



Окно, открытое в мир

Курьер

Август - Сентябрь 1973

**МЕТЕОСТАНЦИЯ:
СДЕЛАЙ САМ!**
Приложение для детей



**Белые
пятна
погоды**



СОКРОВИЩА МИРОВОГО ИСКУССТВА

МЕКСИКА

Самый древний среди богов плодородия у народов доколумбовой Мексики — бог дождя Тлалок. Он был весьма почитаем тотонаками, чья цивилизация, как известно, процветала между VII и XIV веками на побережье Мексиканского залива — там, где сейчас находится мексиканский штат Веракрус. Эта недавно обнаруженная глиняная статуэтка тотонаков изображает воина

Тлалок, дарующий дождь

с атрибутами Тлалока. Круги вокруг глаз — облака (на языке тотонаков «тлалок» означает «облако»), а форма носа и рта должна выразить мощь земли. Эти атрибуты Тлалока символизируют животворный союз земледелия с плодородием почвы. Статуэтка находится в музее города Халапа [Веракрус, Мексика].

Фото © А. Диас-Люис, Мехико, Мексика

АВГУСТ-СЕНТЯБРЬ 1973
26-й ГОД ИЗДАНИЯ

ПУБЛИКУЕТСЯ НА 15 ЯЗЫКАХ

Русском	Хинди
Английском	Тамили
Французском	Иврите
Испанском	Персидском
Немецком	Нидерландском
Арабском	Португальском
Японском	Турецком
Итальянском	

Публикуется ежемесячно ЮНЕСКО —
Организацией Объединенных Наций
по вопросам образования, науки и культуры

★

Ежемесячный иллюстрированный журнал «Курьер ЮНЕСКО» выходит 11 выпусками в год (август-сентябрь — сдвоенный номер). Издание журнала на русском языке с 1957 года осуществляется издательством «Прогресс» (Москва) по поручению Комиссии СССР по делам ЮНЕСКО.

При перепечатке материалов обязательна ссылка на «Курьер ЮНЕСКО». При перепечатке подписанных статей необходимо указывать имя автора. Подписанные статьи выражают мнение их авторов, которое может не совпадать с точкой зрения ЮНЕСКО и редакции журнала.

★

Адрес главной редакции
ЮНЕСКО, ФРАНЦИЯ, Париж 7,
Плас Фонтенуа

Главный редактор
Сэнди Кофлер

Заместитель главного редактора
Рене Калоз

Ответственный секретарь
Ольга Родель

Помощники главного редактора
русский яз.: Георгий Стеценко (Париж)
английский яз.: Рональд Фэнтон (Париж)
французский яз.: Джейн Альбер Эсс (Париж)
испанский яз.: Ф. Фернандес-Сантос (Париж)
немецкий яз.: Вернер Меркли (Берн)
арабский яз.: Абдель Монеим Эль-Сави (Каир)
японский яз.: Кадзуо Акао (Токио)
итальянский яз.: Мария Ремидди (Рим)
язык хинди: Картар Сингх Дуггал (Дели)
язык тамили: Н. Д. Сундаравадивелу (Мадрас)
язык иврит: Александр Пели (Иерусалим)
персидский яз.: Феридун Ардалан (Тегеран)
нидерландский яз.: Поль Моррен (Антверпен)
португальский яз.: Бенедикто Силва
(Рио-де-Жанейро)
турецкий яз.: Мэфра Тельджи (Стамбул)

Литературные редакторы
английский яз.: Говард Брабин
французский яз.: Филипп Онэ
испанский яз.: Хорхе Энрико Адоум

Подбор иллюстраций: Анна-Мария Майлар
Оформление: Робер Жакмен

- 4 **БЕЛЫЕ ПЯТНА ПОГОДЫ**
Каар Лангло
- 14 **50 РЕКОРДОВ ПОГОДЫ**
- 17 **МЕНЯЕТСЯ ЛИ КЛИМАТ ЗЕМЛИ?**
Губерт Лэмб
- 21 **ЭКСПЕРИМЕНТ В ТРОПИЧЕСКОЙ АТЛАНТИКЕ,**
Юрий Тарбеев
- 24 **КАК ДЕЛАЮТ ПОГОДУ**
Дан Берман
- 27 **ИНДИЯ: В АВАНГАРДЕ ИЗУЧЕНИЯ ПОГОДЫ**
- 31 **ПРИЛОЖЕНИЕ ДЛЯ ДЕТЕЙ**
- 39 **КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ПОГОДЫ**
Франсуа Ле Лионне и Роже Клосс
- 44 **ЗАСУХА В АФРИКЕ**
Жан Дреш
- 48 **МОЖНО ЛИ ПРЕДСКАЗАТЬ ЗАСУХУ
И НАВОДНЕНИЯ**
Джером Неймиэс
- 50 **ЧТО ПРОИСХОДИТ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ
АТМОСФЕРЫ**
- 52 **ПОД УГРОЗОЙ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ**
Питер Роджерс
- 53 **БАНГЛАДЕШ: САМЫЙ СИЛЬНЫЙ
ЦИКЛОН ВЕКА**
- 58 **МНОГОВЕКОВОЙ ОПЫТ НАБЛЮДЕНИЯ
ЗА ПОГОДОЙ**
Роже Клосс
- 61 **ПРИМЕТЫ РАЗНЫХ НАРОДОВ**
- 63 **СЕЗОНЫ НИЛА**
Абдель Монеим Эль-Сави
- 66 **ПИСЬМА РЕДАКТОРУ**
- 67 **ХРОНИКА ЮНЕСКО**
- 2 **СОКРОВИЩА МИРОВОГО ИСКУССТВА**
Тлалок, дарующий дождь



БЕЛЫЕ ПЯТНА ПОГОДЫ

Современная метеорология вступает в поистине революционную эру. Благодаря новым техническим средствам — метеоспутникам и ЭВМ, — а также благодаря укреплению международного сотрудничества ученые получили возможность еще более эффективно предсказывать погоду не только на ближайшее время, но и составлять долгосрочные прогнозы. Полностью познать и обуздать природу, чтобы обезопасить себя от ее сюрпризов, — дело будущего.

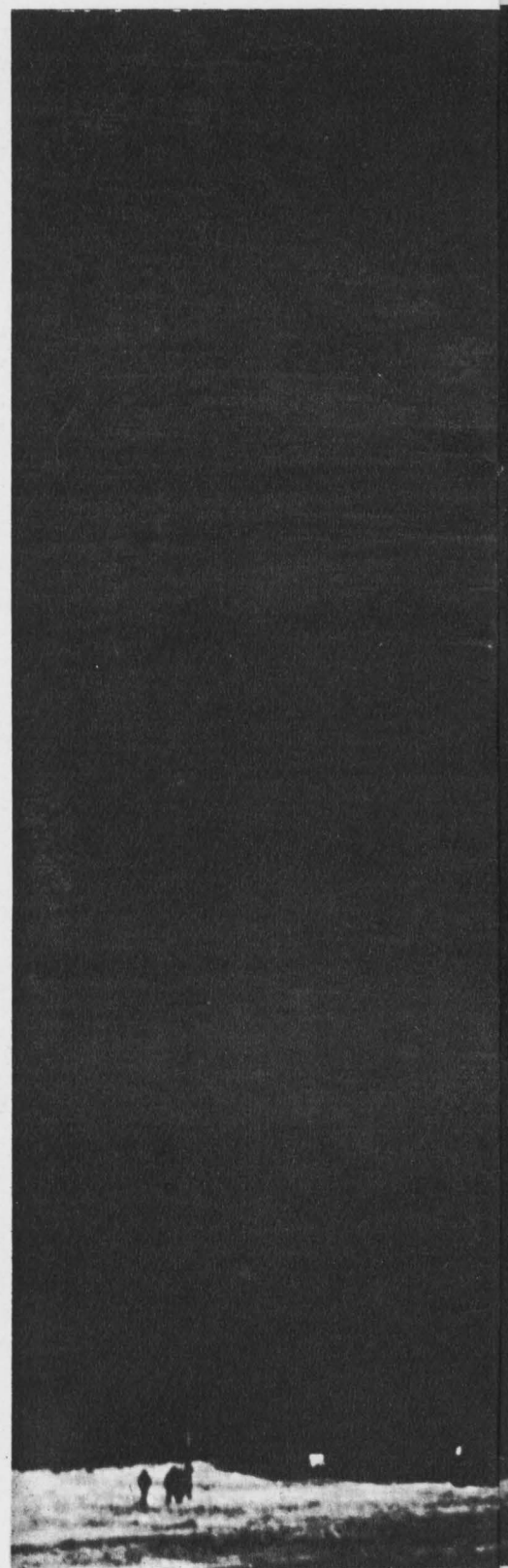
Фото © АПН, Москва

Всемирная метеорологическая организация встречает свой 100-летний юбилей накануне превращения службы погоды в новую, бурно развивающуюся в масштабах всей планеты науку.

БЕЛЫЕ ПЯТНА ПОГОДЫ

Запуск советской метеоракеты в Арктике. Силуэты сотрудников советской научной станции (в левом нижнем углу) позволяют представить размеры стрелы и огненной дуги образующихся при запуске.

Фото © АПН, Москва



Каар Лангло

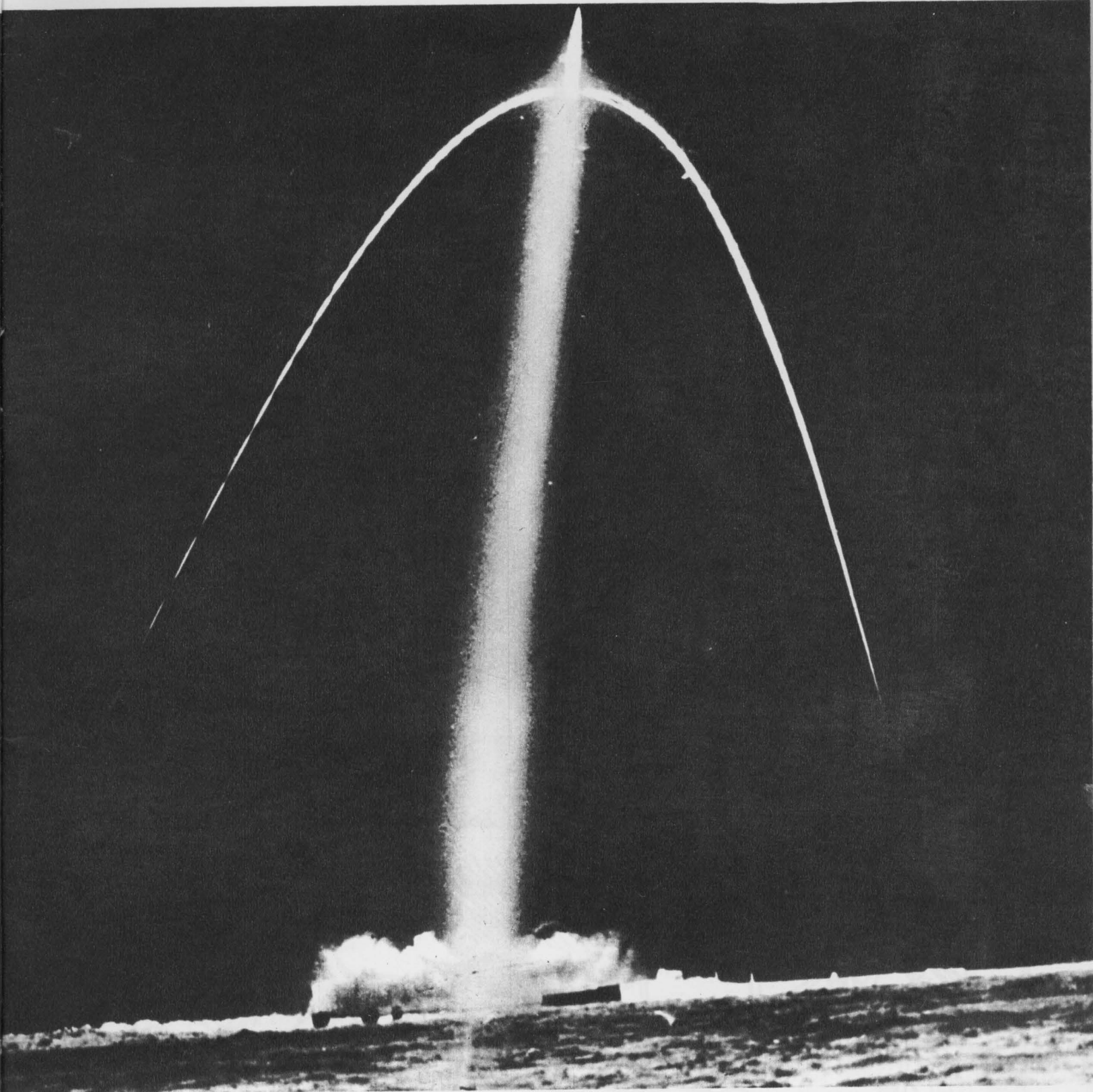
КААР ЛАНГЛО (Норвегия) — заместитель Генерального секретаря Всемирной метеорологической организации, руководитель работ по созданию Всемирной службы погоды — первой поистине глобальной системы наблюдения и информации о погоде, член Норвежского геофизического общества, автор многих исследований и статей по метеорологии.

Хорошо известное всем выражение: «Погода не знает границ» — приобретает особое значение именно сейчас, в 1973 году, когда метеорологи всех стран мира отмечают 100-летие своего организованного международного сотрудничества. Прочитав эти строки, кое-кто, вероятно, пожмет плечами и скажет: «Ну вот, еще одна годовщина... А мне-то что с того?»

Вот почему одна из целей данной статьи состоит в том, чтобы показать, какое огромное значение для каждого из нас, для каждой страны мира имеют знания о погоде и кли-

мате. Иными словами, мы попытаемся рассказать здесь о глобальных аспектах метеорологии, о том, как организуется сейчас, после ста лет накопления соответствующего опыта, международное сотрудничество в этой области.

В последние годы поистине революционизирующее воздействие на метеорологию оказали два события, очевидно не связанные непосредственно друг с другом. Это, во-первых, появление быстродействующих ЭВМ, которые дают возможность с достаточной скоростью решать сложные математические уравнения,



применяемые для описания атмосферных процессов. Высокая скорость работы ЭВМ обеспечила и, несомненно, обеспечит в дальнейшем значительные достижения в совершенствовании расчетных методов прогноза погоды.

Другим примечательным событием в этом плане было создание искусственных спутников Земли. Запуск первого метеорологического спутника («Тайрос-1», в апреле 1960 года) удивительно быстро продемонстрировал огромную ценность нового технического средства для метеорологии. Несомненно, именно

потенциальные возможности этой уникальной «платформы» для глобальных наблюдений явились одной из основных причин принятия Генеральной ассамблеей ООН, 20 месяцев спустя, «исторически важного», по мнению метеорологов, решения об организации Всемирной службы погоды.

Что же это такое — Всемирная служба погоды (ВСП)?

Основная ее цель — создание системы, которая обеспечивала бы все страны мира данными о состоянии погоды и другой необходимой метеорологической информацией. При

этом предусматривается активное участие всех стран в работе системы путем широкого обмена соответствующими сведениями. Кроме того, ряду стран в рамках системы отводится особая роль: в трех из них созданы мировые центры сбора данных (в Москве, Вашингтоне и Мельбурне), существует также 21 региональный метеоцентр; в этих учреждениях самое широкое применение находят быстродействующие ЭВМ.

Мировые и региональные метеоцентры готовят, пользуясь

5

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 7

ОТ СТРЕЛЫ ДО РАКЕТЫ

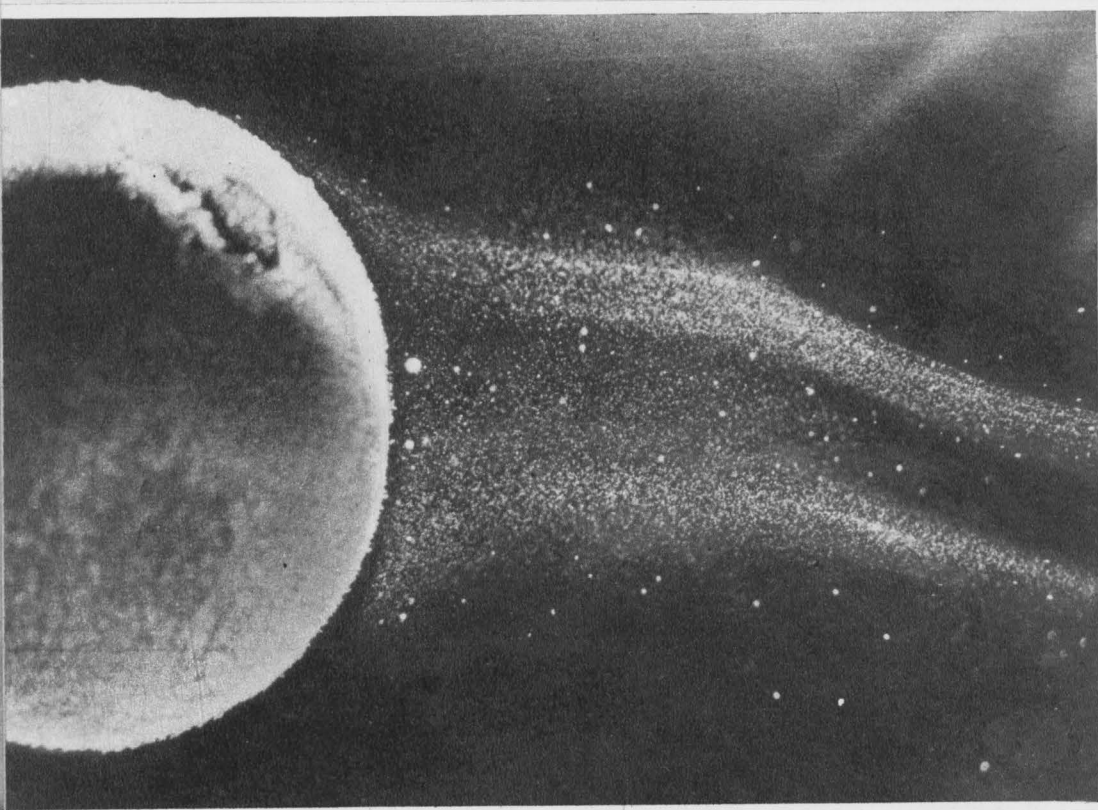


Фото © ЮСИС

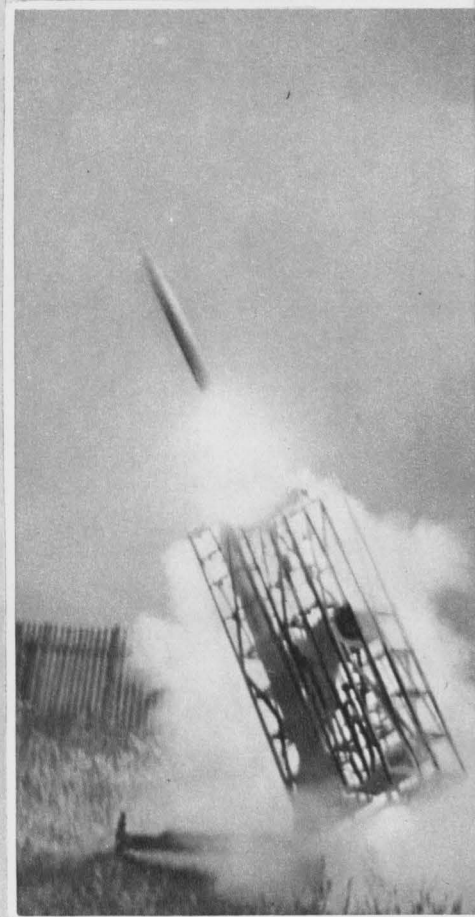


Фото © АПН, Москва

В середине XVI века лучники (внизу) стреляли по облакам, чтобы отвести грозу. В наши дни для этой цели используются специальные ракеты (вверху справа). В последние годы у ученых появилась новая цель — град. Им удалось создать искусственные градины (вверху), поведение которых изучается в условиях, аналогичных природным.



Гравюра из книги О. Магнуса „De Gentibus Septentrionalibus“, Рим, 1555. Фото © Национальной библиотеки, Париж

БЕЛЫЕ ПЯТНА ПОГОДЫ (Продолжение)

расчетными методами, прогнозы будущего состояния атмосферы. Работа эта ведется на основе физических законов, выражаемых в математических уравнениях («моделях»). Разработать правильную модель, конечно, нелегко, но сложность не только в этом: чтобы прогнозы были точными и своевременными, необходимы три очень важных условия:

- во-первых, знать (предпочтительно на конкретно избранное время) фактическое состояние атмосферы в целом, то есть иметь данные наблюдений за температурой и влажностью воздуха, атмосферным давлением, скоростью ветра и т. д.; нужно знать также состояния нижнего и верхнего пограничных слоев атмосферы;

- во-вторых, иметь технические средства для возможно более быстрой обработки огромной массы данных, собранных наблюдениями, чтобы до минимума сократить время между установленным сроком наблюдений и сроком выпуска прогноза;

- в третьих, иметь средства и для быстрой передачи данных первичных наблюдений в соответствующие центры прогнозов, а также для своевременного распространения информации из этих центров: анализы погодных условий, прогнозы, предсказания, штормовые предупреждения и т. д.

Организация сбора данных посредством всемирной сети наблюдательных станций — дело сложное, и метеорологи по сей день вынуждены искать компромисс между желательным с точки зрения науки (наибольшая полнота охвата) и экономической целесообразностью. Именно поэтому наиболее практичным решением до сих пор оказывался «выборочный» метод обследования атмосферы, когда необходимые замеры, в строго определенное время, осуществляются сетью наблюдательных станций на поверхности Земли и радиозондами, запускаемыми на высоту до 30—40 километров. Данные наблюдений с таких зондов передаются на Землю по радио.

Нынешняя всемирная сеть метеостанций состоит примерно из 9000 наблюдательных пунктов на суше. Кроме того, свои наблюдения метеорологам регулярно направляют более 6000 судов, находящихся в открытом море.

Зондирование атмосферы производится примерно 700 станциями на суше, а также с «кораблей погоды», располагающихся в определенных точках Северной Атлантики и северной части Тихого океана. Наблюдения за условиями в верхних слоях атмосферы ведутся и с самолетов.

