оценок и прогнозов водных ресурсов; стандартизации всех аспектов гидрологических наблюдений; и организованной передачи гидрологических методов и методологии во многих областях, включая прогнозы и вопросы борьбы с последствиями наводнений в результате тропических циклонов, сильных штормов и быстрого снеготаяния.

Программа ВМО по образованию и подготовке кадров занимает ведущее место в деле дальнейшего развития посредством содействия всем усилиям в странах-Членах, направленным на обеспечение необходимого количества квалифицированных метеорологов, гидрологов, инженеров и техников. Она тесным образом взаимосвязана со всеми другими основными научно-техническими программами.

Программа ВМО по техническому сотрудничеству включает в себя основной тон организованной передачи метеорологических и гидрологических знаний и опробованной методологии между Членами Организации. Особый упор делается на развитие широкого диапазона обслуживания (касающегося прогнозирования погоды, климатологии и гидрологии); на развитие и эксплуатацию ключевых инфраструктур Всемирной службы погоды; и на поддержку Программы ВМО по образованию и подготовке кадров. Программа финансируется, главным образом, ПРООН, собственной Программой ВМО по добровольному сотрудничеству, доверительными фондами и регулярным бюджетом ВМО.

© 1990, Всемирная Метеорологическая Организация

ISBN 92-63-407729-0

ПРИМЕЧАНИЕ

Употребляемые здесь обозначения и оформление материала не должны рассматриваться как выражение какого бы то ни было мнения со стороны Секретариата Всемирной Метеорологической Организации относительно правового статуса той или иной страны, или территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ.

Глобальное количество облаков

Значения среднего количества облаков (повторяемость облачных условий) для июля 1983 г., полученные по данным анализа дневного и ночного излучения в видимом и инфракрасном диапазонах, измеренного с геостационарных и немирно орбитальных спутников космической наблюдательной подсистемы Всемирной службы погоды ВМО.

Международный проект по спутниковой климатологии облачности (МИСКО) является первым проектом Всемирной программы исследований климата (ВНИК), поддерживаемым совместно Всемирной Метеорологической Организацией и Международным советом научных союзов. Научный план ВНИК придает большое значение облачности в обменах радиационной энергией, происходящих в климатической системе. Одной из его ключевых целей является улучшение нашего понимания роли облачности в климатической системе.

Глобальное месячное среднее (в процентах)