На первый взгляд может показаться, что всех этих источников наблюдений вполне достаточно и трудно желать чего-либо большего. Действительно, на некоторых участках суши сеть станций обеспечивает вполне удовлетворительную плотность наблюдений. Однако следует помнить, что примерно три четверти поверхности земного шара покрыты морями и океанами, а проторенные

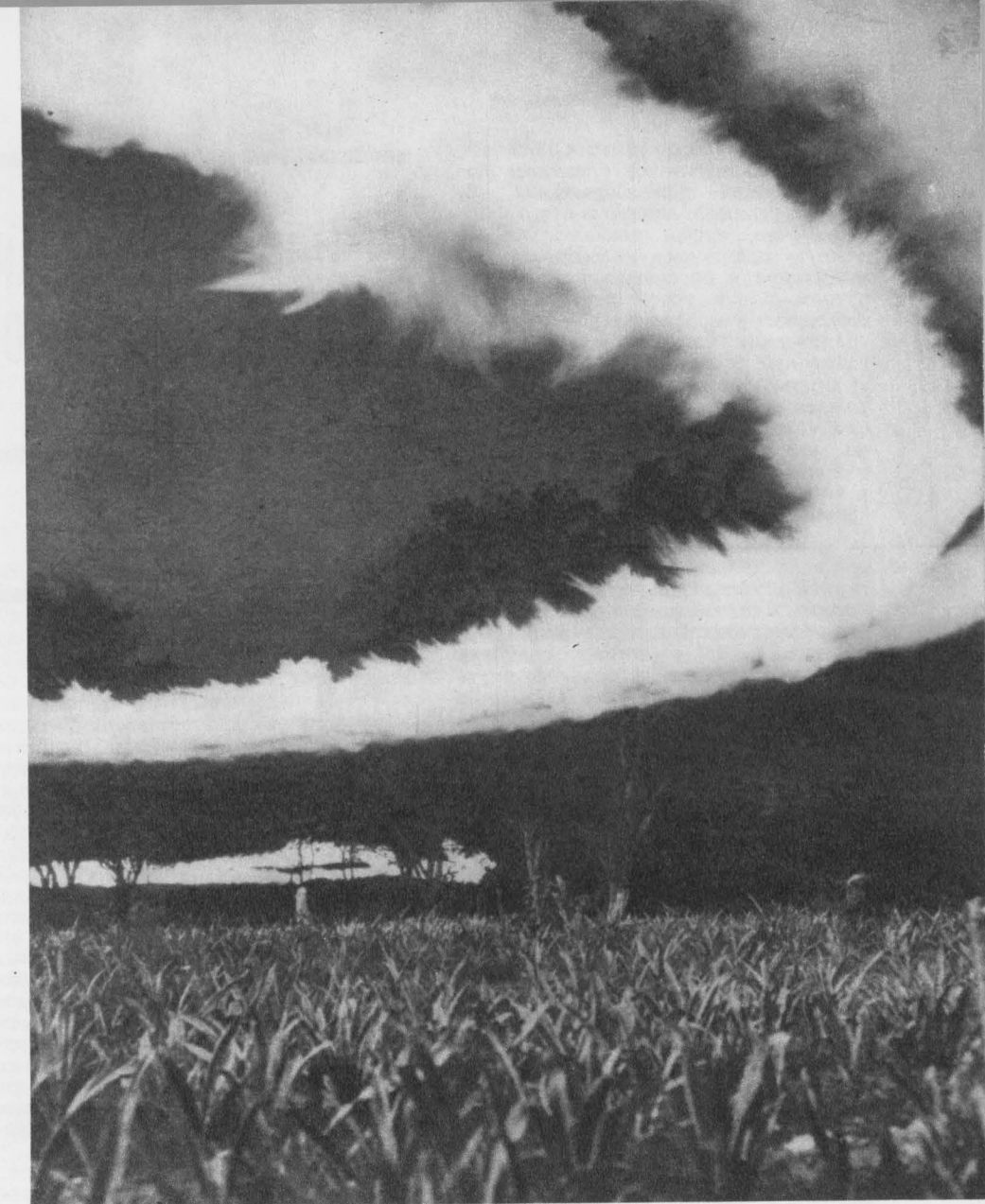


Фото Д. Доминиса © «Лайф»

«ЖАРОВОЕ» КОЛЬЦО. Мороз губит растения, и единственное средство борьбы с ним — тепло. Вокруг полей и фруктовых садов укладывают «жаровые» трубы с отверстиями, из которых бьет горящий газ. Тепло, исходящее от этих «горелок», позволяет поднять температуру воздуха до 25°.

маршруты судов охватывают лишь крайне незначительную их часть.

Кроме того, острая нехватка наблюдательных станций ощущается и в ряде районов суши — на территории многих развивающихся стран, особенно там, где климатические условия суровы. Недостаточно известны нам и условия в пограничных слоях атмосферы. Это означает, что структуру атмосферы над большей частью планеты мы пока еще не знаем во всех подробностях, необходимых для понимания физических процессов, происходящих в атмосфере в каждый данный момент. А поскольку современные методы предсказания погоды исходят прежде всего из знания фактических погодных условий, последствия нашей неосведомленности являются, конечно, весьма серьезными.

Таким образом, первое из условий, обеспечивающих точность прогноза, пока еще не выполняется. Вот поче-

му одна из первоочередных целей ВСП заключается в том, чтобы спланировать и создать подлинно всемирную систему наблюдательной службы. Наиболее перспективные технические средства для заполнения существующих ныне больших разрывов в сети наблюдений — это метеоспутники и так называемые баллоны постоянного уровня (относительно крупные шары, которые, поднявшись на высоту с определенным уровнем давления, уравниваются и движутся в атмосфере вместе с воздушными потоками, передавая свои наблюдения по радио). Как важное дополнительное средство наблюдений в океанах следует упомянуть также автоматические метеостанции на плавучих буях (это, правда, не новинка — такие устройства были одним из видов «тайного оружия» еще во время второй мировой войны).

Прошло 13 лет после запуска первого метеоспутника; с тех пор они

стали более совершенными. Вначале с помощью спутников удавалось получать лишь телеизображения облачного покрова, однако и этого было достаточно, чтобы доказать их огромную практическую ценность для выявления и прослеживания «маршрутов» самых грозных и разрушительных атмосферных явлений — тропических циклонов (ураганов, тайфунов). В сентябре 1961 г. спутник «Тайрос-3» вовремя обнаружил зарождение урагана «Карла». 500 тысяч человек удалось заблаговременно эвакуировать из угрожаемых районов в штатах Техас и Луизиана, и число жертв (46 человек) оказалось сравнительно небольшим.

Значительным успехом было и создание телевизионной системы автоматической передачи изображений, которая дает возможность каждой стране, с помощью сравнительно несложного оборудования, получать телеснимки непосредственно со спутников. И сейчас по всему миру действуют уже многие сотни станций по приему изображений из космоса, что сильно облегчает работу по предсказанию погодных условий (для оповещения населения и нужд авиации).

Используемые для таких наблюдений спутники, имеющие полярные орбиты, могут измерять (конечно, приближенно) и вертикальное распределение температур над безоблачными районами. Эта техника пока еще не вышла из стадии экспериментальных разработок, однако достигнутые успехи позволяют ставить вопрос о возможном сокращении числа дорогостоящих «кораблей погоды» в Северной Атлантике.

Метеоспутники другого типа выводятся на орбиты, обеспечивающие их стационарное положение над экватором. С высоты 36 000 километров эти спутники постоянно наблюдают за состоянием атмосферы, обеспечивая метеорологов поистине бесценными данными, особенно из тропических районов.

Многообещающие результаты получены в экспериментах с баллонами постоянного уровня в южном полушарии. Один из таких баллонов несколько раз облетел вокруг Антарктиды, а в среднем продолжительность их работы составляет 100 суток. Вполне возможно также, что метеоспутники удастся использовать и в качестве своеобразных «сборных пунктов» для наблюдений, осуществляемых баллонами и автоматическими метеостанциями на плавучих буях.

Невоспетые герои науки о погоде

Рассказывая о системе метеорологических наблюдений, нельзя, конечно, не упомянуть и о человеческих усилиях, без которых такие наблюдения будут просто невозможны. Ведь именно трудом наблюдателей, этих не воспетых еще героев метеорологии, обеспечивается та основополагающая информация, на которой строится все здание метеорологической науки.

Их профессия — одна из самых сложных, беспокойных и в то же время... скромно оплачиваемых. Долг призывает их в определенные часы быть на посту — днем и ночью, в будни и праздники. Они всегда и во всем должны скрупулезно выполнять правила, сложившиеся в результате столетнего международного сотрудничества.

Представим себе, что именно в данную минуту пришло установленное время наблюдений. И тогда мы мысленно увидим, как целая армия, 8—10 тысяч человек во всех странах — от Арктики до тропиков, — приступает в один и тот же, точно установленный час к одинаковым наблюдениям. Они снимают показания термометров, определяют, с интервалом в 10 минут, скорость и направление ветра, подсчитывают, какую часть неба занимают облака, определяют тип облачности (в соответствии с Международным атласом облаков) и т. д. В тот же установленный час такие же наблюдения производят на борту нескольких тысяч торговых судов штурманы и другие специалисты.

Наблюдения нужно вести не только в строго установленное время, но и независимо от погодных условий, какими бы тяжелыми они ни были. И в снежный буран, и в тропическую жару мужественные люди изо дня в день несут свою постоянную вахту. Не удивительно поэтому, что их часто называют героями.

Некоторые из них даже отдали свои жизни во имя служения науке. Так, на норвежской метеостанции Ян-Майен во время сильного бурана не вернулся наблюдатель, вышедший ночью снять показания приборов, которые располагались на площадке всего в 20 метрах от жилого домика: он, вероятно, потерял ориентировку

в бушующей метели. Нашли его только следующим утром — уже замерзшим.

Второе условие, необходимое для точности прогнозов погоды, — обеспечение возможностей для быстрой обработки огромных количеств метеорологической информации, собираемой на земном шаре.

Понять все значение этого условия (и, следовательно, важность современных быстродействующих ЭВМ для метеорологии) нам поможет один пример. Как уже говорилось, основные математические уравнения, выражающие ход физических процессов в атмосфере, были сформулированы уже давно. Но решать эти уравнения в их общей форме было чрезвычайно сложно, и приходилось прибегать к различным упрощениям и допущениям.

В 1922 году английский метеоролог-теоретик Льюис Ф. Ричардсон разработал метод приближенного количественного решения таких уравнений. Но арифмометр — единственное в то время вычислительное устройство — не мог справиться с задачей. Сам Ричардсон затратил на предвычисление 12-часового прогноза (кстати, неудачного) целых 6 недель; он подсчитал, что, для того чтобы «не отстать» от изменяющихся погодных условий, нужно было бы использовать 64 000 арифмометров!

Однако быстродействующие ЭВМ легко справляются с этой работой. Поэтому их широко используют сейчас во многих странах для подготовки (или содействия в подготовке) синоптических карт — основы для составления прогнозов погоды.

ВСП предполагает именно самую современную технику обработки данных наблюдений. Каждый мировой центр сбора данных по метеорологии готовит синоптические карты, охватывающие значительные районы земного шара, и тут же направляет их другим метеорологическим учреждениям (международным, региональным и национальным).

Основным принципом работы ВСП является и то, что каждый национальный метеоцентр берет на себя обязательство собирать и представлять в пользование другим странам свои данные наблюдений. И наоборот, каждый национальный метеоцентр получает из мировых и региональных центров все те сведения, которые ему необходимы (в частности, например, карты) для решения своих национальных задач.

Метеоинформация поступает отовсюду

Наконец, третье условие, необходимое для улучшения предсказания погоды, — создание действенных каналов связи для передачи метеорологических данных. Понятно, что всемирная сеть скоростных и высокоэффективных телекоммуникаций — неотъемлемая составная часть ВСП.

Средства связи нередко называют «кровеносной системой» метеорологии. И в этом отношении огромное значение для совершенствования методов прогноза погоды имели два события. Первым было, конечно, изобретение и практическое применение электрического телеграфа в Северной Америке и в Европе в 40-х годах прошлого века. Вторым явился ужасающей силы шторм на Черном море, у берегов Крыма, причинивший тяжелый урон англо-французскому флоту (14 ноября 1854 года).

Вскоре после этой катастрофы во Франции попытались выяснить, возможно ли предсказать надвигающуюся бурю с помощью службы погоды, использующей телеграфные сообщения. Вопрос был детально

изучен, и Наполеон III получил от знаменитого французского астронома Леверье утвердительный ответ. Буквально в тот же день император поручил ученому создать «телеграфную службу погоды»; в результате вскоре появились официальные метеорологические службы в Англии (1861), во Франции (1863) и Норвегии (1866).

Внимание к вопросам метеорологии росло. Состоялись важные международные конференции — в 1853 (Брюссель) и в 1872 (Лейпциг) годах. Ровно сто лет назад, в 1873 году, в Вене собрался Первый международный метеорологический конгресс, на котором впервые на правительственном уровне была предпринята попытка стандартизировать и расширить международную деятельность в этой области. На конгрессе была создана Международная метеорологическая организация, в 1951 году преобразованная во Всемирную метеорологическую организацию (ВМО).

Всемирная сеть телекоммуникаций для передачи метеорологических данных существует уже многие годы,

а за время деятельности ВМО получила дальнейшее развитие. ВСП с ее системой телекоммуникаций создает «главную магистраль» связи, объединяющую три мировых метеоцентра и соответствующие региональные центры. Магистраль эта, дуплексного типа, будет представлять собой замкнутое кольцо, так что станет возможной передача сообщений одновременно в противоположных направлениях вокруг земного шара.

В 1973 году значительная часть новой линии связи уже вступила в строй. Телекоммуникации ВСП — это не только главная магистраль, но и региональные системы связи, по которым собираются данные наблюдений из определенных районов мира и передаются в центры на главной магистрали. Региональные системы используются также для передачи наблюдений, анализов и прогнозов в обратном направлении — из мировых и региональных в национальные метеоцентры.

На некоторых участках этой всемирной системы телекоммуникаций (Дакар — Париж и Индия — Австралия) используются и спутники связи.

Зонды, буи и спутники на службе долгосрочного прогнозирования

Каковы же основные направления научно-исследовательской работы в области современной метеорологии?

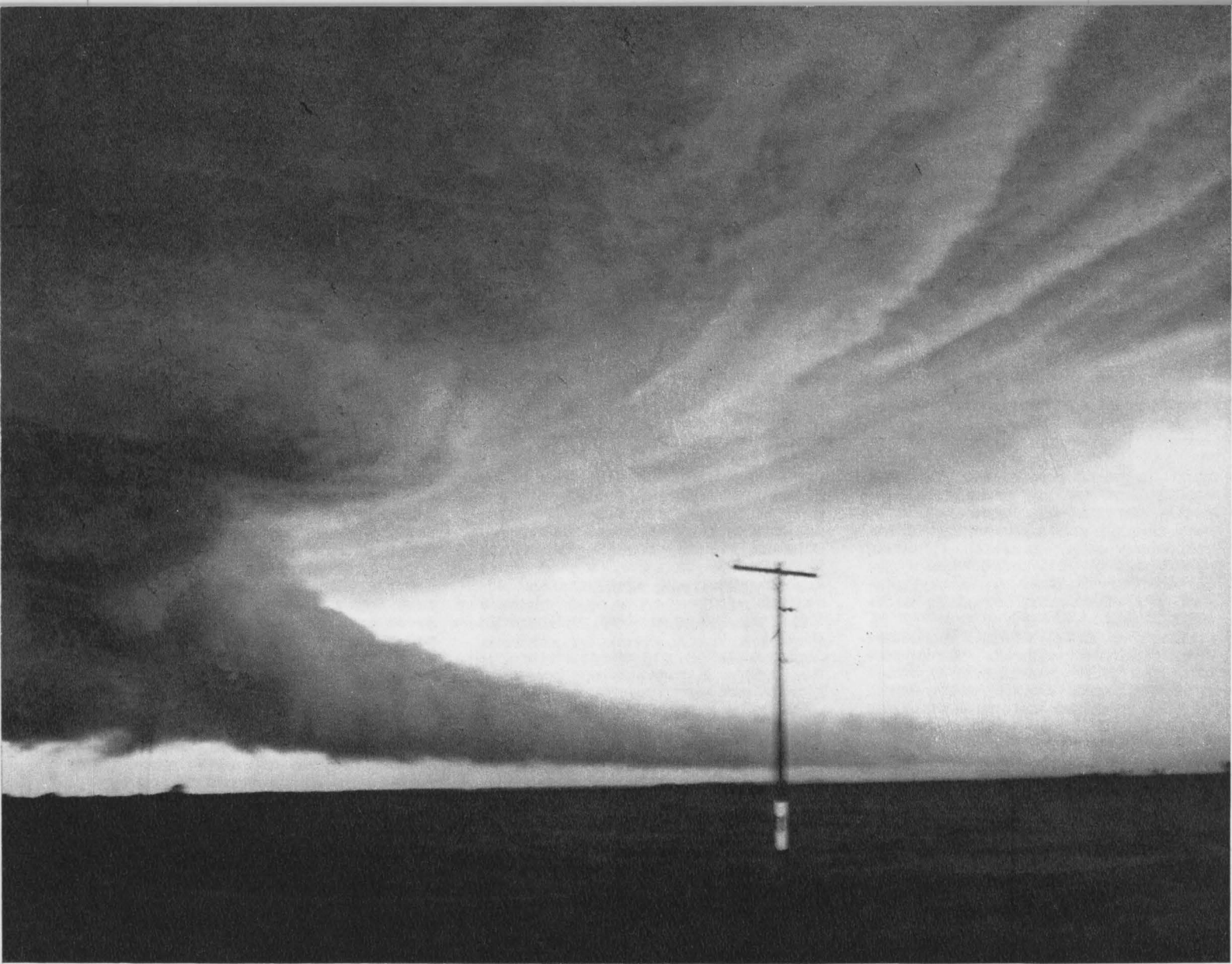
Из сказанного выше о целях и задачах ВСП должно быть ясно, что предпринимаемые сейчас огромные усилия направлены на создание действенной всемирной системы обмена метеоинформацией, которая будет использоваться как для повседневной деятельности служб погоды, так и для исследовательской работы.

Но наши цели — как и стремления Генеральной ассамблеи ООН — простираются еще дальше.

Хотелось бы знать, например, возможно ли достаточно точно предсказать погоду на более длительный срок, скажем на две недели, и можно ли, используя ЭВМ, предвидеть будущие климатические изменения и распознать их характер, то есть выяснить, определяются ли они естественными причинами или вызваны деятельностью человека?

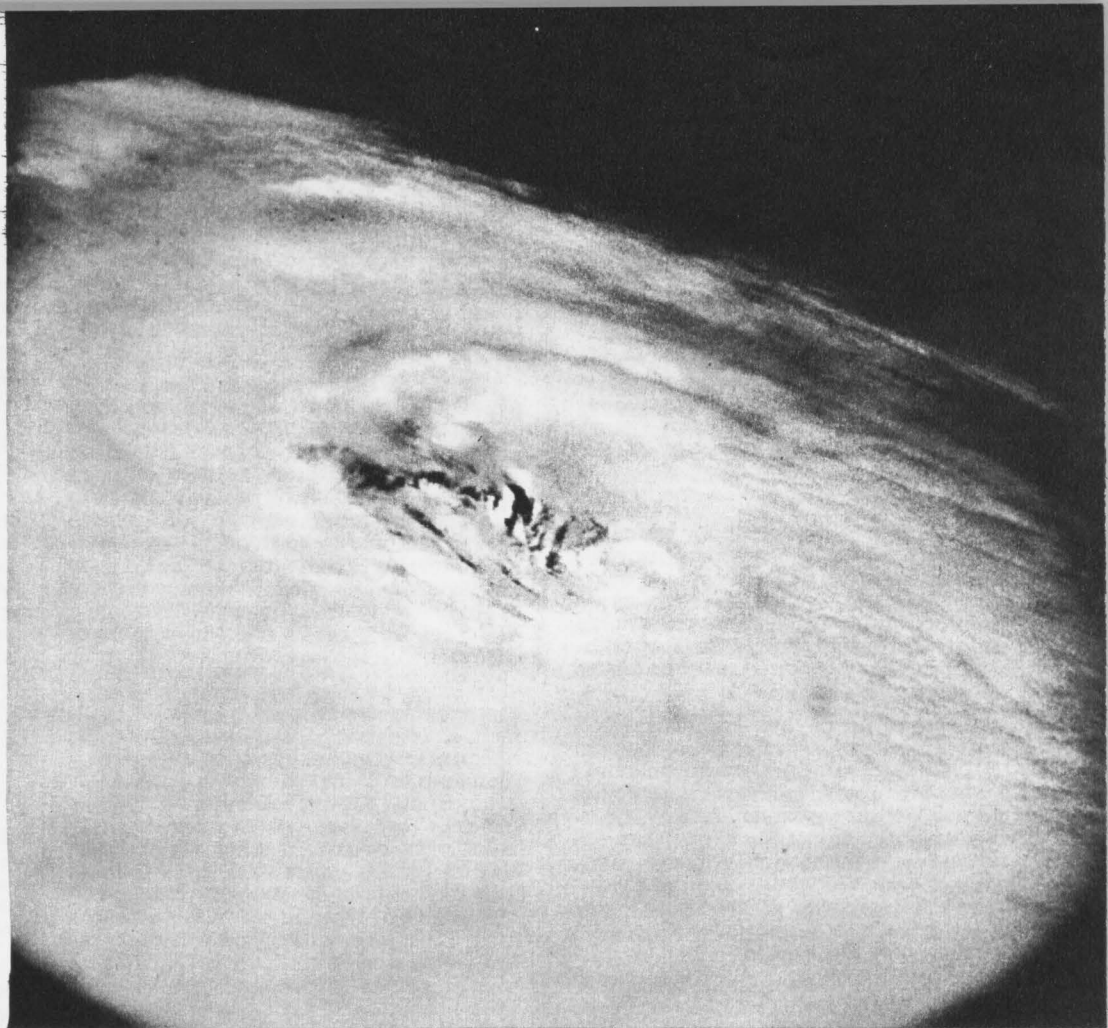
Дать ответы на эти вопросы призвана программа исследований, подготовленная ВМО совместно с Всемирным советом научных союзов и известная под названием Программы исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП).

Что необходимо для того, чтобы наши прогнозы «заглядывали» в более отдаленное будущее, чем сейчас? Нужно ли для этого проводить наблюдения в более высоких слоях атмосферы или, скажем, учитывать



Разъяренная стихия

Торнадо, самый неистовый ураган — это вихрь стремительно вращающегося воздуха. Он имеет вид воронкообразного облака; скорость ветра — сотни километров в час. Торнадо возникает от столкновения разных по температуре, плотности и влажности воздушных масс, когда потоки холодного воздуха перемещаются под слоями теплого воздуха, насыщенного влагой. Хотя фронт торнадо редко бывает шире нескольких сот метров, а средняя скорость — 40 км/час, он сметает все на своем пути. На верхнем и нижнем снимках слева: два таких устрашающих смерча; на нижнем снимке слева торнадо, устремившийся из грозового облака к земле, напоминает хобот разъяренного слона. На верхнем снимке справа: ураган «Дебби», сфотографированный спутником в сентябре 1961 года на высоте 160 км над Атлантическим океаном; ясно виден глаз «Дебби» — относительно спокойная зона в центре вихря. В отличие от торнадо, образующихся над сушей, тропические циклоны, как правило, возникают над морем. Они несут с собой неистовые ветры и ливни, когда мчатся над береговой полосой. На нижнем снимке слева: на одной из улиц Рио-де-Жанейро действуют спасатели во время тропической бури, обрушившейся на Бразилию в феврале 1965 года.



изменения температурных условий в океанах?

Первый вопрос сравнительно прост. Масса воздуха за пределами высоты в 30 километров так незначительна, что в большинстве случаев его можно пренебречь при разработке «моделей», используемых в ЭВМ. Равным образом необязательно и принимать во внимание явления в самых верхних слоях атмосферы (ионосфере). Эти явления очень важны для прохождения радиоволн, но не влияют на погоду.

Иное дело — изменения температурных условий в океанах. Они происходят гораздо медленнее, чем в атмосфере, и поэтому при составлении краткосрочных прогнозов ими иногда можно пренебречь; но зато в прогнозах более долгосрочных не учитывать их никак нельзя.

Программа научно-исследовательской работы, предусмотренная ПИГАП, исходит из предположения о том, что и повседневные изменения погоды, и значительно более крупные климатические явления (скажем, засушливые периоды — такие, например, как сейчас в Африке) в значительной степени объясняются колебаниями в так называемой общей циркуляции атмосферы.

Чтобы наше понимание этих процессов было более глубоким (и, стало быть, чтобы прогнозы, рассчитанные больше, чем на трое суток, получались более точными), необходимо:

- разработать возможно более совершенные теоретические «модели» атмосферы и испытать их на ЭВМ, а также

- провести эксперименты в самой атмосфере, чтобы получить необходимые данные для разработки таких моделей.

Поэтому программа (ПИГАП) включает несколько крупных экспериментов, которые сами по себе являются значительными научными начинаниями: эксперимент в тропической Атлантике (1974), посвященный специфическим проблемам ме-

теорологии тропической зоны; Полярный эксперимент (аналогичные задачи, но в связи с изучением роли приполярных областей); Муссонный эксперимент (изучение явления муссонов в целом — от предмуссонного периода до полного завершения муссона).

Наконец, на 1977 год запланирован первый Глобальный эксперимент, который должен дать общие ответы на поставленные выше вопросы. Предполагается также, что это крупное научное мероприятие поможет найти и наиболее эффективные и экономические методы организации всемирной системы наблюдений. Для успеха Глобального эксперимента потребуется значительно более плотная, чем сейчас, сеть наблюдательных станций.

В ходе Глобального эксперимента, огромной лабораторией которого станет вся атмосфера земного шара, предполагается запустить 5 геостационарных спутников (США — 2 спутника, СССР, Япония и Европейская организация по исследованию космического пространства). Помимо этого, широко будут использованы многочисленные баллоны постоянного уровня и автоматические метеостанции на плавучих буях — для лучшего охвата наблюдениями обширной территории тропиков и южного полушария в целом.

Огромную массу данных, полученных из всех этих источников, введут в мощные ЭВМ, и может оказаться, что год проведения экспериментов — 1977 — окажется тем самым годом, которого метеорологи ждали целых 100 лет: атмосфера, будем надеяться, откроет наконец некоторые из оставшихся у нее тайн и даст ответ по крайней мере на часть наших вопросов.

И правительства, и простые люди хорошо понимают огромную важность этого научного эксперимента. И потому сейчас нет оснований бить тревогу и взывать о помощи усилиям ученых: в интересах всего человечества знать как можно больше об атмосфере земного шара, о будущем климата Земли.

Необходимо полностью мобилизовать все ресурсы науки, чтобы побороть такую неблагоприятную тенденцию, и здесь, как вопрос первостепенной важности предстает проблема метеорологических знаний, их использования в развитии экономики. Это относится буквально к каждой стране независимо от достигнутого ею уровня. Ведь не случайно, что метеоинформация полнее и шире всего используется именно в наиболее развитых странах.

Любой план экономического развития непременно должен учитывать климатические и погодные факторы. Именно климатические условия, существующие на протяжении многих лет, определяют типы растительности страны, урожайность ее сельскохозяйственных культур, избыток или скудость водных ресурсов, пригодность тех или иных районов для конкретных видов человеческой деятельности. А влияние погоды сказывается на потреблении энергии в производстве и в быту, на экономичности эксплуатации плотин, на сроках сельскохозяйственных работ, от нее в немалой степени зависит четкость и безаварийность работы транспорта, одним словом, многие стороны нашей повседневной жизни.

Экономисты признают, что метеоинформация имеет огромное значение для народного хозяйства: она помогает сокращать непроизводительные расходы, обеспечивает экономии природных и трудовых ресурсов, являясь, таким образом, жизненно важным элементом как планирования, так и осуществления программ развития.

Создание ВСП поможет развивающимся странам включиться в общемировой ход научно-технического прогресса и использовать некоторые его плоды (одна из немаловажных целей данного научного начинания). Практически это выразится, например, в том, что ВСП поможет создать условия для совершенствования землепользования и водного хозяйства в развивающихся странах.

Работа будет в значительной степени ускорена тем, что в распоряжение стран поступят данные наблюдений не только из отдельных районов, но и со всего мира. Например, многочисленные выгоды развивающимся странам принесет использование метеоспутников; в частности, широкое применение автоматической телевизионной системы передачи изображений позволит заблаговременно оповещать о надвигающихся ураганах и штормах.

Сейчас многие правительства, стремящиеся обеспечить рост экономического потенциала стран с низким уровнем доходов, понимают, что капиталовложения в развитие метеорологических служб — необходимая предпосылка планов и проектов общего развития. Например, прежде чем принимать решение о строительстве дорогостоящей плотины в том или ином конкретном районе, нужно, чтобы метеорологи и гидрометеорологи заранее собрали информацию о существующих там погодных условиях, о количестве выпадающих осадков; в противном случае может оказаться, что плотину воздвигнут

Верное средство для „третьего мира“

В ежедневном потоке информационных сообщений немногие, пожалуй, темы выявляются так рельефно, звучат так отчетливо, как настоятельная необходимость резко повысить жизненный уровень населения развивающихся стран. Хорошо

известно, что, несмотря на всю значительность предпринятых до сих пор усилий, экономическое отставание развивающихся стран от развитых отнюдь не ликвидировано — напротив, разрыв между ними по-прежнему растет.

там, где осадков недостаточно, и затраченные средства не будут оправданы.

Сейчас в этом направлении ведется уже немалая работа: предварительные обследования разного рода, иногда проводимые в рамках международных программ помощи, обеспечивают огромное количество технико-экономических данных о состоянии почв, минеральных и водных ресурсов различных районов и стран, их возможностей в области развития энергетики, транспорта, связи, наконец, об их общем потенциале сельского хозяйства и промышленности.

Но ни одна страна мира, независимо от размеров своей территории, не может создать достаточно эффективную систему метеослужбы, не получая соответствующей информации из соседних стран (а нередко и со всего полушария).

Еще в 1873 году было выдвинуто

Знаете ли вы, что...?

По каким основным направлениям идет применение метеорологических знаний в различных видах практической деятельности людей?

Многие считают, что наиболее важную часть деятельности метеорологов, с точки зрения приносимых данной стране экономических выгод, составляют общие прогнозы погоды, а также повседневная работа метеослужбы по обслуживанию нужд гражданской авиации. Такой упрощенный подход, может быть, и понятен, но тем не менее далек от истинного понимания сути дела.

Прежде всего следует отметить, что выгоды, приносимые работой метеорологов (скажем, их прогнозами для авиации, сельского хозяйства и промышленности), далеко не всегда поддаются точному учету. Можно ли, например, «подсчитать стоимость» сохраненных человеческих жизней? И хотя назвать конкретные цифры, конечно, нелегко, соответствующие расчеты все-таки делались, и результаты их с очевидностью показывают, что метеорология сберегает национальной экономике во много раз больше средств, чем требует для себя.

предложение учредить международный фонд для оказания помощи при создании метеостанций в отдаленных районах и необходимых систем связи. Однако прошло 90 лет, прежде чем эта идея получила широкое признание.

И сегодня ВМО не только участвует в деятельности Программы развития ООН, но и разработала свою программу добровольной помощи, в рамках которой развивающиеся страны могут обращаться с просьбами о содействии в создании учреждений, необходимых для работы ВСП, а страны, способные оказать такую помощь, предоставляют необходимые услуги и оборудование. Возможно и оказание прямой финансовой помощи.

За последние 20 лет ВМО направила в различные страны мира в общей сложности 200 миссий экспертов, предоставила 1500 стипендий, выде-

Какие же виды человеческой деятельности извлекают наибольшую пользу из работы метеорологических служб? В разных странах дело обстоит, естественно по-разному, однако для многих интересно будет познакомиться с публикуемым ниже списком, где, исходя из опыта одной из крупных развитых стран, указаны различные виды производств и хозяйственной деятельности, получающие наибольшие выгоды от работы существующих метеорологических служб:

- 1) рыболовство, 2) сельское хозяйство, 3) воздушный транспорт, 4) лесное хозяйство, 5) строительство, 6) наземный транспорт, 7) водный транспорт, 8) производство и распределение энергии, 9) торговля, 10) водное хозяйство и водоснабжение, 11) связь, 12) туризм и отдых, 13) промышленное производство.

Теперь приведем несколько примеров практического применения метеорологических знаний.

Неблагоприятное воздействие плохих погодных условий (сильный ветер, мороз, дождь и т. д.) на производство в том случае, когда работы ведутся под открытым небом, вполне очевидно. Однако погода оказывает свое влияние на производственные процессы и условия труда даже при работе в закрытых помещениях, и обязанность метеоролога заключается в том, чтобы своевременно предупредить о неблагоприятных тенденциях и тем самым свести их воздействие к минимуму. Подсчитано, что ежегодные потери из-за плохой погоды в строительной индустрии США составляют 3 миллиарда долларов.

В торговле воздействие погоды тоже сказывается очень сильно — в зависимости от нее резко возрастает или снижается спрос на некоторые товары. Наглядный пример таких колебаний спроса — резкое увеличение, например, поставок топлива в холодное время года; значительно варьирует, опять-таки с погодными условиями, сбыт пищевых продуктов (мороженое!) и одежды. С погодой — прямо или косвенно — связаны мно-

лила около 53 миллионов долларов на приобретение оборудования и проведение научных семинаров по подготовке метеорологов. Только в 1972 году по программам помощи ВМО израсходовано более 10 миллионов долларов.

Значительные успехи технического сотрудничества в метеорологии в большей степени объясняются, вероятно, тем, что этот процесс является взаимобогащающим, и развивающиеся страны играют в нем полноправную и крайне необходимую роль.

Сотрудничество в метеорологии осуществляется и при изучении крупных, всемирного масштаба, научно-технических проблем. Данную работу ведут 8 технических комиссий ВМО, охватывающих все важнейшие направления метеорологической науки, а также ряд разделов гидрологии.

гие стихийные бедствия, от которых люди страхуют свою жизнь и имущество. И часто именно на основе климатологической статистики определяются даже ставки страховых премий. Наиболее яркие примеры в этом отношении — страхование судов торгового флота и сельскохозяйственных культур.

Без консультации метеоролога не может обойтись практически ни одна отрасль сельского хозяйства — от планирования землепользования до транспортировки сельскохозяйственных грузов. Больше того: в наши дни благодаря более глубокому пониманию метеорологических факторов, оказывающих воздействие на развитие растений, можно сделать цветущими те районы, которые раньше считались бесплодными.

И тем не менее «социальная отдача» приложения метеорологических знаний редко прослеживается с той же очевидностью, с какой она проявляется, скажем, в проблеме производства продовольствия. Известно, что половина населения земного шара не получает нужного для здоровья количества пищи. Эта поистине устрашающая цифра тем более ужасна, что достигаемый в производстве продуктов питания прирост поглощается нынешним демографическим взрывом, в силу чего потребление продовольствия на душу населения отнюдь не увеличивается.

К 2000 году, считают многие, численность населения Земли значительно возрастет, и там, где сегодня нужно прокормить одного, придется кормить двух. Стало быть, чтобы голод на Земле не принял поистине катастрофического характера, необходимо найти новые источники питания, а сельскохозяйственное производство должно достигнуть небывалого еще уровня.

Решение этой задачи в значительной степени зависит не только от расширения посевных площадей, но и от того, сумеем ли мы ликвидировать потери сельскохозяйственной продукции, причиняемые ныне пого-

Низшая в Северной Америке температура $-62,8^{\circ}\text{C}$,
Снаг, Юкон, Канада

Низшая в Гренландии температура $-66,1^{\circ}\text{C}$
Норсайс

Наиболее сильный в мире порыв ветра 416 км/час; высшая средняя на протяжении 5 минут скорость: 338 км/час зарегистрирована 12 апреля 1934 г.
Гора Вашингтона, Нью-Гэмпшир, США

Наивысшая средняя температура 4648 Крк

Наивысшая температура 58°C Эль

Самый обильный 24-часовой снегопад в Северной Америке 193 см, 14—15 апреля 1921 г.
Сильвер-Лейк, Колорадо, США

Волна высотой 20,4 м, отмеченная 12 сентября 1961 г.
52° с. ш., 19° з. д.

Максимальное среднегодовое количество туманных дней 120
Гранд-Банкс, Ньюфаундленд

Высшее в Северной Америке среднегодовое количество осадков 6655 мм,
Гендерсон-Лейк, Б. К., Канада

Самый обильный за сезон снегопад в Северной Америке 25,4 м. 1955/56
Станция Парадайз Рейнджер, Вашингтон, США

Наибольшее в мире количество осадков, выпавшее за одну минуту 31,2 мм, 4 июля 1956 г.
Юнионвилл, Мэриленд, США

Наивысшая температура в Европе 50°C,
Севилья, Испания

Высшая температура, отмеченная в западном полушарии 56,7°C,
Долина Смерти, Калифорния, США

Наибольшее годовое количество солнечного времени 4300 часов,
Сахара

Низшее в Северной Америке среднегодовое количество осадков 30,5 мм,
Батакеа, Мексика

Самое интенсивное в мире выпадение осадков за 42 мин. 304,8 мм, 22 июня 1947 г.
Холт, Монтана, США

Низшее в среднем годовое количество осадков менее 2,5
Вади-Хал

Высшее в мире среднегодовое количество осадков 11 684 мм (1912—1945)
Кауаи, Гавайские острова

Высшее в Южной Америке ежегодное количество осадков 8992 мм,
Кибдо, Колумбия

Наивысшее в Африке среднегодовое количество осадков 10 287 мм,
Добундша, Камерун

Волна высотой 34 м, отмеченная 6 февраля 1933 г. в Тихом океане

Низшее в мире среднегодовое количество осадков 0,8 мм,
Арика, Чили

Айсберг, замеченный в наибольшей близости от экватора; 26° ю. ш., 26° з. д.
п/х Докра, Южная Атлантика

14 лет подряд без дождя Икике, Чили

Высшая температура в Южной Америке 48,9°C,
Ривадавия, Аргентина

Низшая температура в Южной Америке $-32,8^{\circ}\text{C}$
Сармьенто, Аргентина

Среднегодовое количество дождливых дней 325
Баиа-Феликс, Чили

Наивысшая температура в Антарктике 14,4°C,
Эсперанса

50 РЕКОРДОВ ПОГОДЫ

Наибольшее в мире количество осадков, выпавшее за 20 минут
205,7 мм,
7 июля 1889 г.
Куртя-де-Арджеш,
Румыния

Самое высокое в мире атмосферное давление—
1083,8 миллибар было отмечено 31 декабря 1968 г.
Агата, СССР

Наибольшая в мире разность между максимальной и минимальной температурой:
101,7°С,
Верхоянск, СССР

Низшая температура всемирном полушарии
—67,8°С,
Верхоянск и Оймякон,
СССР

Наибольшее в Европе не годовое количество осадков
мм,
Авица, Югославия

Наибольшая в мире температура
Азизия, Ливия

Низшее в Европе среднегодовое количество осадков
162,6 мм,
Астрахань, СССР

Наибольшее в мире месячное количество осадков
[июль 1861]: 9300 мм
за 12 месяцев
(авг. 1860—июль 1861):
26 461 мм
Черапунджи, Индия

Крупнейшая в мире градина
1,9 килограмма,
Казахстан, СССР

Наивысшая температура поверхности моря
35,6°С,
Персидский залив

Наибольшее для Азии среднегодовое количество осадков
11 633 мм,
Черапунджи, Индия

Наибольшее для северного полушария суточное количество осадков
1245 мм,
Тайвань

Низшее в Азии среднегодовое количество осадков
43,9 мм,
Аден

Низшее в мире атмосферное давление у поверхности моря:
874 миллибар,
глаз тайфуна «Ида»,
19° с. ш., 135° в. д.

Наибольшее в Африке годовое количество осадков
мм,
Уфа, Судан

Возможно, наивысшая в мире среднегодовая температура
34,4°С
Даллол, Эфиопия

Возможно, величайшее в мире суточное количество осадков, выпавших на равнинной местности
990 мм
Дхарампор, Индия

Максимальное в мире количество осадков за 12 часов: 1340 мм
28—29 февраля 1964 г.
Белув, Реюньон

В среднем 322 штормовых дня в году [1916/1919]
Богор, Индонезия

В среднем 242 штормовых дня в году
Кампала, Уганда

Максимальное в мире количество осадков за сутки: 1870 мм
за 5 суток: 3854 мм
за 7 суток: 4110 мм
12—19 марта 1952 г.
Чилаос, Реюньон

Наивысшая температура в Австралии
52,2°С,
Клонкарри, Квинсленд

Низшее в Австралии среднегодовое количество осадков
102,9 мм,
Мулка,
Южная Австралия

Средняя годовая температура в Антарктике
—56,6°С,
Плато Стейшн,
Антарктика

Самая низкая температура в мире
—88,3°С,
Восток, Антарктика

дой и климатом. А чтобы добиться этого и заблаговременно предвидеть неблагоприятные погодные условия, нужно гораздо лучше знать характер климатических колебаний, глубже понимать процессы, происходящие в атмосфере.

Работа по программе ВСП и даст возможность метеорологам играть более значительную роль в деятельности, направленной на увеличение производства продовольствия. Их помощь земледельцам — научные консультации — станет гораздо действеннее, а лучшее обоснование для активизации работы ученого отыскать, пожалуй, и невозможно.

От погодных условий во многом зависят также четкость, эффективность и безопасность работы воздушного, морского и наземного транспорта. Следовательно, обеспечение точной информации о погоде, прогнозов ее будущего состояния имеет для транспорта огромное значение. Появление реактивных самолетов с высоким потолком полета, широкое применение радара и других электронных приборов и устройств отнюдь не сделало излишней метеоинформацию — изменились скорее тре-

бования, предъявляемые к ее характеру: сейчас большое значение придается специализации указаний метеорологов.

Как известно, неблагоприятные погодные условия нередко вынуждают летчиков изменять курс, садиться на запасные аэродромы или снижать высоту полета. Все это, конечно, не способствует повышению экономичности работы воздушного транспорта, а ведь появление сверхзвуковых машин, которые будут летать еще выше и быстрее, может только больше обострить проблемы такого рода. Сейчас на многих авиалиниях мира трудно ожидать существенных улучшений в прогнозировании погодных условий, поскольку собираемая метеоинформация пока еще недостаточна. Именно поэтому так велико значение планируемой глобальной системы наблюдений: она, несомненно, даст возможность в достаточном количестве получать необходимые сведения.

Метеоинформация находит и многие другие конкретные приложения в работе транспорта — как в плане безопасности, так и в плане экономичности. Ведь даже сравнительно

небольшие задержки и неполадки в работе транспортных служб, вызываемые туманами, гололедицей или снегопадами, часто приводят (не говоря уже о личных неудобствах, причиняемых пассажирам) к огромным потерям рабочего времени, которые могут создать серьезные помехи развитию национальной экономики.

Велико значение специализированной метеоинформации и в организации перевозок — по суше или морским путем — скоропортящихся грузов. Приведем такой пример. Подсчитано, что в 1975 году общая сумма стоимости океанских перевозок в мире будет оцениваться в 15 миллиардов долларов в год. Метеорологи своими прогнозами могут помочь морякам сократить время прохождения маршрутов (то есть в конечном счете добиться сокращения потерь от возможных в пути штормов, сбереечь определенное количество топлива, уменьшить срок пребывания судов в море и т. д.). Предположим, что все это позволит сэкономить всего один процент указанной выше суммы. Даже и в этом случае общая годовая экономия составит 150 миллионов долларов!

Кто окажется правым в 2000-м году?

На протяжении всей истории человек всегда стремился защититься от неблагоприятных условий климата или погоды. И в известной мере это ему удавалось: ведь и отопление жилищ, и кондиционирование воздуха, даже одежда людей — все это, по сути дела, есть выражение древнего человеческого стремления приспособиться к условиям климата, в котором приходится жить и работать. Ту же самую цель — искусственно изменить характер климата — преследуют и многие другие формы деятельности человека: лесонасаждения, защита от заморозков, борьба с градом, даже ирригация.

Но действия людей в этом направлении бывают не только сознательными, но и «неумышленными»: те или иные изменения в местных климатических условиях происходят, например, из-за возникновения крупных городов или загрязнения атмосферы. Наконец, уже много лет неоднократно осуществлялись (в небольшом, правда, масштабе) эксперименты по искусственному изменению

местных погодных условий — рассеивание тумана, «высеивание» облаков для увеличения количества осадков и т. д. Однако проблема крупномасштабных изменений погоды остается пока еще нерешенной.

Следует ожидать, что в предстоящие годы всем этим вопросам будет уделяться гораздо больше внимания. Особое значение имели бы, в частности, консультации правительствам о возможных климатических изменениях и об их характере (то есть будут ли они иметь естественное происхождение или вызываться деятельностью людей).

О развитии численных методов прогноза погоды на более длительные сроки (скажем, до двух недель) говорилось выше, в связи с ПИГАП. Можно надеяться, что через 10—20 лет мы окончательно выясним, кто же прав в этом вопросе — оптимисты или пессимисты.

Экономические выгоды, которые принесет долгосрочное прогнозирование различным областям хозяйственной деятельности, неодинаковы,

да и оценить их с абсолютной точностью пока не представляется возможным. Авиация, например, не испытывает особой заинтересованности в таких прогнозах; однако относительно других отраслей (сельское хозяйство, производство топлива, коммунальные услуги, строительство, водное хозяйство) можно сказать следующее: если с помощью долгосрочных прогнозов в этих отраслях будет достигаться экономия всего 5 процентов, то в целом сумма сэкономленных средств в денежном выражении будет достигать примерно 5 млрд. долл. в год.

Другая область, где широкое применение метеорологических знаний может принести большие успехи, — это использование природных ресурсов. Следует отметить, к тому же, что здесь достижение значительного прогресса не только возможно, но и существенно важно, поскольку потребление этих ресурсов и спрос на них все время возрастают.



Более легкий, чем воздух, и невоспламеняющийся гелий используется для наполнения радиозондов, которые долго держатся в стратосфере на высоте 25—40 км. На них установлены приборы, берущие пробы воздуха, измеряющие его температуру, определяющие силу и направление ветров, господствующих на этой высоте и т. д. Выполняя объем работ, радиозонды на парашютах спускаются на землю.

Фото © ЮСИС

МЕНЯЕТСЯ ЛИ КЛИМАТ ЗЕМЛИ?

За последние 30 лет температура планеты неуклонно снижается

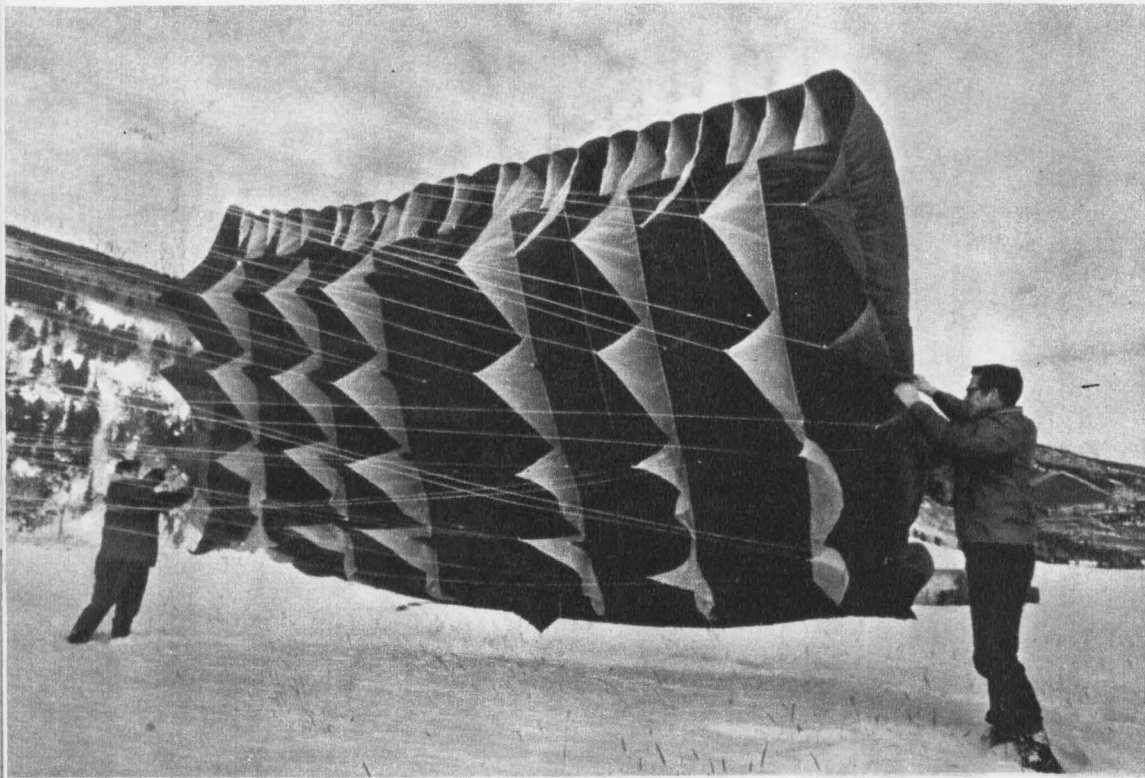
Губерт Лэмб

ГУБЕРТ ЛЭМБ (Англия) — крупный специалист в области длительных процессов изменения климата, руководитель группы по исследованию климата при университете Восточной Англии, многолетний и активный участник международных мероприятий по исследованию климата, в частности в области полярной метеорологии и климатических колебаний. Среди большого числа его трудов можно назвать: «Меняющийся климат» (1966) и одну из последних книг «Климат: настоящее, прошлое и будущее».

В начале нашего столетия вплоть до второй мировой войны в климатологии господствовало убеждение, что климат отличается стабильностью и что последние две тысячи лет он существенно не изменился. Правда, ученые не отрицали, что когда-то климат Земли был совершенно другой: в ледниковые и сменявшие их межледниковые периоды он был несколько теплее, чем сейчас, не говоря уж о многих миллионах «теплых» лет в истории Земли, когда ледников либо не было вов-

Дождь? Снег? По заказу!

Фото © ЮСИС



Еще в 90-е годы XIX в. были предприняты первые попытки изменить климат, искусственно вызывая дождь. В наши дни наука добилась некоторых успехов, вызывая дождь и снег в результате введения в облака кристаллов йодистого серебра, крупинки соли, сульфата аммония или других веществ. При благоприятных условиях крошечные капельки воды собираются вокруг каждого такого «семена» и выпадают на землю в виде дождя или снега. На снимке справа изображен самолет, «засеивший» облако и собирающий образцы полученных осадков (ниже). Слева: запуск змея (6 × 3,7 кв. м) с метеоприборами в районе Скалистых гор в Колорадо; он должен установить, в какой мере «засеивание» облаков способствовало выпадению снега, таяние которого повышает уровень реки Колорадо, жизненной артерии засушливых районов юго-запада США.

МЕНЯЕТСЯ ЛИ КЛИМАТ ЗЕМЛИ? (Продолжение)

се, либо они занимали небольшие площадки на полюсах.

Описания климатических условий Британии, Германии и юга России, оставленные нам римлянами и греками еще в античные времена, так похожи на впечатления современных очевидцев из стран Средиземноморья, что они, возможно, подтверждают этот факт; очевидно, как древние ученые, так и наши современники не сомневались в том, что климат юга и севера в наше время существенно не изменился.

Допускалось, что колебания температуры вызывали поочередно периоды более или менее благоприятных климатических условий, порой даже стихийные бедствия; но все это считалось случайным отклонением от средней величины (своего рода капризом температурной амплитуды).

Поэтому любая климатологическая таблица, включающая данные наблюдений за погодой на протяжении 30 лет или более, считалась достаточной не только для прогнозирования, но и для предсказания — в результате тончайших статистических расчетов — таких явлений, как максимальный паводок, шквальный ветер или самая низкая температура в ближайшие 100, 200 или 500 лет.

И эта точка зрения и методы вошли в официальные учебники, преподавались в школах и университетах тому поколению, которое сейчас занимает ответственные посты в правительствах и в сфере производства большинства стран. Методы эти были, конечно, вполне логичны, подкреплены данными наблюдений и соответствовали поставленным целям; одна-

ко сейчас настало время серьезно пересмотреть их. Указанные методы все еще применяются во многих областях из-за недостаточности изученных климатических тенденций и изменений.

Необходимость переоценок становится очевидной по ряду причин.

Расчеты температуры ближайших к Земле атмосферных слоев, произведенные в США в масштабах земного шара, показывают, что с 80-х годов прошлого столетия вплоть до 40-х годов нынешнего происходило общее потепление климата. В среднем температура за этот период повысилась на 0,5°C, однако, например, в Арктике за 1920—1940 годы температура повысилась на несколько градусов.

Площадь ледового покрова арктических морей уменьшилась на 10%, а толщина ледового слоя — на треть. Ледники во всех частях нашей планеты отступали, высвобождая новые земли для пастбищ и пашен, а талые воды наполняли горные реки весной и летом.

В Англии, например, потепление увеличило продолжительность сезона, благоприятного для роста растений, на 2—3 недели. Дикая флора и лесные массивы, выращивание различных культур и области сезонной миграции пернатых и рыб в условиях смягчающегося климата распространились в новые районы.

Для человечества, естественно, возникли более благоприятные условия. Необходимость носить теплую одежду и запасаться продовольствием на зиму в северных странах постепенно исчезла в отличие от устаревшего жизненного уклада XIX ве-

ка; однако климатические изменения, затронувшие большинство развитых стран в умеренном и отдельных районах северного пояса, оставались некоторое время незамеченными.

Как только была обнаружена тенденция к изменению климата, появились предположения возможных последствий этого явления. Одна из первых научных работ по этому вопросу, опубликованная в 50-х годах, связывает потепление климата с деятельностью человека: при сжигании природных видов топлива (уголь, нефть и т. д.) выделяется двуокись углерода, что вызвало в первой половине нашего столетия увеличение содержания этого газа в атмосфере на 10%.

Двуокись углерода — наименьший компонент в составе атмосферы (0,0003), но его влияние на разогрев поверхности Земли очень существенно — благодаря этому газу значительно уменьшается пропускная способность атмосферы по отношению к длинноволновому излучению Земли.

Атмосфера, насыщенная двуокисью углерода, отражает это излучение и вновь посылает его на Землю, в то время как солнечная радиация почти не встречает препятствий на пути к поверхности Земли. Создается своеобразный эффект «одеяла», или теплицы, удерживающей тепло, которое получает Земля. Было подсчитано, что если бы содержание двуокиси углерода в атмосфере увеличилось вдвое, это привело бы к повсеместному повышению температуры на 3—4°C.

Вскоре, однако, стало очевидным, что дело не только в двуокиси угле-

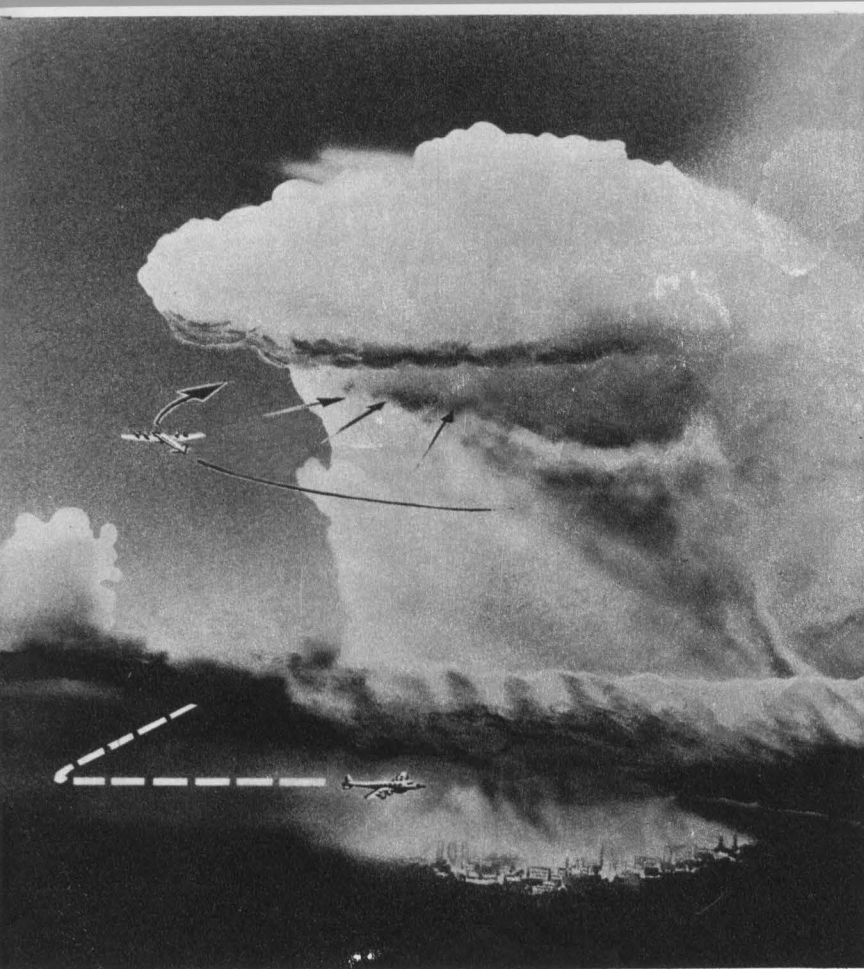


Фото © IPS

рода. Несмотря на все увеличивающееся поступление этого газа в атмосферу — с ростом индустриализации и, соответственно, повышенным сжиганием нефти и других видов топлива, — тенденция повышения температуры изменилась.

За последние 25—30 лет происходило понижение температуры у поверхности Земли. В 1960 году похолодание было особенно сильным. Сейчас мы располагаем обширными доказательствами соответствующего изменения районов миграции птиц и рыб, вызревания урожаев и распространения лесных массивов в высоких широтах.

Более того, самые длительные записи температуры, производившиеся в северных странах еще с начала XVIII века (а в Англии с конца XVII), показали, что начавшееся потепление отмечалось уже давно. А это значит, что потепление наблюдалось еще до интенсивного развития промышленности и не может быть целиком отнесено за счет деятельности человека.

Таким образом, последние тенденции в климатических изменениях убеждают, что в наше время постоянно происходят и впредь будут происходить колебания и изменения климата; мы должны считаться с этими изменениями независимо от того, вызваны они естественными причинами или деятельностью человека.

Происходящее с 1945 года понижение ранее устойчивой темпера-

туры — самое значительное за всю историю регистрации температуры. В связи с этим, а также в связи с тем, что в наши дни происходит постоянное загрязнение атмосферы в результате промышленного производства, испытаний ядерного оружия, увеличения высоты полетов, запуска ракет и т. д., часто задают вопрос, который легче задать, чем на него ответить: что же произойдет с климатом в будущем? Поэтому глубокие познания в этой области становятся неотложной задачей.

Исследования показывают, что сила, а отчасти и сам характер общей циркуляции ветров вокруг земного шара подвержены постоянным изменениям. Изменения колеблются от значительного преобладания «зональных» западных и восточных воздушных течений до существенного преимущества «меридианальных» (южных и северных) потоков, которые на определенных долготах сопровождаются неподвижным, «запирающим» антициклоном, захватывающим зону средних широт с преобладанием западных воздушных течений.

Эти изменения в циркуляции воздушных потоков являются тем «механизмом», который управляет климатическими изменениями, каковы бы ни были их первопричины, и, без сомнения, непосредственно влияет на атмосферную температуру и уровень снежного и ледяного покровов.

Из ряда последовательных, средних за десятилетие величин годовых атмосферных осадков в различных районах земного шара, возьмем для исследования несколько цифр начиная с 1840 года, для Барнаула (53° сев. шир. и 84° вост. долг.), расположенного в самом «сердце» Азии. Десяти-

летия глобального потепления в первой половине XX века характеризовались необычно сильной и устойчивой зональной циркуляцией ветров, которая отличалась исключительной насыщенностью ветрами, несущими влагу из Атлантики, через всю Европу и далее, в районы Центральной Азии. В предшествующие взятому нами периоду десятилетия XIX века и вновь, после 1950 года, количество осадков в районе Барнаула в процентном отношении было значительно меньшим. Так как среднегодовой уровень выпадения осадков в виде дождя и снега в период 1900—1940 годы, равный 482 мм, был достаточным для земледелия только при условии специальных мероприятий (например, снегозадержания); снабжение этого района достаточным количеством воды, как и во многих районах земного шара, вот уже многие годы является неотложной проблемой.

С ростом населения в центральных районах советской части Азии, а также с увеличением потребности промышленности в воде в СССР рассматривалась возможность отвести к югу воды рек Сибири, которые текут на север, к Северному Ледовитому океану. Этот проект, однако, требует более глубокого изучения масштабных климатических процессов. Нужно учитывать при этом, что именно сибирские реки обеспечивают тот ледовый слой низкой солености, который покрывает Ледовитый океан: если бы этот океан превратился в обычный, свободный ото льда океан с соленой водой, то температура Арктики повысилась бы в среднем на 10—20°C (и более, чем на 30°C в зимний период). Это изменение повлекло бы за собой изменение всего характера циркуляции ветров и, как следствие, распространение дождевых осадков в северном полушарии. Проведенный в этом году Р. Л. Ньюсоном эксперимент с математической моделью циркуляции атмосферных масс позволил предположить, что зимы в областях, лежащих в средних широтах северного полушария, стали бы теплее. Кроме того, другие исследования, в частности советского ученого О. А. Дроздова, проведенные в 1966 году, тоже подтверждают это положение: дождевые и снежные циклоны хлынули бы в Арктику, лишив влаги многие континентальные районы.

Проблема обеспечения водой засушливых районов Центральной

Азии — это только один из пунктов (могут быть и другие), по которым необходимость понимания климатических процессов соприкасается с проблемой демографического взрыва и ставит человечество перед дилеммой, которую решить очень нелегко.

Большая в международном масштабе сеть наблюдений, созданная в системе ВМО, включающая искусственные спутники Земли и большое количество постоянных наблюдательных пунктов во всех частях Мирового океана, а также в Антарктиде, значительно увеличивает наши возможности выявления симптомов климатических изменений везде, где они отчетливо выражены. Программа исследования глобальных атмосферных процессов, запланированная ВМО на середину 70-х годов, должна улучшить наше представление о всеобщей циркуляции атмосферных масс и ее взаимодействии в масштабах земного шара.

Кроме того, необходимо восстановить во всех подробностях предыдущие записи наблюдений за погодой, чтобы дать в руки климатологов возможно больший по длительности наблюдений материал для исследования природных климатических колебаний и причин, их вызывающих. А в причинах, как принято считать, метеорология слабо разбирается. Для того чтобы исправить это положение и, кроме того, восстановить материалы записей наблюдений за погодой в прошлые века, а возможно, на протяжении целого тысячелетия, необходимы совместные усилия специалистов из многих областей науки и знания.

Измерения силы солнечной радиации, которые велись с 1883 года, ясно указывают на крупные вулканические извержения, результатом которых явились устойчивые пылевые завесы в верхних слоях атмосферы в 1883, 1888, 1902, 1912 и 1963 годах. Из сравнения температур и преобладающей циркуляции ветров в годы, непосредственно следующие за указанными выше, а также в годы, когда происходили большие вулканические извержения (XVIII и XIX вв.), видно влияние этих факторов на климат, хотя и непродолжительное, но в некоторых случаях очень сильное.

Однако с 1945 года наблюдалось постепенное ослабление солнечного излучения, что, очевидно, связано с процессами, происходящими на Солнце. Вероятно, этот факт не должен вызывать тревогу, поскольку явления, влияющие на климат и характер циркуляции воздушных масс, видимо, не раз имели место в прошлом, и явления, которые наблюдали в наши дни, могут быть повторяющимися время от времени (с интервалами в 200—400 лет) колебаниями в извержениях солнечной массы. Влияние этих колебаний на земной климат ощущается повсеместно, однако там, где мы используем до предела климатические ресурсы — такие, как вода или летнее

потепление, перед нами возникают в связи с этим влиянием сложные проблемы.

Существуют записи наблюдений, проводившиеся в течение ряда дней ежегодно, с 1861 по 1970 год, когда общий зональный поток восточных ветров средних широт проходил через Британские острова. В этих записях особенно отмечены высокая интенсивность повышения температуры на нашей планете в период с 1902 по 1938 год и заметное ее понижение в последние годы до самого низкого уровня, который когда-либо был зарегистрирован (1968, 1969 и вновь в 1971). Другие записи дают картину 600-летнего наблюдения за частотой северо-западного ветра в нижних слоях атмосферы в Восточной Англии (записи основаны на различных данных, включая раннюю хронику погоды, относящуюся к 1340 году и ежедневную регистрацию погоды в Лондоне начиная с 1669 года).

Записи эти очень напоминают аналогичные регистрации западных ветров за последние 100 лет и свидетельствуют в последние годы об уменьшении, происходящем примерно каждые 200 лет, западных ветров. Как выяснилось, основная причина этого явления кроется в периодическом колебании уровня получаемой Землей солнечной энергии; кроме того, была обнаружена связь между изменениями характера циркуляции атмосферы и аномалиями в циркуляции вод Мирового океана. Дело в том, что массы более теплой или более холодной, чем обычно, морской воды не могут быть быстро приведены в норму, это оказывает длительное действие на циркуляцию воздушных масс, что в свою очередь может быть полезным при прогнозировании погоды.

Последствия, вызванные в последние годы изменениями климата и циркуляции ветров, в основном можно свести к следующим:

- Возобновившееся (особенно с 1961 года) усиление арктического ледяного покрова, что затруднило использование северных морских путей в советских и канадских арктических водах и явилось причиной климатически неблагоприятных сезонов на побережьях Исландии и Гренландии.
- Значительное повышение (также с 1961 года) уровней озер в Восточной Экваториальной Африке и позднее — в Великих озерах Северной Америки.
- Самая низкая за 200 лет отметка температур в отдельные холодные зимы в различных районах северного полушария (и, возможно, высокие летние температуры в 1972 году на севере Европейской части СССР и Финляндии).

Однако наиболее серьезными последствиями, видимо, надо считать продолжительные засухи и недостаточное количество дождевых осадков в различных районах мира, связанные с изменением земных поясов антициклонов. Наблюдения показывают изменение основного атмосферного давления в северном полушарии в 50-е и 60-е годы по сравнению с предшествующим им сорокалетием.

Давление повысилось, и поэтому атмосферное состояние характеризовалось частыми засушливыми антициклонами над большей частью Арктики, и в особенности ее оконечностей; в отдельных районах Гренландии давление было выше обычного на 3 миллибара. Пояс более низкого, чем обычно, давления в средних широтах, особенно на отметке 40° северной широты (где в некоторых местах давление снижалось на 2 миллибара), характеризуется смещением главных циклонов и дождей к более низким, чем прежде, широтам. Произошло также некоторое усиление действия циклонов во внутренних районах Арктики, вблизи полюса.

Субтропические антициклоны в поясе пустынь сместились отчасти к экватору, а район сезонных миграций экваториального пояса дождей несколько уменьшился. Вследствие этого в экваториальных районах Африки увеличилось выпадение дождей, вызвавшее повышение уровней озер, а засуха начала охватывать оконечности пояса пустынь, не наведяемые, как прежде, «экваториальными» дождями.

Среднегодовое количество осадков в 8 районах Северной Индии, Судане и в Африке, на пространствах между 16 и 20° северной широты, в 1968—1972 годы уменьшилось на 45% по сравнению с 50-ми годами. Во всех этих районах из-за постоянного отсутствия дождей население покидало насиженные места, а на тех же широтах в Атлантике, на островах Зеленого Мыса, было объявлено даже чрезвычайное положение (1972) из-за не прекращавшейся в течение 5 лет засухи. Отдельные признаки указывают на то, что произошли соответствующие смещения поясов циклонов и антициклонов в южном полушарии и что засуха последних лет в Замбии, Родезии и частично Трансваале вызвана этим явлением.

С 1970 года область усиления действия циклонов во внутренних районах Арктики расширилась и пояс повышенного атмосферного давления и увеличившегося влияния антициклонов распространился на большую часть территории, расположенной между 45 и 70° северной широты, где засуха представляет серьезную угрозу для стран с высокой плотностью населения. В то же время постоянное, из месяца в месяц и из года в год смещение центров главных антициклонов, лежащих в этом поясе, повлекло за собой необычную изменчивость температур и выпадение осадков. Этим же можно объяснить чередование засухи и дождей в различных районах Австралии в 1972—1973 годах.

Все эти явления вызвали острую необходимость длительного прогнозирования климатических изменений, что требует интенсивных усилий в понимании процессов, происходящих в атмосфере (и ее взаимодействия с Мировым океаном), а также дальнейшей реконструкции фактов, сохранившихся в записях климатических наблюдений прошлых лет. ■

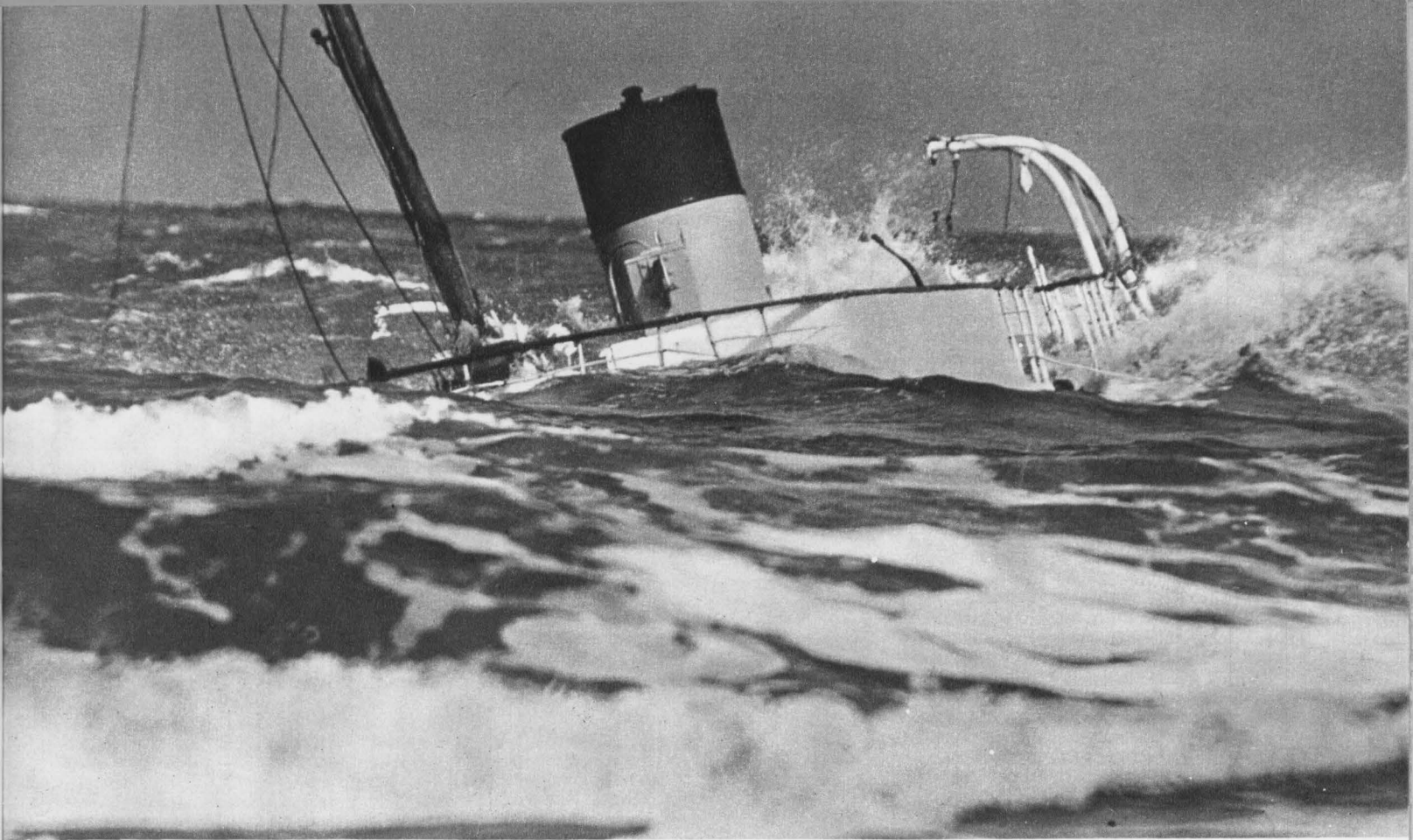


Фото Т. Смита, «Обзервер» — Камера-Пресс© Паримаж, Париж

Когда станут известны результаты большого международного эксперимента в тропической зоне Атлантического океана, вероятно, отойдут в прошлое такие бедствия, как кораблекрушение, изображенное на этом снимке, приведшее к гибели 13 человек из-за того, что судно село на мель, вследствие внезапно разразившегося шторма. Программа эксперимента призвана дать множество новых сведений о движении атмосферных возмущений на суше и на море и создать новые методы предсказания и воздействия на эти явления.

ЭКСПЕРИМЕНТ В ТРОПИЧЕСКОЙ АТЛАНТИКЕ,

объединивший научные силы
и средства 35 стран мира

Юрий Тарбеев

С 15 июня 1974 года в тропической зоне Атлантического океана, Африки и Центральной Америки начнется стодневный международный научный эксперимент по исследованию атмосферы и океана. По своим масштабам и научному замыслу этот эксперимент не имеет себе равных.

Ю. В. ТАРБЕЕВ — советский ученый, один из руководителей программы «Атлантический тропический эксперимент» в системе ПИГАП; член комиссии ВМО по гидрометеорологии и международной координационной группы по предупреждению цунами в районе Тихого океана. Возглавлял ряд научных экспедиций по исследованию океана.

Впервые в истории гидрометеорологического научного сотрудничества 35 государств Африки, Европы и Америки объединят свои усилия и ресурсы, чтобы в относительно небольшом районе земного шара выполнить большой объем исследований в атмосфере и океане.

Свыше 100 метеорологических станций, расположенных в тропической зоне Африки, на островах Атлантического океана и в Латинской Америке, более 25 исследовательских судов, десятки океанских буев, 11 самолетов-лабораторий, несколько орбитальных и геостационарных спутников Земли проведут синхронные работы по единой научной программе и плану. В программе наблюдений эксперимента занято свыше 3500 человек.

Результаты наблюдений будут не-

медленно передаваться в Дакар (Сенегал), где планируется создать штаб оперативного руководства экспериментом, в мировые метеоцентры в Вашингтоне и Москве, в Бракнелл (Англия), Париж и другие города. В этих научных центрах данные, полученные во время эксперимента, подвергнутся всесторонней обработке на электронно-вычислительных машинах.

После окончания эксперимента анализом результатов будут заниматься десятки научно-исследовательских институтов, лабораторий и университетов во Франции, ФРГ, СССР, США, Англии, Канаде и других странах.

Однако уже сейчас, за год до начала эксперимента сотни специалистов из разных стран мира занимаются разработкой научных программ и

планов. Для координации этой работы под эгидой Всемирной метеорологической организации и Международного совета научных союзов создана Международная научно-административная группа.

В порядке подготовки к международному эксперименту в тропической Атлантике Советский Союз уже провел репетицию эксперимента (июнь—август 1972) с участием 6 научно-исследовательских судов и одного самолета. В результате этого исследования удалось обнаружить ряд неизвестных ранее особенностей атмосферных процессов этого района.

Анализ материалов экспедиции показал, что структура атмосферы в тропической зоне и процессы, формирующие вертикальное строение атмосферы, могут сильно отличаться от обычных. В частности, кроме классической пассатной инверсии, то есть слоя воздуха, в котором с увеличением высоты увеличивается температура, в слое 500—600 миллибар наблюдалась вторая инверсия, свидетельствующая о наличии двух слоев дивергенции (растекания) воздушных потоков на разных высотах.

Это может изменить наше привычное представление о вертикальных процессах в тропической атмосфере. Анализ материалов позволил также выявить неизвестный ранее для тропической зоны характерный временной масштаб взаимодействия океана с атмосферой, равный трем суткам. Эти новые данные помогут лучше понять процессы, реально происходящие в атмосфере, и более правильно организовать их исследование в период международного эксперимента.

На лето 1973 года (1—10 августа) намечена международная репетиция тропического эксперимента в западной части Атлантического океана.

Два исследовательских судна СССР «Академик Королев», «Эрнест Кренкель», судно США «Researcher» и судно Мексики «Cadete Virgilio Uribe» встретятся в точке пересечения 20° северной широты и 60° западной долготы, чтобы провести совместные исследования, сопоставить показания различных приборов и наблюдательных систем, предназначенных для измерений в стратосфере, атмосфере и в океане, и чтобы выработать единые методы наблюдений, получив необходимый опыт организации совместных работ в океане судами различных государств.

Одновременно с работами в океане в первой половине августа 1973 года будет проведена проверка работы сети наземных станций и телесвязи в Африке и Латинской Америке. Цели этих двух международных репетиций 1973 года не ограничатся сравнением приборов и отработкой совместных действий судов. В ходе их будут решаться и различные научные задачи.

Из всего сказанного невольно возникает вопрос, почему на самой ранней стадии подготовки к эксперименту в тропической Атлантике уделяется столь большое внимание. Это обусловлено несколькими причинами.

Во-первых, потому что подобным экспериментам, направленным на решение конкретных научных задач, несмотря на их значительную стоимость и трудности организации, принадлежит большое будущее.

До недавнего времени метеорологические исследования в океане носи-

ли главным образом описательный характер или были направлены на решение частных вопросов физики атмосферы. Это, конечно, не значит, что ученые не понимали важности и необходимости комплексного подхода к проблеме.

Дело в том, что не было нужных технических и материальных возможностей для осуществления подобных международных экспериментов. Так, например, чтобы математически описать физические процессы в атмосфере, управляющие погодой во всей их сложности и взаимообусловленности, требуется выполнить одновременно значительный объем наблюдений над потоками солнечной радиации.

Эти наблюдения должны дать возможность оценить количество солнечной энергии, поглощаемой разными слоями атмосферы и океана. Они призваны также показать, какая часть солнечной радиации отражается от облаков и от поверхности океана, то есть дать полную картину баланса солнечной радиации — основного источника энергии и движений в атмосфере и океане.

Далее. Надо достаточно точно измерить, как распределяется и преобразуется солнечная радиация, полученная океаном, в другие виды энергии; какое количество ее возвращается в атмосферу в форме потоков тепла и влаги, что для тропической зоны особенно важно, так как с поверхности океана здесь испаряется огромное количество воды, составляющее слой свыше 2000 мм в год.

Вместе с водяным паром океан отдает атмосфере почти 600 калорий тепла на каждый грамм испарившейся воды. Именно эта скрытая теплота после конденсации паров воды в различных слоях воздуха играет роль главного источника энергии для атмосферы, а влага служит причиной образования облачности, которая в свою очередь меняет радиационный режим атмосферы, уменьшая поступление солнечной радиации к поверхности океана.

Тепло, полученное в тропической зоне океана и атмосферой, переносится морскими и воздушными течениями в соседние районы земного шара. Таким образом, наблюдения за вертикальными потоками тепла на разных уровнях в атмосфере и океане, а также наблюдения за вертикальным распределением высвобождающегося скрытого тепла конденсации воды в воздухе, представляют одну из важнейших задач эксперимента.

Такого масштаба наблюдения требуют единых методов их проведения, большого количества приборов, которые должны быть установлены в глубинах океана и на разных высотах в атмосфере. Для этого нужны искусственные спутники земли, самолеты, привязные аэростаты, большое число исследовательских судов, оборудованные морские буи и другие наблюдательные платформы.

Осуществить это мероприятие одному государству, даже самому экономически и технически развитому, практически невозможно. Необходимо объединение усилий многих стран, общая заинтересованность в результатах эксперимента и взаимное согласие проводить наблюдения на территории всех государств и в океане одновременно.

Необходимы ЭВМ большой произ-

водительности, без которых нельзя справиться с таким объемом информации, который должны давать подобные эксперименты. Сейчас такие возможности для подобных экспериментов появились, следовательно, созрели и те объективные условия, которые должны обеспечить успех дела.

Во-вторых, и это, пожалуй, самое главное — большое внимание к эксперименту в тропической Атлантике вызвано необходимостью создать более надежные методы прогнозов погоды, и в первую очередь долгосрочных. При существующих масштабах промышленного и сельскохозяйственного производства значение долгосрочных прогнозов, их своего рода экономическая эффективность, постоянно возрастает, так как при современных возможностях оперативного планирования заблаговременное предупреждение о таких стихийных явлениях природы, как засухи, суровые и холодные зимы, может существенно уменьшить убытки и пагубные последствия от них.

Однако, для того чтобы можно было планировать хозяйственную деятельность на основе прогнозов, надо добиться их высокой оправдываемости. Такие надежные методы прогнозов могут быть созданы на использовании численных моделей циркуляции атмосферы, которые описывают все наиболее существенные факторы состояния атмосферы и ее взаимодействия с подстилающей поверхностью.

Создание подобных численных моделей невозможно без детального изучения процессов, происходящих в тропической зоне. Это обусловлено тем, что поверхность суши и океана в этой зоне аккумулирует большую часть солнечной энергии, поступающей к поверхности земли, поступку, как известно, по мере удаления от тропиков количество приходящей солнечной радиации уменьшается. Благодаря повышенному притоку энергии процессы в тропической зоне оказывают существенное влияние на циркуляцию атмосферы в целом.

Исследования, выполненные в ходе этой экспедиции, дадут необходимый экспериментальный материал, который позволит количественно оценить процессы, происходящие в исследуемом районе, и помогут ответить на вопрос, каким путем и в какой степени осуществляется влияние процессов в тропиках на погоду и климат других районов земного шара.

В-третьих, некоторые процессы (подъем теплого и влажного воздуха вверх, испарение с поверхности океана, формирование облачных систем и т. п.), имеющие принципиальное значение для атмосферы в целом, в тропической зоне выражены так резко, что исследование их именно здесь позволит быстрее и лучше разобраться в их физическом механизме.

Без правильного понимания этого физического механизма нельзя решить такие практические вопросы, как искусственное воздействие на облака для выпадения осадков, искусственное уменьшение разрушительного действия тропических ураганов и т. п. Насколько важно решение этих проблем, можно показать на конкретном примере.

Из всех стихийных явлений природы тропические ураганы и сопровождающие их наводнения приносят

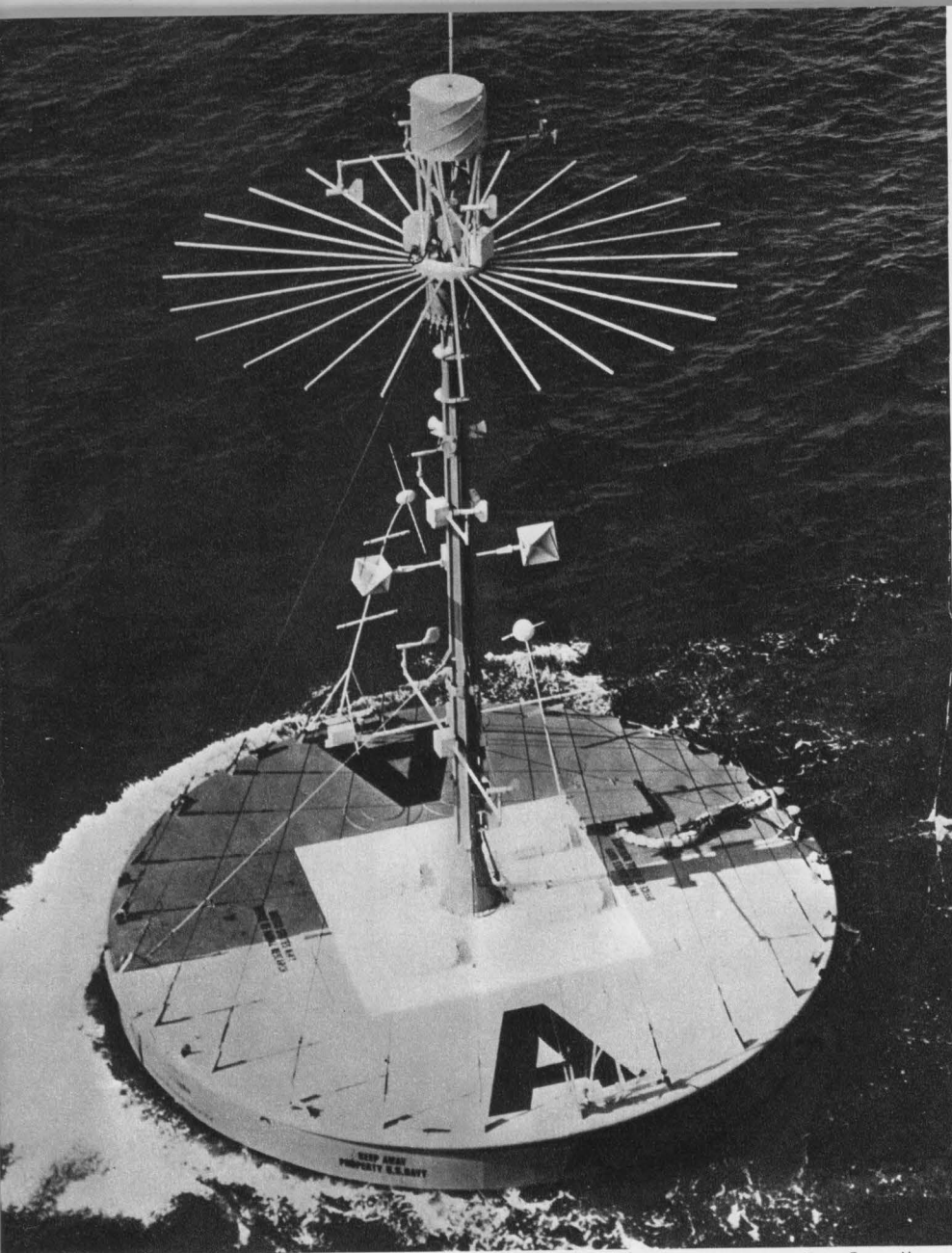


Фото © Джeneral Дайнемикс — Конвер, Сент-Луис, Миссури

Автоматические буи играют важную роль в системе метеонаблюдений ВСП. Десятки подобных гигантских буйев будут применяться при проведении эксперимента в тропической Атлантике.

Увеличение убытков связано с интенсивным освоением новых районов, подверженных воздействию ураганов и тайфунов, и является отражением экономического развития стран. При этом основная причина роста убытков — удорожание строительства, повышение технической оснащенности объектов; это причины, которые сохранятся и в дальнейшем. Отсюда можно сделать один вывод: если не найти радикального решения проблемы, величина убытков может сравняться с приростом национального дохода, то есть всякий прогресс утратит свой смысл.

Однако этого нельзя допустить: надо искать новые пути выхода из существующего положения. На наш взгляд, решение проблемы — в развитии методов искусственного воздействия на ураганы. Несомненно, методы искусственного воздействия на тропические ураганы будут развиваться параллельно с методами искусственного воздействия на облака и одновременно с методами воздействия на другие метеорологические явления, поскольку физическая природа многих процессов в атмосфере одинакова.

Во время эксперимента в тропической Атлантике, несомненно, будет получено большое количество данных, которые всесторонне осветят физическую природу процессов в атмосфере, что послужит важным этапом на пути более эффективного искусственного воздействия на эти процессы. До сих пор в океанских экспедициях по исследованию атмосферы и гидросферы участвовало, как правило, одно или несколько судов, поэтому материалы наблюдений давали весьма приближенное представление о процессах в атмосфере и океане.

В предстоящем эксперименте одновременными наблюдениями будет охвачена вся тропическая зона океана и примыкающие к ней районы Африки и Центральной Америки. Это позволит проследить развитие процессов и перемещение атмосферных возмущений как над сушей, так и над океаном. Тем самым представится возможность определить влияние океана на эти процессы в крупном масштабе.

С другой стороны, к югу от островов Зеленого Мыса (на полигоне 800×800 километров) будет сосредоточено 15 судов, большое количество океанских буйев, оборудованных приборами, свыше 10 самолетов и несколько привязных аэростатов, которые обеспечат непрерывное зондирование атмосферы над этим районом в периоды, когда будут происходить наиболее интересные явления.

Все это дает исследователям совершенно уникальный материал для решения текущих и перспективных вопросов гидрометеорологии. Несомненно, что этот эксперимент является важным этапом на пути решения новых научных и практических задач гидрометеорологии и позволит сделать не одно научное открытие. ■

наибольшее число человеческих жертв и разрушений (см. статью на стр. 52). Подсчитано, что в течение последнего столетия (1870—1970) тропические ураганы ежегодно причиняли убытки в среднем почти на 1500 миллионов долларов и уносили свыше 5 тысяч человеческих жизней.

Из общей суммы мировых убытков на долю стран Азии и Дальнего Востока приходится в среднем 950 миллионов долларов в год, стран Карибского бассейна и США — около 400, стран юго-западного побережья Индийского океана — около 46 миллионов долларов. При этом наибольшие убытки несут экономически развитые США и Япония: около 1 миллиарда долларов в год, то есть свыше 66%.

По оценке секретариата Межправительственной комиссии по тайфунам ЭКАДВ и ВМО, 22 страны Азии и Дальнего Востока в течение одного десятилетия (1961—1970) теряли от ураганов и тайфунов в среднем 930 миллионов долларов в год, что равно сумме, ежегодно выплачиваемой этим странам Международным банком реконструкции и развития.

Убытки, наносимые тропическими ураганами, ложатся тяжелым бременем на экономику многих стран, особенно развивающихся. Несмотря

на значительный прогресс в методах прогноза и заблаговременного предупреждения населения об угрозе тропических ураганов, многие страны все еще теряют 5 и более процентов национального дохода. В этой связи интересно рассмотреть динамику роста убытков по годам для стран с разным уровнем экономического развития.

Убытки, причиняемые тропическими ураганами США за 1915—1924 годы, составили в среднем 63 миллиона долларов в год. Таким образом, за 50 лет они увеличились на 473% при ежегодном приросте 9,5%, что примерно в два раза превышает темпы роста национального дохода. В Японии за последние 25 лет (начиная с 1945 года) убытки от тайфунов увеличились с 273 миллионов примерно до 600 миллионов долларов, то есть рост их составил приблизительно 6% в год.

В странах Карибского бассейна за 10 лет убытки от тропических ураганов увеличились с 33,2 миллиона до 92,9 миллиона долларов, то есть их рост составил 18% в год, что почти в три раза выше темпов роста национального дохода. Такая же тенденция характерна для Филиппин, Тайваня и т. д.

Искусственные спутники, ЭВМ, автоматическая передача изображений произвели переворот в метеорологии. Каждая страна может теперь получать фотографии, содержащие сведения о погоде в радиусе 1600 км от приемной станции. На снимке: антенна станции слежения за спутниками Европейской организации по исследованию космического пространства, расположенной в Редю (Бельгия).

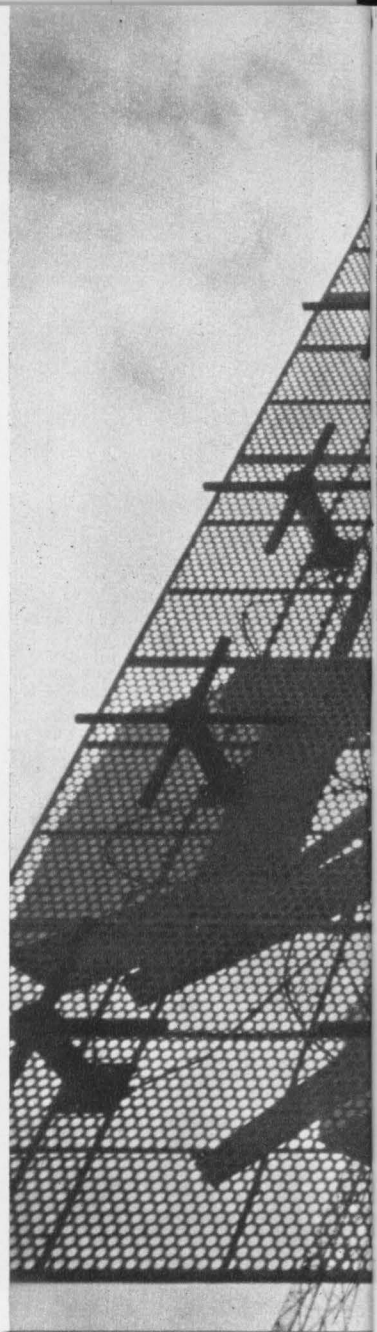
КАК ДЕЛАЮТ ПОГОДУ

Международный доклад
о больших возможностях
метеорологии для социального
и экономического развития

Дан Берман

24 **ДАН БЕРМАН** — сотрудник ЮНЕСКО, автор многих научно-популярных работ, а также книг «Новый мир океанов» и «В союзе с природой: ЮНЕСКО и проблемы окружающей среды» (Париж, 1972).

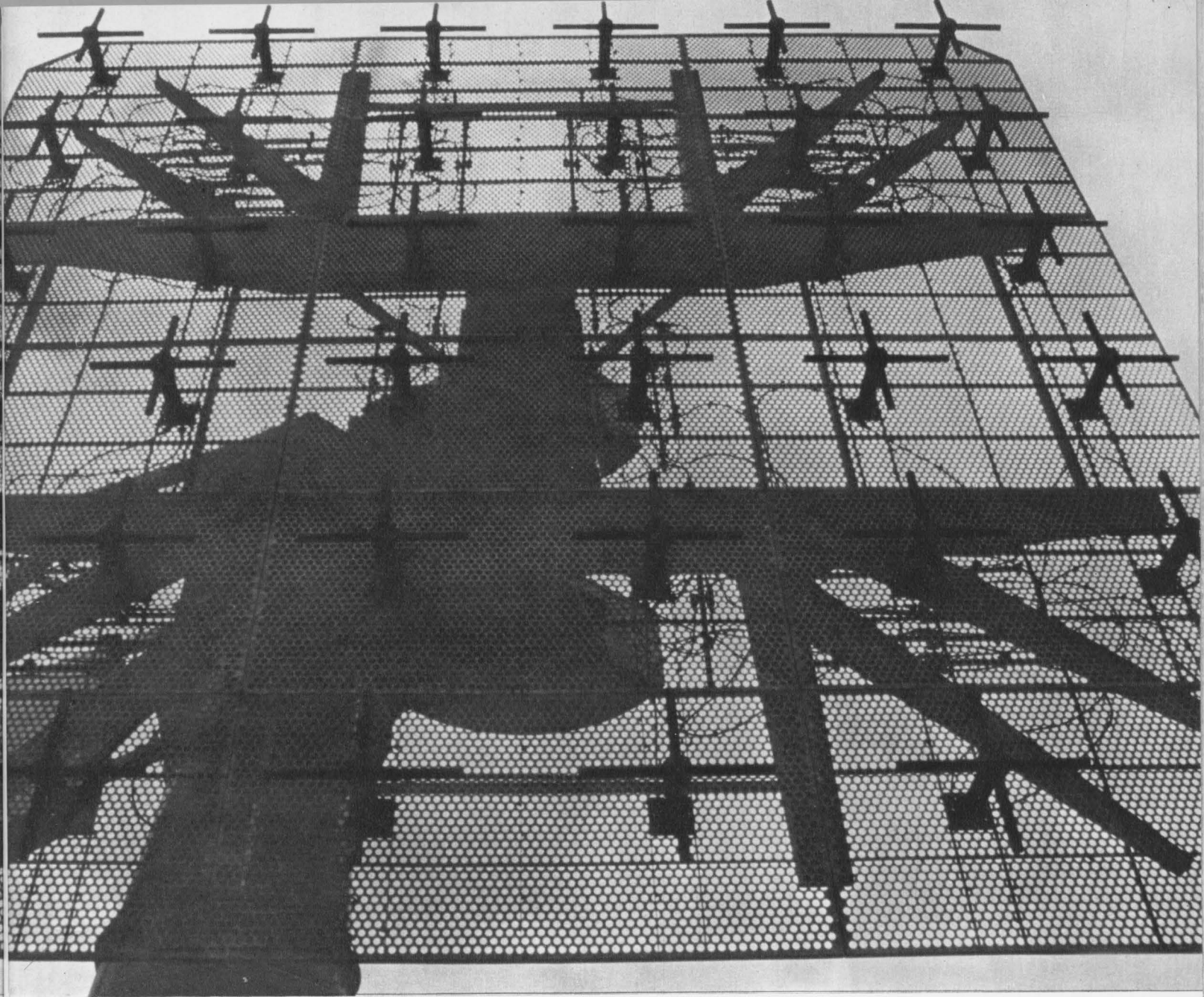
Фото Э. Гармана © Магnum, Париж



В отличие от людей других профессий метеоролог не может скрыть свои ошибки. Они всем видны, и все страдают от них: то попадает под проливной дождь компания, устроившая пикник в «теплое и солнечное» воскресенье, то выходят из себя владельцы кемпингов и пансионатов, пустующих, несмотря на палящее солнце, потому что сводка погоды обещала похолодание. Когда случается подобное, обвиняют синоптика.

Пересмотру распространенных представлений о службе погоды поможет новая публикация ВМО, посвященная значению метеорологии для экономического и социального развития, — доклад комиссии, подготовленный Исполнительным комитетом ВМО.

Роль метеорологии в великой игре между человеком и природой, ставкой в которой является экономика, может быть двойкой. Метеорология может предсказывать «поведение» природы, а это то же самое, что сообщать игроку конфиденциальные сведения о лошадях, участвующих в заездах. И она может подсказывать,



как, воздействуя на природу, «подта-совывать карты», чтобы выиграть наверняка.

Публикация ВМО дает нам представление о том, как далеко мы продвинулись в осуществлении двух извечных стремлений человека: предвидеть и изменять погоду.

Профессор Джеймс Макквиг, американский специалист в области исследований атмосферы, приводит множество примеров, показывающих рентабельность точных прогнозов. Парадоксально, но чем больше развита экономика, тем больше она зависит от погоды. Когда дело касается крупных капиталовложений, капризы природы обходятся чрезвычайно дорого.

Хороший пример — маршруты судов в Северной Атлантике. Выработка оптимального маршрута стоит примерно столько же, сколько получасовой переход танкера среднего тоннажа. Поскольку метеорологический прогноз, на основе которого вырабатывается такой маршрут, сокращает плавание от 4 до 12 часов, затраты судовладельца с лихвой оку-

паются: полученная экономия превышает их по меньшей мере в 8 раз, а то и в 24 раза.

Когда суда на приколе, они «съедают деньги». Если идет дождь, докеры, которых наняли разгружать судно, прибывшее в нью-йоркский порт, не могут работать, однако им обязаны выплачивать минимум, доходящий до 3000—4000 долларов в день. С другой стороны, судно на приколе, которое никто не разгружает, обходится в 5000 долларов в день. В нью-йоркском порту хороший синоптик оправдывает свою зарплату.

То же самое происходит на Миссури, на отрезке между Канзас-Сити и Сент-Луисом. Синоптический центр в Канзас-Сити может предсказать уровень воды в реке за 1—3 дня вперед. Это очень ценная информация для шкиперов, буксиры которых тянут баржи по Миссури. Они не могут обходить подводные камни и мели, полагаясь на свою память, как это делали сто лет назад Марк Твен и его приятели-лоцманы.

При низком уровне воды в Миссури каждый дополнительный дюйм

допустимой осадки судна — это увеличение груза, что дает на 400-километровом переходе от Канзас-Сити до Сент-Луиса выигрыш в 125 долларов на баржу. Если метеоролог с уверенностью предсказывает повышение уровня на 2 фута, буксир может взять в полтора раза больше барж.

Как можно догадаться, фермеры — хорошие клиенты метеорологов. Чем больше модернизируются их хозяйства, тем больше они нуждаются в метеоинформации. Макквиг упоминает в этой связи о «зеленой революции» и новых сортах сельскохозяйственных культур:

«В Кении местные сорта кукурузы имели, по-видимому, более широкий спектр генетических характеристик, а вследствие этого нуждались в менее единообразных условиях сева и выращивания (при более низкой урожайности). Климатологическая информация, использованная в этом районе, помогла установить два наиболее дождливых периода на протяжении вегетации, в соответствии с чем было рекомендовано производить два сева, каждый раз используя быстрорасту-

Реактивные двигатели разгоняют туман

щий сорт кукурузы. В некоторых областях таким образом было достигнуто девятикратное увеличение урожая».

В царстве хлопка — дельте Миссисипи — возникла другая проблема. В старые времена, когда хлопок сажали ручным способом, если вдруг ударяли заморозки, его приходилось сеять заново. Потом наступила эпоха механизации и возросшие издержки сделали повторный посев слишком дорогостоящим. Метеорологи установили, что хлопковод может уменьшить свой риск, если соотнесет глубину вспашки с температурой в ближайшие пять дней, предсказанной синоптиками для его района. Макквиг считает, что на юго-востоке штата Миссури фермеры сберегают таким образом около 500 000 долларов в год, пользуясь информацией, которая обходится всего лишь в 25 000 долларов.

Новая техника ставит новые проблемы. Это справедливо, в частности, применительно к стойловому содержанию скота. С помощью климатолога решают, окупят ли более высокие надои молока дополнительные издержки, вызванные кондиционированием воздуха в коровниках. (Ответ на этот вопрос, по словам Макквига, зависит от местных климатических условий.)

Скот, не содержащийся на подножном корму, менее вынослив. Метеоролог может подсказать, когда погода будет благоприятной для транспортировки свиней или быков на рынок, или предупредить фермеров о надвигающейся волне влажного зноя, который может повредить животным.

Какой бы области ни касался Макквиг, он повсюду открывает любопытные факты: например, строительным предприятиям в холодных широтах предпочтительнее работать в течение всего года, чтобы не омертвлять капитал и получать прибыль круглый год. А метеорология может подсказать, когда температура упадет ниже нуля, с тем чтобы принять необходимые меры предосторожности во время заливки бетона.

Точный краткосрочный прогноз в жаркую пору — подарок для электропромышленности США, где люди хотят любой ценой пользоваться кондиционированным воздухом. Макквиг приводит такой пример: «Одна электромонтажная компания на Среднем Западе обслуживает область, где потребление электричества летом возрастает. Стоимость электроэнергии, вырабатываемой совокупностью принадлежащих компании генераторов — паровых, газовых и водяных турбин, а также покупаемой у других компаний, в очень жаркие и сырые летние дни в 3—5 раз выше, чем в холодные и сухие. Краткосрочный прогноз погоды поэтому весьма полезен для

гибкого управления такого рода системой».

Электропромышленность нуждается также в долгосрочных прогнозах, позволяющих планировать производство на 5—10 лет вперед с таким расчетом, чтобы удовлетворять будущие потребности в электроэнергии, но не обременять себя дорогостоящими излишними мощностями.

На метеорологов теперь большой спрос. Случается, предприятия швейной промышленности заваливают магазины купальными костюмами, а покупатели требуют непромокаемые плащи. Установлено, что в Нью-Йорке теплый сентябрь снижает сбыт дамских зимних пальто до 14%, а холодный повышает его вдвое.

Что касается отпусков и досуга, то метеорологи ушли далеко вперед по сравнению с тем временем, когда они лишь старались определить, будет ли завтра пляжная погода. В штате Мичиган, рассказывает Макквиг, две группы бизнесменов обратились за консультацией к климатологу, желая узнать, где будет достаточно снега, чтобы устроить кемпинги для любителей катания на аэросанях.

Метеоданные показали, что за весь зимний сезон в одном месте будет не больше 10—20 дней, подходящих для этого вида спорта. Поэтому никто не нарушал царившие там тишину и покой. Зато в отношении другой местности прогноз оказался более благоприятным, и ее теперь соответствующим образом используют.

Благодаря сотрудничеству метеорологов, деловых людей и инженеров на юге США и в горах Северной Каролины можно заниматься лыжным спортом. Альберт Ф. Харди, климатолог штата, заявил, что там выпадает недостаточно снега для лыжного спорта, да и тот ненадолго задерживается. Однако инженеры предложили использовать искусственный снег, и это, по выражению Харди, открыло блестящую перспективу. «На многих склонах, обращенных к северу, зимние климатические условия позволяют снежному покрову держаться длительное время. По существу, возникает процесс, имеющий тенденцию к самосохранению, поскольку постоянное поступление снега, так сказать, помогает природе, охлаждая окружающий воздух». Чудеса, да и только: кондиционированный воздух для коров и охлаждение воздуха искусственным снегом!

Сделать так, чтобы в горах стало холоднее, чем было, значит изменить погоду, хотя и в очень маленьком масштабе. ВМО изучила вопрос о возможности изменения погоды на обширных территориях и о выгодах, которые можно от него ожидать.

В докладе об экономических и социальных аспектах изменения погоды Л. Л. Минс резюмирует успехи, достигнутые в этой области.

Выгоды, о которых идет речь, огромны, если учесть опустошения, которые может произвести непогода. Минс сообщает, что только в США убытки от ураганов достигают в среднем 500 миллионов долларов в год, от града — более 300 миллионов, а от лесных пожаров, возникших из-за ударов молний, — 100 миллионов.

Опоздания самолетов на внутренних линиях из-за туманов обходятся авиакомпаниям более чем в 75 миллионов долларов в год, а потери из-за тумана на водном и наземном транспорте даже не учтены. В целом убытки, которые можно отнести непосредственно за счет ураганов, града, молний и туманов, составляют только в США около миллиарда долларов в год.

Самые блестящие перспективы имеет, по-видимому, рассеяние тумана на аэродромах. Тут были испробованы многие методы. В частности, при тумане с изморозью распыляли йодистое серебро или сухой лед, что вызвало конденсацию тумана и выпадение его в виде ледяных кристаллов. С теплым туманом справиться труднее. Вертолет может разогнать его струей горячего воздуха от ротора, но при этом образуется лишь просвет, необходимый для посадки. Согревать воздух пламенем костров, разложенных вдоль взлетно-посадочных полос, слишком дорого, да и опасно для самолетов, когда они делают вираж. Словом, ни один метод не давал удовлетворительных результатов, пока в парижском аэропорту Орли не пришли к мысли использовать для согревания воздуха реактивные двигатели, установленные под землей. По словам Минса, это, возможно, знаменательное событие как с технической, так и с экономической точек зрения.

Проблема была решена вовремя. Огромные современные лайнеры перевозят столько пассажиров, что, по некоторым оценкам, отмены рейсов обходятся теперь вдвое дороже, чем прежде. Эксперименты, проведенные в США в зиму 1969/70 года, показали, что рассеяние тумана над 9 городами обходится в 118 300 долларов, но дает прибыль в 339 970 долларов. Полагают, что с увеличением размера лайнеров и при более совершенной технике это соотношение значительно возрастет.

Операции гораздо большего масштаба предпринимаются для предотвращения града. В этом плане самые значительные успехи достигнуты в



Фото © CIRIC, Женева

ИНДИЯ: В АВАНГАРДЕ ИЗУЧЕНИЯ ПОГОДЫ

Индийская метеорологическая служба, созданная в 1875 году, — одна из старейших в мире. В последние 20 лет сфера ее деятельности значительно расширилась. В 1954 году в аэропорту Калькутты было установлено первое радиолокационное устройство для обнаружения грозы; в 1956 — в Дели было создано Радиометеоуправление, а в 1962 — там же был учрежден Центр по анализу и обмену метеосведениями для северного полушария.

С 1963 года начали работу такие организации, как Международная экспедиция по изучению Индийского океана под эги-

дой ЮНЕСКО, Научный комитет по исследованию океана и ВМО. В Бомбее создан метеоцентр для сбора и обработки данных, полученных в ходе работы Экспедиции. В 1966 году, когда программа Экспедиции была завершена, Центр переехал в город Пуну (юго-восточнее Бомбея), преобразовав его в Центр исследований Индийского океана и южного полушария.

В 1963 году в Пуне был основан и новый Институт тропической метеорологии. Получив автономию, Институт проводит теперь важные исследования по тропической и субтропической метеорологии: изучение муссонов, предсказание наводнений и тропических циклонов, среднесуточный прогноз погоды для сельского хозяйства и т. д.

Развитие метеослужбы имеет для Индии первостепенное государственное значение, и правительство страны вносит существенный вклад в международную метеорологию. После того как в Дели были созданы Зональный метеоцентр и Зональное отделение дальней связи ВСП (1971), Метеорологическое управление Индии стало одним из главных звеньев во всемирной системе метеонаблюдений.



Фото © Поля Альмази, Париж

ПЕСЧАНЫЙ СМЕРЧ

Песчаные смерчи — бич всех пустынь мира и прилегающих к ним районов — достигают ужасающей силы. На снимке: огромная «волна» песка, взметенного ветром в Сахаре; она затмевает небо и сносит все на своем пути. Подобные бури охватывают огромные пространства земли. В июне — июле 1969 года американский спутник (ATC-III) сфотографировал гигантское облако пыли, поднявшееся в Сахаре и продвигавшееся на тысячи километров через Атлантический океан к острову Барбадос в Карибское море. Слева: изображения, переданные спутником; справа: те же изображения с различными на них контурами Африканского континента и зоны Карибского моря, пылевого облака и отсвета солнца. Влияние этих бурь на погоду неизвестно, и спутники, возможно, помогут решить эту проблему.

КАК ДЕЛАЮТ ПОГОДУ (Продолжение)

СССР. По словам Минса, в Советском Союзе сейчас осуществляются по меньшей мере 4 программы, цель которых — предохранить от града в общей сложности 2 500 000 гектаров обрабатываемых земель. Он пишет: «Обычно реагент (чаще всего йодистый свинец), частицы которого образуют центры кристаллизации льда, вводится непосредственно в облака на надлежащей высоте с помощью артиллерийских снарядов или ракет. Советские ученые сообщают, что при этом во всех случаях достигался успех и причиняемый градом ущерб снижался на 50—90%.

В Кении потери от града на территории в 800 квадратных миль, где

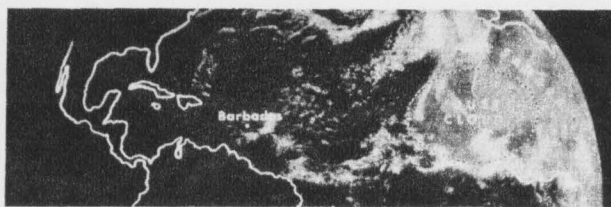
40 000 акров занимали посадки чая, по имеющимся сведениям, были таким же способом снижены на 58%. Однако по вопросу об эффективности этого метода отнюдь нет единодушного мнения. Эксперименты швейцарских ученых показали, что нет существенной разницы в продолжительности града, его интенсивности и площади, на которой он выпадает, между днями, когда реагент вводится в облака, и днями, когда он не вводится».

В докладе швейцарских ученых говорится, что град падает даже чаще в те дни, когда вводится реагент, а также отмечается, что в эти дни дождевые осадки выше нормы на 21%. А в

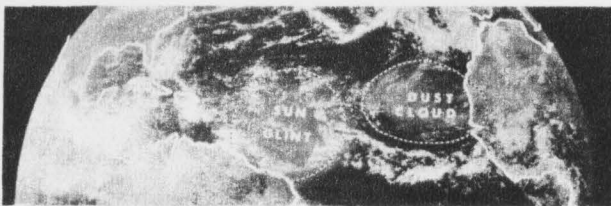
США людей, пытавшихся предотвратить град, привлекали к суду, так как после их вмешательства дожди сокращались.

Реагенты вводятся в облака также и для того, чтобы устранить угрозу молний, являющихся причиной лесных пожаров. Служба охраны лесов США заявляет, что на территории, где проводилась такого рода опытная операция (она была названа «Небесный огонь»), лесные пожары, вызываемые молниями, сократились на 90%.

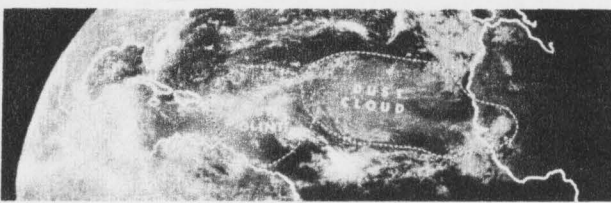
Однако некоторые ученые сомневаются в достоверности этой цифры и метод, о котором идет речь, под-



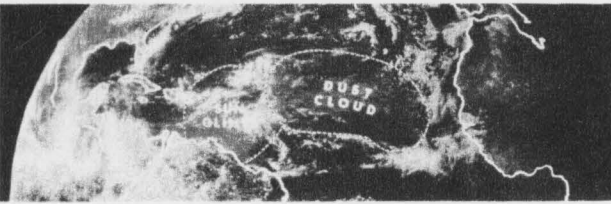
29 ИЮНЯ 1969 ГОДА



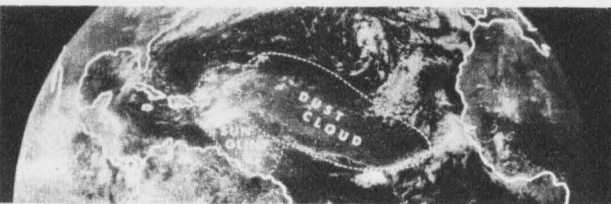
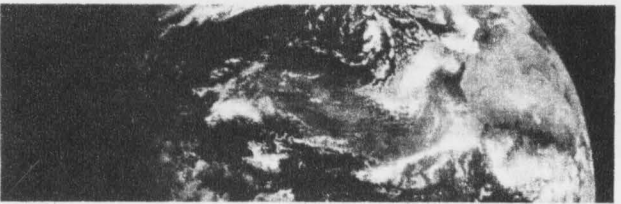
30 ИЮНЯ 1969 ГОДА



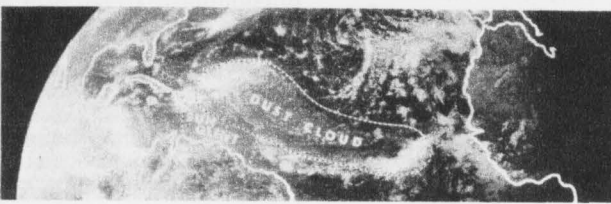
1 ИЮЛЯ 1969 ГОДА



2 ИЮЛЯ 1969 ГОДА



3 ИЮЛЯ 1969 ГОДА



4 ИЮЛЯ 1969 ГОДА

Фото © ЮСИС

вергается в настоящее время более обстоятельной проверке.

Снарядить самолеты для обработки фронта электрической конвекции, при продвижении которого по Тихоокеанскому побережью США вероятны молнии, стоит 50 000 долларов, но ликвидация 124 пожаров, возникших из-за молний в течение 11 дней в 1971 году только в одном лесу этого района, обошлась куда дороже — в 11 миллионов долларов.

Еще большие суммы приводятся в докладе ВМО, когда речь заходит о воздействии на ураганы и тайфуны. Цель исследовательской работы (название программы «Ярость бурь»),

которая ведется в этом направлении в США, — умерить максимальную силу ветров при ураганах.

В докладе ВМО говорится: «Во время урагана «Дебби» (август 1969), по данным, собранным самолетами в продолжение последовательных полетов, начинающихся примерно за три часа до первой операции распыления реагента и окончившихся спустя 5 или 6 часов после 5-й операции, сила ветров на высоте 12 000 футов к 18 августа упала на 30%.

19 августа, примерно через 8 часов после последней операции, проведенной 18 августа, буря снова усилилась. 20 августа «Дебби» был опять подвер-

нут воздействию посредством распыления реагента. Максимальная сила ветра уменьшилась на 15%... Известно, однако, вызывались ли ослабления ветра реагентом или естественными причинами.

Нужны новые эксперименты, чтобы подтвердить результаты воздействия на ураган. Предлагалось перенести исследования на Тихий океан, где чаще представлялись бы случаи воздействовать на тайфуны».

Как уже было сказано выше, убытки, причиняемые ураганами в США, достигают 500 миллионов долларов в год, а когда тайфуны свирепствуют в Бенгальском заливе, это

Рассказы о дождях с печальным и счастливым концом

влечет за собой бесчисленные человеческие жертвы. Минск отмечает: «Стоимость экспериментов и исследований по программе «Ярость бурь», напротив, относительно невелика. Если ежегодные затраты будут оставаться на том же уровне в течение ближайших 10 лет и если появится возможность оказать на один такой ураган, как «Камила» (1969), достаточно эффективное воздействие, чтобы сократить убытки на 10%, полученная экономия в 10 раз превысит расходы за этот 10-летний период».

Он отмечает, однако, что воздействие на ураганы поднимает, как легко представить себе, некоторые экономические и юридические проблемы. Ведь каждый, кому удастся доказать, что из-за введения реагента в облака ураган обрушился на его владения, может потребовать возмещения убытков, выражающегося в астрономических цифрах.

В то время как США проводят уникальные исследования по воздействию на ураганы, а Советский Союз занимает первое место по масштабам борьбы против града, в некоторых странах делаются попытки «интенсифицировать выпадение осадков» — выражение метеорологов, считающих, что оно звучит куда respectable, чем «вызывать дождь».

Впрочем, нельзя упрекать их за то, что они стараются предстать в ином свете, нежели знахари, бьющие в барабан, или шаманы, палящие в небо из допотопного ружья. В прошлом метеорологи всегда проявляли большую осторожность в вопросе о возможности вызывать дождь. Теперь, согласно авторитетному свидетельству ВМО, они настроены не столь скептически.

Минск приводит несколько примеров. Вот один из них, особенно характерный. «Во Флориде применялся метод «динамичного засева», при котором крупные дозы йодистого серебра вводили в вершины кучевых облаков, сбрасывая на них с самолета начиненные этим реагентом пиротехнические ракеты. «Динамичный засев» должен вызвать разрастание облака — в силу высвобождения скрытой теплоты замерзания, которой обладает содержащаяся в нем переохлажденная вода. Облака, в которые таким образом вводится реагент, дают более обильные дожди, поскольку от этого возрастает размер облака и продолжительность его существования. Полагают, что успешный «динамичный засев» превращает кучевые облака в грозовые нагромождения, которые могут сливаться в огромные образования.

Было замечено, что слившиеся облака дают в 10 раз больше осадков,

чем изолированные, наблюдавшиеся в тот же день... Если желательна интенсификация дождя, следует применять «динамичный засев» именно для того, чтобы вызвать слияния облаков.

Главный вывод из этих экспериментов и их статистического анализа сводится к тому, что «динамичный засев» оказывает на выпадение осадков существенное положительное действие... Облака, подвергшиеся этой обработке, давали втрое больше дождя, чем контрольные».

В Советском Союзе, отмечает ВМО, ученые установили, что, например, на Украине выпадение дождевых осадков зимой может быть увеличено на 13—18%. Опыты, проведенные в Австралии, показали, что интенсивность дождя увеличивается не только на том участке, где в облака вводился реагент, но и на расстоянии до 300 километров от него в наветренной стороне.

Австралийские ученые долго отнеслись скептически к «интенсификации» выпадения осадков. Теперь все иначе, и Минск приводит результаты эксперимента первостепенной важности, проведенного на Тасмании: «При определении эффекта, который оказал засев реагента в облака на количество осадков в бассейне реки, питающей гидроэлектростанцию, было установлено, что осадки увеличились на 10—20%. Подсчитано, что увеличение осадков в этом районе только на 1% приносило бы примерно 100 000 долларов в год».

Пример со счастливым концом про дождь, послушный воле людей, дают Филиппины: «План был принят в апреле 1970 года, после долгих месяцев засухи, — сахарный тростник и другие культуры в центральной области Лусона погибли. По окончании намеченных операций, в июне, острова снова зазеленели. Филиппинский институт сахара, собрав необходимую информацию, подытожил экономический эффект, который дало осуществление плана. Чистая прибыль составила 43 миллиона долларов. Затраты, которых потребовало выполнение плана, составили приблизительно 500 000 долларов».

Выступая от имени ВМО, Минск делает осторожные выводы: «По-видимому, все сходится на том, что введение в облака определенных реагентов может отразиться на выпадении осадков, однако результат этой операции может быть в одних случаях положительным, а в других отрицательным — в зависимости от метеорологических условий, загрязненности воздушной среды и других факторов. Достигнуты некоторые успехи в определении комплекса метеорологических условий, обеспечивающего положительный результат. Однако воздействие на облака для увеличения осадков, в отличие от рассеяния холодного тумана, еще не вступило в техническую фазу. Не яв-

ляется оно и дешевым средством экономического роста».

ВМО — в лице профессора Е. А. Бернарда — делает в этой связи следующее предостережение: «Пора выступить против распространенного в развивающихся странах чрезмерного увлечения экспериментами и исследованиями в области искусственного дождя, которым хотят восполнить недостаток естественных осадков. Это соблазнительное, но дорогостоящее дело следует предоставить развитым странам. Пока они не обеспечат испытанную научную и техническую базу для таких операций, выгоднее вкладывать средства в более рациональную эксплуатацию имеющихся водных ресурсов на базе агрометеорологических и гидрометеорологических исследований».

По мнению Бернарда, есть и другие факторы, тормозящие эти исследования. Почти все страны имеют свою авиацию, и не может быть речи о том, чтобы экономить на качестве метеорологического обслуживания воздушного транспорта. Поэтому наличные ограниченные средства технического оснащения приходится предоставлять главным образом авиационной метеорологии.

«В результате, — пишет профессор Бернард, — власти привыкают рассматривать метеорологию как оперативное обслуживание гражданской авиации, и только. Это плачевное положение — общее для многих стран «третьего мира». Оно препятствует созданию настоящей метеослужбы, призванной служить прежде всего первоочередным задачам в планах национального развития».

От метеоролога нельзя ждать ман- ны небесной. Выгоды, о которых говорит Джеймс Макквиг, могут быть получены лишь в результате крупных капиталовложений в надлежащие метеослужбы и в подготовку специалистов соответствующего профиля.

Профессор Бернард приводит красноречивые данные, собранные ВМО. Из 133 стран, входящих в Организацию, 105 — это развивающиеся страны, затратившие в 1968 году на метеорологию 109 миллионов долларов против 854 миллионов долларов, затраченных 28 развитыми странами. В расчете на душу населения это составляет 1,38 доллара в Северной Америке и 0,02 цента, то есть в 70 раз меньше, в Азии. До тех пор пока это соотношение не изменится, в области метеорологии, как и во многих других областях, богатые страны, по всей видимости, будут становиться еще богаче, а бедные... оставаться бедными. ■

АЗБУКА МЕТЕО- РОЛО- ГИИ

Приложение для детей

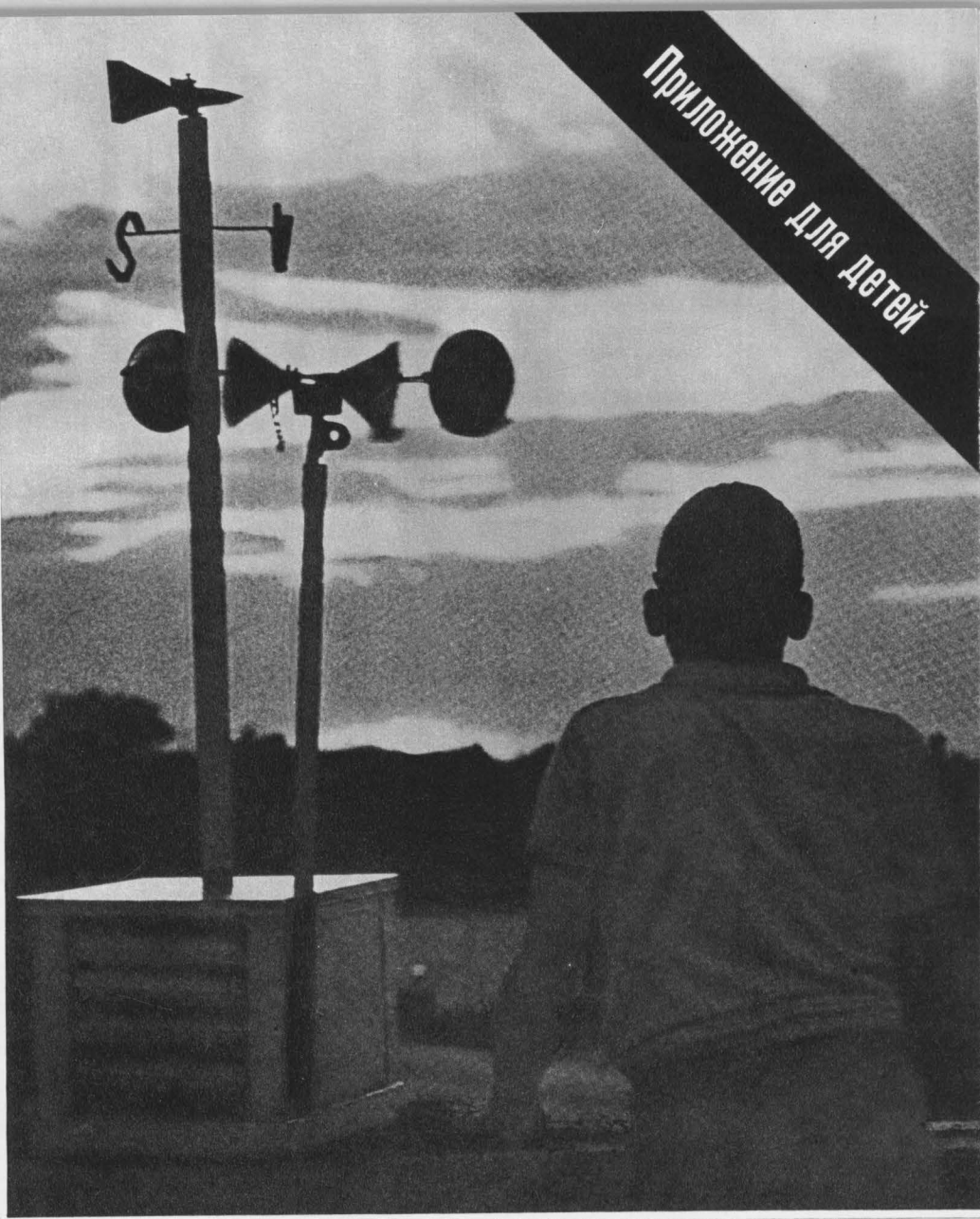


фото © Т. Рассела, «Лайф»

Не приходилось ли вам, слушая по радио прогноз погоды, задумываться над тем, как этот прогноз составляется? Может быть, люди, занимающиеся им, просто наблюдают за небом, как делали наши предки?

Верно, что внимательный наблюдатель может предсказать, что произойдет с погодой в ближайшие часы. Но долгосрочные прогнозы требуют наблюдений за состоянием атмосферы с помощью многочисленных метеостанций, расположенных на очень больших пространствах (например, в Европе, в Атлантическом океане, на всем его американском побережье).

Метеорологи, предсказывающие погоду, должны прежде всего изучать законы, определяющие поведение атмосферы. На их основе они составляют метеорологические карты и прогноз погоды либо на завтра, либо на ближайшие несколько дней.

АТМОСФЕРА ЗЕМЛИ Земля окружена слоем газов (толщиной около 1000 км), простирающимся над земной поверхностью. Этот слой доста-

точно тонок по сравнению с величиной радиуса Земли (около 6000 км). Верхняя граница атмосферного слоя не может быть четко определена; это зона, где молекулы воздуха приобретают достаточную скорость, для того чтобы преодолеть земное притяжение. Она получила название экзосферы.

Воздух, составляющий атмосферу, представляет собой смесь газов, в основном азота и кислорода, в строго постоянных пропорциях. Вода в виде пара смешана с этими газами в различных количествах. Все вместе они и составляют тот воздух, которым мы дышим и который делает возможным жизнь на нашей Земле.

Состояние атмосферы характеризуется четырьмя основными факторами:

температура: измеряется термометром;

давление: измеряется барометром; атмосферное давление — это сила, которая действует на поверхность любого предмета. Если из тонкостенного герметического ящика выкачать воздух, то атмосферное давление его сожмет;

влажность: измеряется с помощью гигрометра или психрометра; показывает количество пара, содержащегося в воздухе;

ветер: измеряется с помощью анемометра; показывает скорость движения воздуха в заданном пункте.

Все эти факторы меняются в зависимости от географического положения и высоты над уровнем земной поверхности.

Изменения, зависящие от высоты: давление падает, по мере того как мы поднимаемся в атмосферу. На высоте 5000 м атмосферное давление составляет только половину обычного, а на высоте 12 000 м — всего одну десятую. В экзосфере давление уже не может быть измерено обычным путем.

Температура изменяется более сложным образом. Атмосфера включает в себя несколько слоев, в которых температура по мере увеличения высоты либо повышается, либо понижается.

В нижних слоях атмосферы температура понижается в среднем на

6°С на каждые 1000 м высоты. Это происходит до определенного уровня, известного под названием тропопазы, выше которого температура перестает понижаться.

Область тропопазы находится на высоте 6000 м для районов южного и северного полюсов и на высоте 15 000 м для экваториальных районов. Этим высотам соответствуют температуры -50°С и -85°С.

Ниже тропопазы лежит слой тропосферы — это четыре пятых всей массы атмосферы и почти весь содержащийся в ней водяной пар. В пределах тропосферы происходят различные смещения воздушных масс и их иные взаимодействия. Этот слой получил название земной «лаборатории погоды».

На высотах, превышающих 100 километров, происходят изменения физических свойств атмосферных газов и в особенности их электрических зарядов благодаря бомбардировке их частицами солнечного излучения. Эти газы становятся ионизированными, а весь этот слой получил название ионосферы.

Изменения, зависящие от географического положения: давление и температура на заданной высоте меняются в зависимости от географического положения, но такие горизонтальные изменения гораздо менее заметны, чем вертикальные.

Для того чтобы определить эти изменения, а также получить другую необходимую метеорологам информацию, необходима целая сеть метеостанций, чтобы вести одновременно наблюдения во многих пунктах и затем производить тщательное сопоставление данных, что требует быстроты в обмене информацией и может быть достигнуто только при условии тесного международного сотрудничества.

ВОДА В АТМОСФЕРЕ

Вода находится в атмосфере в трех различных состояниях: жидком, твердом (лед) и газообразном (пар).

Вода в атмосфере существует в виде мельчайших капелек, которые настолько малы, что падают очень медленно, образуя облака (как водяной туман из испарителя).

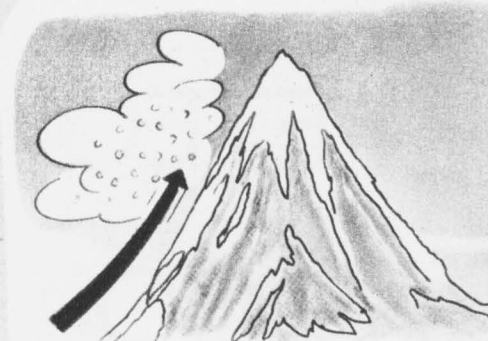
Лед в атмосфере существует либо в виде мельчайших кристалликов, например в высоких «перистых» облаках, либо в виде группы кристалликов, образующих снежинки, или же в виде ледяных гранул, образующих град.

Водяной пар — это бесцветный газ, смешанный с воздухом. Содержание водяного пара в воздухе меняется до определенного уровня, так называемого уровня насыщения, который зависит от температуры. Чем выше температура, тем большее количество водяного пара может содержаться в определенном объеме воздуха.

Если подвергнуть охлаждению насыщенный водяным паром воздух, то это вызовет выделение избытка водяного пара, который становится жидкостью, конденсируясь на поверхности или образуя капли. Зимой, например, в теплой кухне, наполненной испарениями, окна, температура которых ниже, чем температура воздуха в кухне, покрываются туманом, «потеют».

В тропосфере, кроме горизонтальных перемещений воздушных масс (ветров), происходят существенные вертикальные перемещения, которые выявить труднее. Эти перемещения могут охватывать обширные воздушные массы и вызывать общее вертикальное движение воздуха над целым районом либо могут быть очень локальными, образуя восходящие воздушные потоки, «лифты», используемые некоторыми птицами, а также планеристами.

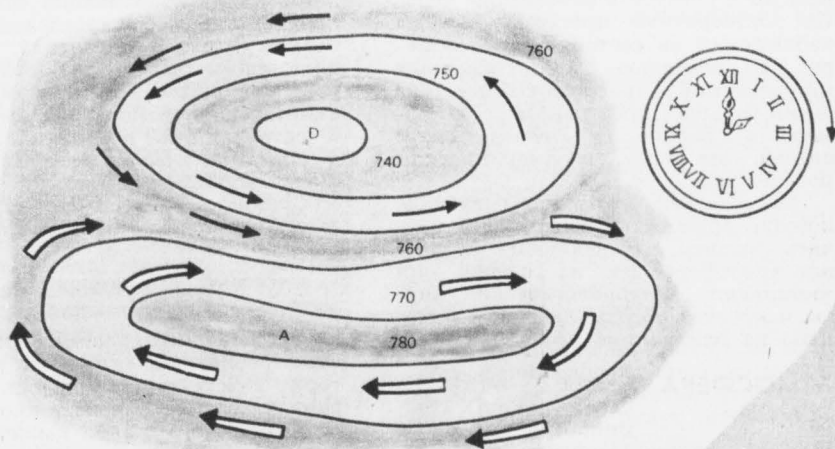
Вода находится в атмосфере в трех различных состояниях: жидком, твердом (лед) и газообразном (пар).



Рождение и смерть облака

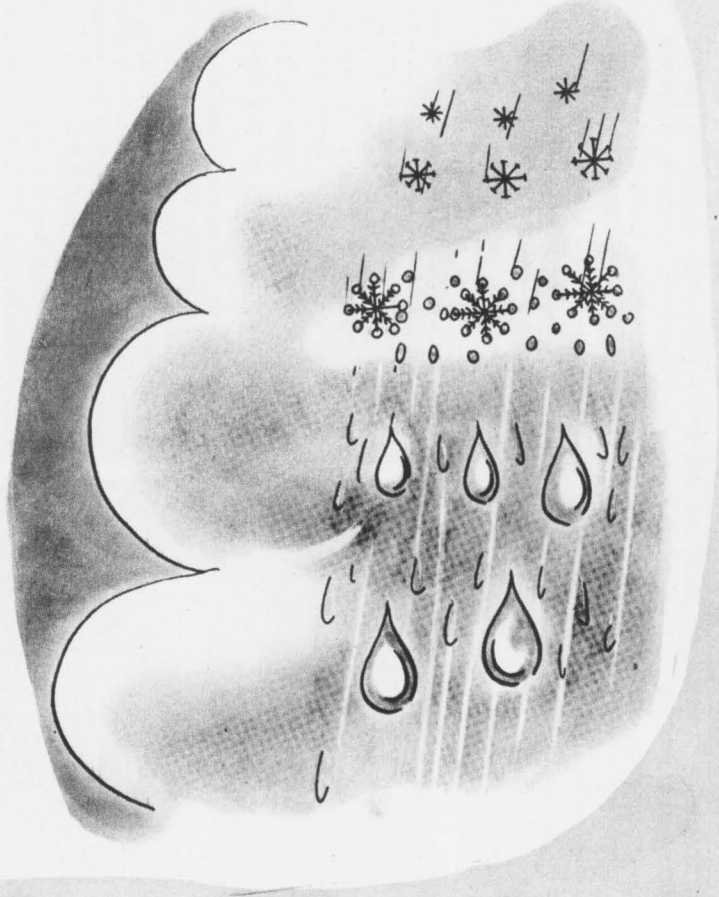
Карты атмосферных давлений

Ряд concentрических окружностей на метеокarte отмечают границы зон низкого (депрессии) или высокого (антициклоны) атмосферного давления, чрезвычайно важного для прогнозирования погоды. Окружности образуются из линий (изобар), которые соединяют все пункты, имеющие одинаковое атмосферное давление, точно так же, как на географических картах горизонтали соединяют пункты одинаковой высоты. Атмосферное давление постепенно снижается к центру депрессии и повышается к центру антициклона. В северном полушарии ветры движутся по часовой стрелке вокруг антициклонов и против часовой стрелки вокруг депрессий, а в южном полушарии они движутся в обратном направлении.





Появление облака вызывается многими причинами. Земля и океаны непрерывно испаряют влагу, которая конденсируется в виде водяных паров и смешивается с другими газами атмосферы. Насыщенный парами воздух, наталкиваясь на такие препятствия, как горы или массы холодного воздуха, вынужден подняться вверх. При этом он охлаждается, а водяные пары конденсируются, превращаясь в частички воды, и образуют облако. Облака, находящиеся на большей высоте (5—10 км), образуются из крошечных кристалликов льда и несут с собой дождь. Раньше считали, что эти кристаллики льда, опускаясь вниз, проходят через нижнее облако, соединяются с его капельками, увеличиваются и падают на землю в виде дождя (за исключением некоторых тропических видов) или, если холодно, в виде снега. Сегодня ученые полагают, что дождь может образоваться без кристаллов льда даже в нетропических районах: капельки постепенно сливаются во все большие капли, и в конце концов выпадает дождь.



Поскольку давление падает по мере увеличения высоты, воздушные массы подвергаются декомпрессии, и в результате их температура падает. Такой же эффект, только обратный, мы наблюдаем, когда пользуемся велосипедным насосом, который нагревается тем больше, чем выше давление в камере.

Если воздух очень насыщен влагой, водяной пар конденсируется в мелкую водяную пыль, образуя облака. При определенных условиях маленькие водяные капельки могут сливаться вместе, образуя более крупные капли, которые выпадают на землю в виде дождя.

ЦИРКУЛЯЦИЯ АТМОСФЕРЫ

Атмосферное давление неоднородно на любом заданном уровне, например у поверхности Земли. Если взять записи измерений давления, полученные с различных метеостанций, то можно заметить, что погода имеет свою «топографию». Если мы соединим на карте погоды точки с одинаковым давлением линией (изобарой), то обнаружим, что полученное изображение очень напоминает обычную рельефную топографическую карту с ее обозначениями возвышенностей и низменностей.

Зоны высокого давления, или антициклоны, вырисовываются как холмы, а районы низкого давления, или циклоны (их называют также «депрессиями»), соответствуют впадинам или долинам. Карта изобар, таким образом, является большим подспорьем в выявлении больших перемещений атмосферных масс, так как

изобары дают нам схему распределения давлений, которые контролируют движение воздушных потоков.

Воздушные потоки не направляются прямо из зоны высокого давления в зону низкого. На перемещение воздушных масс оказывает влияние вращение Земли, и ветры дуют в направлении, параллельном изобарам. В северном полушарии воздушные массы движутся по часовой стрелке вокруг антициклонов и против часовой стрелки вокруг циклонов (или депрессий). В южном полушарии направление движения воздушных масс обратное. Это движение можно проследить, изучая записи наблюдений за ветрами, полученные на каждой метеостанции.

Точки с одинаковой температурой соединяются линиями — изотермами; кривая изотерм дает общую картину температуры на заданном уровне (например, у поверхности Земли). Горизонтальные измерения температуры в основном незначительны, за исключением некоторых линий, вдоль которых изменения могут быть очень резкими.

Таким образом, атмосфера содержит отдельные узкие зоны, в которых происходят резкие изменения температуры. Линии на изотермической карте, указывающие эти зоны, называются фронтами. Фронт называют теплым, если теплые массы воздуха преобладают над холодными и вытесняют их, и холодным, если холодные массы воздуха вытесняют теплые. С этими фронтами связаны различные изменения погоды, в особенности образование облаков и зачастую дожди или снегопады.

МЕТЕОСТАНЦИЯ НАБЛЮДЕНИЯ

Метеостанция — основное звено в системе наблюдения за погодой. Каждая метеостанция устанавливается строго в соответствии с общепринятыми правилами: на незатененной стороне, по возможности покрытой травой, чтобы избежать отраженного солнечного излучения.

Метеостанция состоит в основном из специальной метеобудки, защищающей помещенные в ней приборы от прямого воздействия солнечных лучей, от ветра и дождя. Она напоминает корзину, хорошо вентилируемую и обращенную открытой стороной на север. Поэтому условия в любой ее точке одинаковы.

Какие же приборы находятся внутри метеобудки?

Термометры: обычный термометр; термометр, который фиксирует минимальную температуру за определенный период; термометр, фиксирующий максимальную температуру за тот же период; иногда помещают также термограф — специальный термометр, ведущий постоянную запись температуры.

Гигрометр: прибор, показывающий количество влаги в атмосфере. В этом приборе используется крученая жила либо крученая волосная нить, которая раскручивается, если в воздухе много влаги, или скручивается, если воздух сухой.

Психрометр: прибор, который также используется для измерения влажности.

Эвапориметр: прибор для измерения интенсивности испарения.

10 ГЛАВНЫХ ТИПОВ ОБЛАКОВ

Облака помогают предсказывать погоду, потому что показывают перемены в атмосфере. Сами по себе облака мало что говорят нам. Метеоролог должен знать, как они развиваются, меняются или рассеиваются на протяжении определенного периода времени и какие формы они образуют. Как правило, дождь вероятнее, если некоторые

высокие облака сгущаются, число их увеличивается, а основание снижается. Солнечную погоду можно ждать, если туман рассеется до полудня и основание облаков поднимется. Мы публикуем снимки 10 основных типов облаков, классифицируемых по международному стандарту на низкие, средние и высокие (по их высоте).

18 000 м

ПЕРИСТЫЕ

ВЫСОКИЕ ОБЛАКА

ПЕРИСТО-
КУЧЕВЫЕ

ПЕРИСТО-
СЛОИСТЫЕ

ВЫСОКО-
КУЧЕВЫЕ

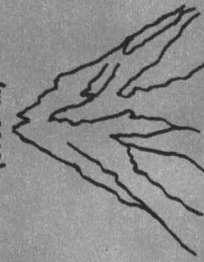
СРЕДНИЕ ОБЛАКА

ВЫСОКО-
СЛОИСТЫЕ

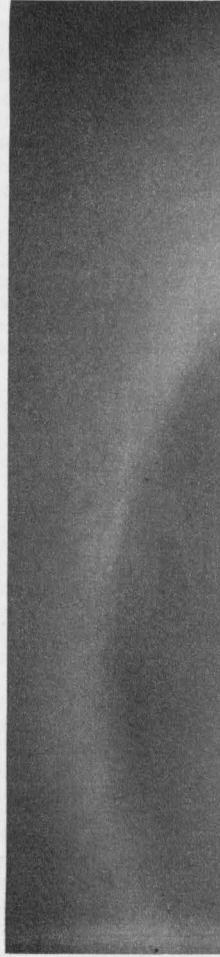
Эверест
(8832 м)



7000 м
Аконкагуа
(6959 м)



Гора Камерун
(4076 м)



Полосатые, беловатого оттенка прозрачные облака в виде тонких нитей, белых лоскутов или узких полос. Полосы могут располагаться параллельно друг другу либо выгладят спутанными. Перистые облака прозрачные, ибо состоят из мельчайших ледяных кристаллов.

Часто появление перистых облаков предвещает изменение погоды.

Похожи на множество маленьких пучков хлопка, образующих, образно говоря, «кучерявое» небо: как правило, бывают разной формы: в виде мелкой ряби, слоев, лоскутов; могут быть и шаровидными, располагаться единой массой или отдельно и более или менее однородной структуры.

Часто появляются вместе с перистыми облаками. Бывают видны перед штормами.

Напоминающие пелену облачные массы, иногда придающие небу беловатый или молочный оттенок. Недостаточно мощные, чтоб закрыть солнце. Перисто-слоистые облака можно отличить по появлению вокруг солнца или луны гало.

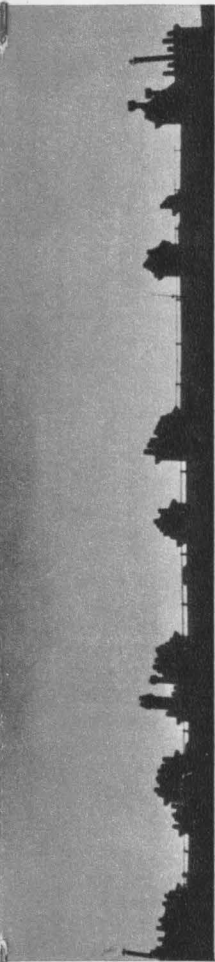
Как и перистые, перисто-слоистые облака часто указывают на приближение плохой погоды.

«Пестрое» небо. Белые или серые облака в форме клочков или полос. Могут появляться в виде небольших отдельных шарообразных сгустков, параллельных полос либо в виде ровных, слегка округлых масс. Солнце иногда видно сквозь верхние слои.

«Пестрое» небо обычно является признаком довольно плохой погоды.

Образуют ровные белые или серые клочья по всему небу, но отдельные участки облачности достаточно тонкие и позволяют видеть солнце как бы сквозь дымку.

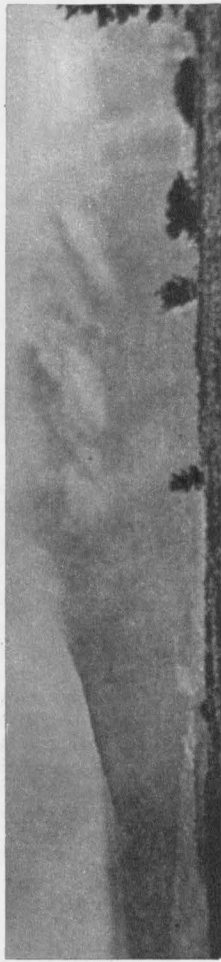
Эти облака — верный признак не-большого дождя.



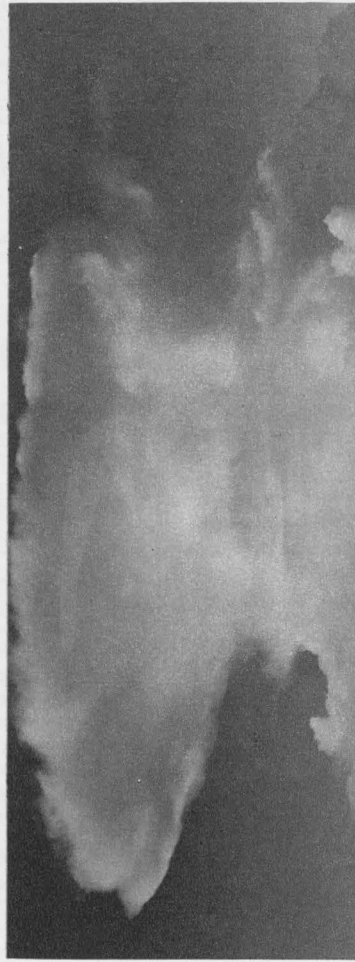
СЛОИСТО-ДОЖДЕВЫЕ



СЛОИСТО-КУЧЕВЫЕ



СЛОИСТЫЕ



КУЧЕВО-ДОЖДЕВЫЕ



КУЧЕВЫЕ

2000 м

Гора Вашингтона
(1917 м)



Серая, беловатого оттенка масса облаков. Почти всегда имеет более темные участки, составленные из расположенных в шахматном порядке клочков, округленных масс облаков и т. д. «Кучевое» [от *cumulo*, по-латыни: «куча», «груда»] указывает на скученные, нагруженные облака.

Редко приносят дождь; лишь иногда превращаются в слоисто-дождевые.

Обычно серый слой облаков, очень похожий на туман, поднявшийся над землей на сотни метров. Слоистые облака [от слова *strato*, означающего «похожий на пласт слой»] закрывают большие пространства. Иногда появляются в виде рваных лоскутов.

Зимой часто удерживаются весь день. Летом рассеиваются, и наступает хорошая погода.

Тяжелая, плотная облачность, которая развивается вертикально до больших высот в виде горы или огромной башни. Ее пик обычно выравнивается, «сплющивается» и приобретает форму наковальни или огромного пера.

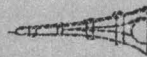
Облака, которым сопутствуют проливные дожди или штормы; часто называются грозовыми тучами.

Обособленные низкие облака, обычно плотные и резко очерченные. Развиваются вертикально в форме куполов или башен, чьи выпуклые верхушки часто напоминают цветную капусту.

При небольшой влажности и слабым вертикальном восхождении воздушных масс кучевые облака предвещают хорошую погоду. В противном случае они накапливаются в течение дня и могут вызвать грозу.

Вертикально восходящие облака могут развиваться до больших высот, в то время как их нижний слой лежит у земли

Эйфелева башня
(320 м)



МЕТЕОСТАНЦИЯ: СДЕЛАЙ САМ

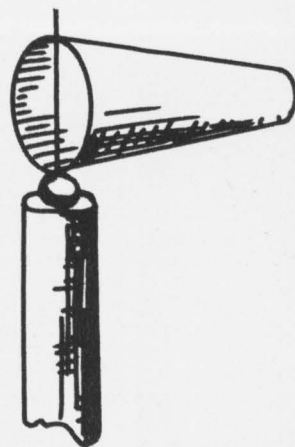
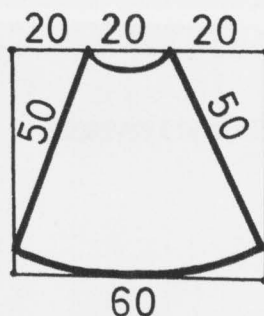
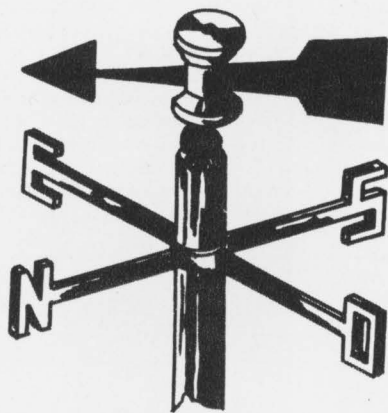
Хотите построить собственную метеостанцию, чтобы вести наблюдения за погодой? Не такая уж это сложная задача, как кажется на первый взгляд. Необходимые приборы можно купить в магазине или смастерить самому. Хорошо бы продумать работу всем классом, а учитель поможет вам в этом.

Некоторые приборы нужно поместить в хорошо проветриваемое укрытие (метеобудку). Другие, и барометр в том числе, установите снаружи. Чтоб защитить от солнечных лучей показания приборов, щитки, на которых



ФЛЮГЕР

Показывает направление ветра. Он устанавливается на вершине шеста. Флюгер можно сделать деревянным или металлическим и придать ему любую форму: от простой стрелы, укрепленной на пустой катушке из-под ниток, вплоть до веселой белочки, показанной на нашем рисунке. Но в любом случае конец стрелы или хвост белки должны быть шире передней части, с тем чтобы ветер мог дуть на их широкую поверхность и поворачивать флюгер вокруг оси. В качестве оси можно использовать большой гвоздь. На гвоздь насадите бусинку — от этого флюгер будет лучше вращаться вокруг оси. И последнее: поместите указатели четырех сторон света, выверенные по компасу.



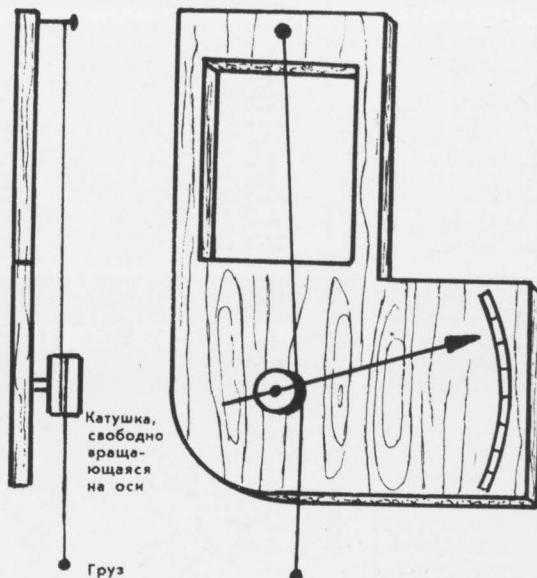
ФЛЮГЕР В ВИДЕ КОНУСА

Этот прибор также показывает направление ветра. Он известен и под названием «ветряной чулок» или «ветряной рукав». Из куска легкой белой ткани сделайте выкройку (рисунок слева сверху: цифры указывают примерные размеры в сантиметрах). Затем сшейте края (помеченные на выкройке цифрами «50») вместе, с тем чтобы получился конус. Возьмите кусок прочной проволоки и сделайте из него кольцо, потом укрепите на нем широкий конец конуса. Приготовьте из проволоки два маленьких колечка и укрепите их на диаметрально противоположных сторонах кольца. Пришейте конус широким концом к проволочному кольцу. Пропустите тонкий металлический стержень сквозь оба маленьких колечка и укрепите стержень на верхушке шеста, который нужно воткнуть в землю. Чтобы конус свободно вращался на своей оси, как и в предыдущем случае, воспользуйтесь бусинкой. Можно укрепить оба описанных флюгера на одном шесте.

ГИГРОМЕТР

Служит для определения влажности воздуха. Его нетрудно сделать самому. Возьмите доску, выпиленную в форме буквы L, и прорежьте в ней небольшое оконце. Ниже оконца укрепите свободно вращающуюся небольшую катушку из-под ниток. На катушке укрепите стрелку и нанесите против ее конца шкалу с делениями.

Работа гигрометра основана на том, что волосяная нить удлиняется под действием влажности и укорачивается, если воздух становится суше. Укрепите обезжиренный человеческий волос одним концом над прорезанным оконцем, затем оберните его несколько раз вокруг катушки и к свободному концу подвесьте небольшой груз — этим вы создадите натяжение. Поместите под прибором миску с кипящей водой. Волосяная нить удлинится, и отклонение стрелки будет соответствовать 100% влажности. Отметив это положение стрелки на шкале, нанесите деления (градусы) на всю шкалу, сверяясь при этом с другим гигрометром, уже имеющим шкалу.



размещены приборы, а также метеобудку выкрасите в белый цвет. Если вы хотите придать метеостанции профессиональный вид, оградите ее забором. После этого вы можете приступать к наблюдениям и вести запись показаний приборов. Однако помните: успешных результатов можно добиться только при регулярном проведении наблюдений.

Затем попробуйте составить прогноз погоды для вашей местности. Сравните его с прогнозом, который сообщает радио или телевидение: если они расходятся, попытайтесь выяснить причину. Постройка и работа в самодельной метеостанции — увлекательное занятие, которое может стать вашим любимым делом на долгие годы.

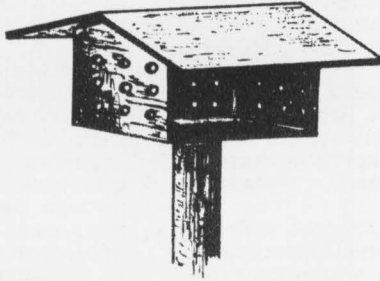
МЕТЕОБУДКА

Возьмите два деревянных ящика, один из них должен быть меньшего размера, так чтобы он свободно входил в другой. Между ними должно оставаться пространство. Снимите стенки обоих ящиков с северной стороны, а в других сделайте вентиляционные отверстия.

Проследите за тем, чтобы отверстия в наружном ящике не совпадали с отверстиями внутреннего ящика (во избежание проникновения солнечных лучей).

Термометры и другие приборы должны быть тщательно укрыты от солнечных лучей, дождя и снега, чтобы их воздействие не отразилось на показаниях приборов, в особенности опасны прямые солнечные лучи и лучи, отраженные от почвы и близко расположенных строений.

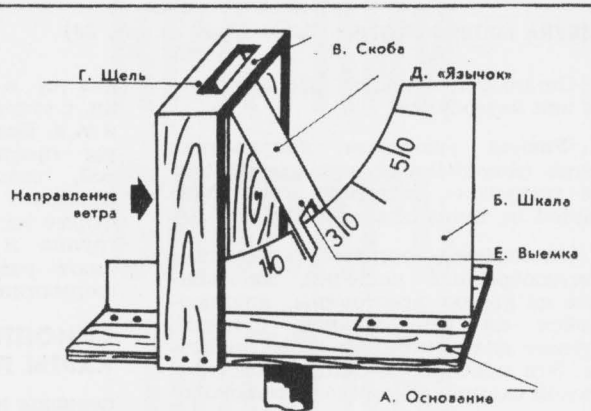
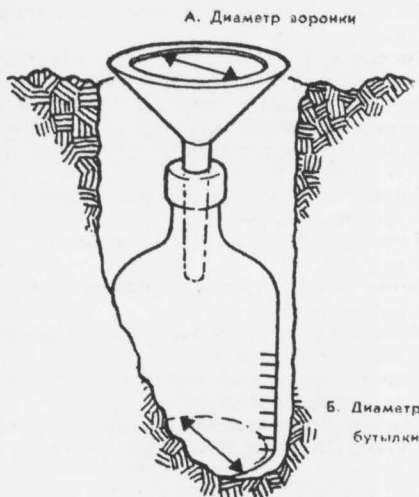
Крыша метеобудки должна быть двускатной — это защитит будку от осадков. Укрепите будку на открытом месте на высоте полутора метров от поверхности Земли (международный стандарт метеорологов). Подвесьте приборы на крючки, с тем чтобы они не касались стенок ящика.



ДОЖДЕМЕР

Простой дождемер служит для измерения количества дождевых осадков. Его устройство также несложно. Возьмите обычную неграненую бутылку и воронку. Воронка должна быть либо с крутыми стенками, либо иметь специальный горизонтальный ободок, что препятствует выбросу дождевых капель из воронки. Диаметр воронки (А) должен соответствовать диаметру основания бутылки (Б). Если вы не можете подобрать воронку соответствующего диаметра, возьмите любую, а затем, срезая верх воронки, доведите его до нужного диаметра.

С помощью линейки нанесите на стенку бутылки шкалу в миллиметрах, начиная отсчет снизу. Вставьте воронку в горлышко бутылки и закопайте ее в землю, с тем чтобы воронка на несколько сантиметров выступала из земли. После дождя извлеките бутылку и по нанесенной шкале проверьте уровень дождевой воды: предположим, он равен 3 мм — значит, это количество дождевых осадков в вашей местности.

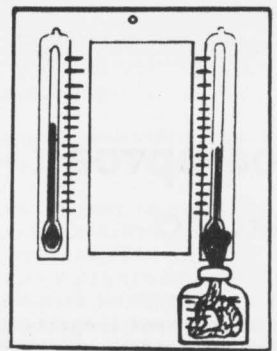


АНЕМОМЕТР

Служит для измерения силы ветра. Возьмите доску (примерно 30×30 см) за основание прибора (А), укрепите ее на верхнем конце шеста. Затем из прямоугольного металлического листа вырежьте шкалу (Б), как показано на рисунке. Нанесите на нее деления (градусы) и закрепите шкалу по центру основания. Из трех деревянных планок соорудите скобу (В) в виде перевернутой буквы «U». Укрепите скобу в виде мостика над шкалой, предварительно прорезав в поперечной планке скобы щель (Г). Вырежьте из легкого металла (например, из пустой консервной банки) прямоугольный «язычок» (Д), сделайте в нем с одного конца выемку (Е) в форме буквы «U». Укрепите над щелью в верхней перекладине скобы прямую булавку или гвоздь, конец металлического «язычка» оберните вокруг этого гвоздя, с тем чтобы «язычок» свободно на нем вращался. Другой конец «язычка» (Е) будет «ходить» по шкале, как показано на рисунке. Ориентируйте прибор по ветру, и металлический «язычок» будет отклоняться в зависимости от силы ветра.

Есть два способа градуировки шкалы вашего анемометра: 1) выставьте прибор из окна движущегося автомобиля и отметьте отклонения «язычка» на скоростях 10, 20, 30, 40 и т. д. км/час; 2) для вычисления скорости ветра можно воспользоваться Бофортовой шкалой (см. стр. 38).

ПСИХРОМЕТР



Как и гигрометр, служит для определения влажности воздуха. Укрепите на доске, друг возле друга, два одинаковых термометра. Один из них (на рисунке он слева) будет показывать температуру самым обычным образом. Под вторым термометром поместите банку с широким горлышком, наполненную водой. Из куска материи сделайте фитиль длиной примерно 20 см. Один конец фитиля обмотайте вокруг основания термометра, а другой опустите в банку с водой.

Если влажность воздуха очень большая, термометры будут показывать одинаковую температуру. Если же воздух очень сухой, вы заметите разницу в показаниях термометров. Таким образом можно составить относительное представление о влажности воздуха. Ученые же пользуются специальными таблицами (психрометрическими) для получения точных показателей влажности.

Остальные приборы располагаются вне метеобудки.

Флюгер указывает направление ветра (современный вариант флюгера «петушок», который устанавливается на шпилях церквей).

Анемометр — четыре небольшие конусообразные чашечки, насаженные на концы крестовины, вращающейся на вертикальном стержне, служит для измерения скорости ветра. Эти приборы соединены электрической схемой с домиком метеорологов, где на специальных шкалах и циферблатах фиксируются полученные измерения.

Гелиограф: прибор, записывающий на специальную, чувствительную к солнечному свету бумагу количество солнечного излучения за день.

На метеостанции есть также ртутный барометр для измерения атмосферного давления и барограф для постоянной записи величин давления.

Для измерения скорости ветра в верхних слоях атмосферы метеорологи пользуются шарами-зондами, наполненными водородом потолок подьема которых известен заранее. Следя за их полетом, метеорологи могут вычислить скорость и направление ветра, а также высоту нижнего края слоя облаков в тот момент, когда зонд в него проникает.

К шару может прикрепляться корзина с помещенным туда радиозондом, который передает на землю данные об атмосферном давлении, температуре и влажности.

КОДИРОВАНИЕ МЕТЕОИНФОРМАЦИИ

Все полученные метеорологические наблюдения собираются и пересылаются. Информация поступает из каждого уголка Земли, со станций, расположенных на верши-

нах гор, в глубинных районах Арктики, с судов метеослужбы, самолетов и т. д. Все данные поступают в центры прогнозирования погоды в специальной, специально закодированной — согласно международному коду — форме из пяти групп цифр. Каждая группа и каждая цифра представляют различные элементы метеоинформации.

СИНОПТИЧЕСКИЕ КАРТЫ ПОГОДЫ

Наблюдения в установленные периоды наносятся с помощью цифр на схематические карты. Так получается синоптическая карта, дающая в схематической форме широкую картину состояния атмосферы в определенный момент над определенным районом земного шара.

Если мы сравним серию синоптических карт, полученных через определенные интервалы (6, 12, 18-часовые периоды), мы увидим, что картина погоды на этих картах значительно меняется в течение указанных периодов.

Циклоны и антициклоны движутся с большими или меньшими скоростями, увеличиваясь в размерах либо исчезая. Антициклоны могут сохранять статичность или медленно двигаться. Хотя циклоны также иногда проявляют статичность, они все же более мобильны. Фронты передвигаются вместе с воздушными потоками, в которых они оказываются.

Все эти погодные «ингредиенты» входят в состав более обширных воздушных течений и передвигаются с различной скоростью с запада на восток. Кроме карт состояния атмосферы у поверхности Земли, составляются карты движения воздушных масс в верхних слоях атмосферы на основании данных, полученных метеозондами на разных высотах. Эти карты включают только часть той

информации, которая используется для карт состояния атмосферы у поверхности Земли (давление: для карт с постоянным уровнем; или высота: для карт с постоянным давлением, температурой, влажностью и ветрами).

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ

Используя серию карт, метеоролог в состоянии оценивать движение и развитие различных элементов, из которых складывается то, что мы называем погодой, и у него появляется возможность составлять карту прогноза погоды, она предсказывает с определенной точностью атмосферное состояние в том или ином районе на время вперед, обычно на ближайшие 24 или 48 часов.

Но для того чтобы определить, как будет развиваться атмосферная ситуация, метеоролог должен в своих расчетах пользоваться также определенными правилами и физическими законами. Сейчас метеорологи имеют в своем распоряжении ЭВМ, которые помогают им в составлении карт прогнозов.

Метеоролог использует полученные карты прогнозов для того, чтобы составить прогноз погоды для определенного района, с учетом местных условий.

Тексты и рисунки, использованные в этой публикации, взяты из «Книги по метеорологии», изданной Центром педагогической литературы в Женеве (Швейцария), «Руководства по преподаванию естественных наук» (издание ЮНЕСКО) и «Руководства по изготовлению научных приборов из подручных материалов» Т. Э. Кальверо и Э. С. Сабадо.

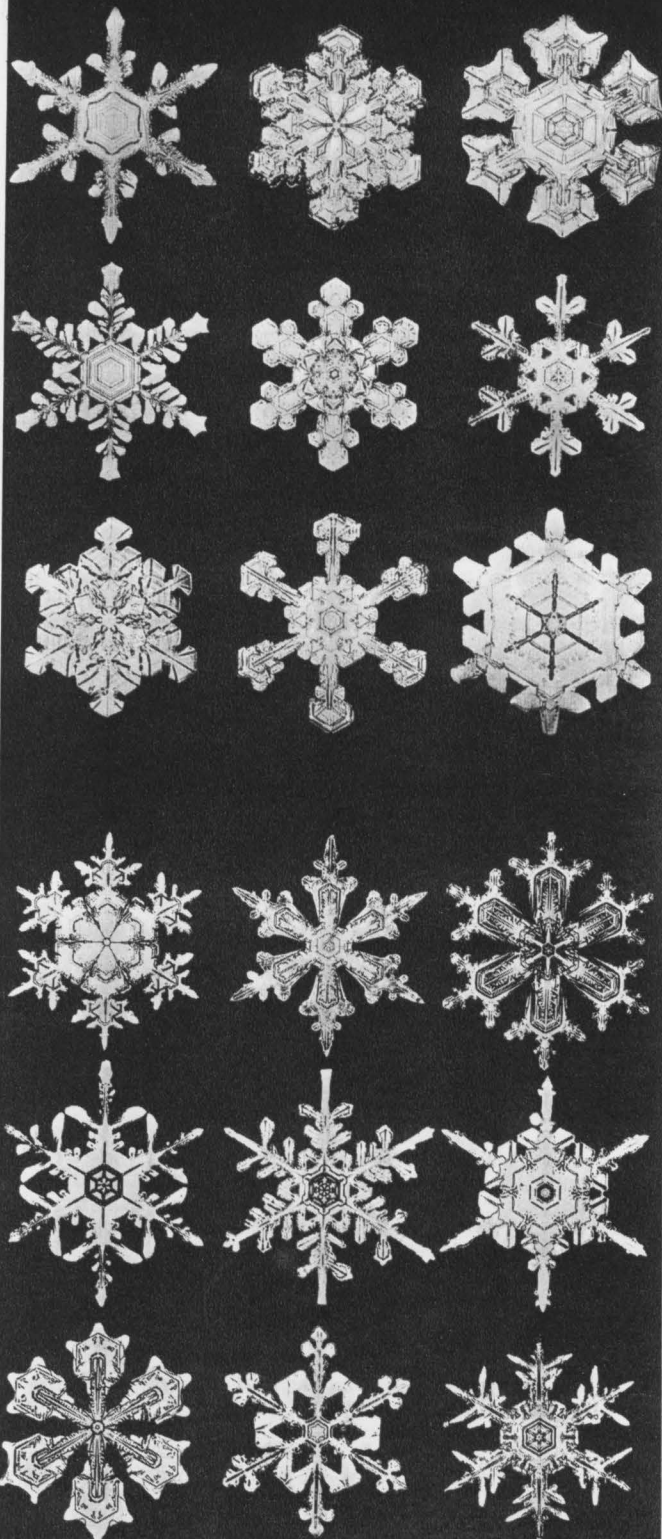
Бофортова шкала

Для обозначения скорости ветров метеорологи применяют серию числовых величин — шкалу Бофорта. Она была создана в 1806 году английским адмиралом Фрэнсисом Бофортом, установившим градации в зависимости от силы воздействия различных ветров на парусные суда: от штиля — 0 баллов до урагана — 12 баллов, «которому ни один парус не может противстоять». Шкала была принята в 1874 году международным метеорологическим комитетом для всеобщего применения на телеграфе. Сегодня шкала Бофорта определяется по скорости ветра, измеряемой в одних странах на высоте 10 метров над поверхностью Земли, в других — на высоте 6 метров.

Баллы	Название	Действие ветра на суше	Скорость ветра, м/сек
0	Штиль	Дым поднимается вертикально.	0—0,2
1	Тихий	Направление ветра заметно по отношению дыма.	0,3—1,5
2	Легкий	Движение ветра ощущается лицом; шелестят листья.	1,6—3,3
3	Слабый	Листья и тонкие ветки деревьев колеблются, ветер развеивает верхние флаги.	3,4—5,4
4	Умеренный	Ветер поднимает пыль и бумажки, приводит в движение тонкие ветви деревьев.	5,5—7,9
5	Свежий	Качаются тонкие стволы деревьев, на воде появляются волны.	8,0—10,7
6	Сильный	Качаются толстые сучья деревьев, гудят телеграфные провода.	10,8—13,8
7	Крепкий	Качаются стволы деревьев, идти против ветра трудно.	13,9—17,1
8	Очень крепкий	Ветер ломает сучья деревьев, идти против ветра очень трудно.	17,2—20,7
9	Шторм	Небольшие повреждения; ветер срывает дымовые колпаки и черепицу.	20,8—24,4
10	Сильный шторм	Значительные разрушения строений, деревья вырываются с корнем.	24,5—28,4
11	Жестокий шторм	Большие разрушения на значительном пространстве. На суше наблюдается очень редко.	28,5—32,6
12	Ураган	— » —	32,7 и более

Подобно тому как не существует двух одинаковых отпечатков пальцев, нет и двух одинаковых кристаллов снега. Хотя по общему контуру и структуре они очень похожи, размеры, форма и строение их удивительно разнообразны. Если воздух очень влажен, они слипаются и образуют снежные хлопья, состоящие порой из 50 снежных кристалликов. Очарованный их красотой, американский фермер и метеоролог Уилсон А. Бентли (Вермонт) ежегодно фотографировал их в огромном количестве. Почти половина из его 5000 микрофотографий представлена в книге «Кристаллы снега» [1931]. 18 из них представлены на нашем снимке.

Фото © У. А. Бентли из книги У. А. Бентли и У. Дж. Хэмфриса «Кристаллы снега», Нью-Йорк



КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ПОГОДЫ

Франсуа Ле Лионне
и Роже Клосс

Текст © Управления французского радиовещания и телевидения
Перепечатка воспрещается

ФРАНСУА ЛЕ ЛИОННЕ. Метеорологи оперируют сотнями терминов, неизвестных большинству людей — даже образованных, но не сведущих в явлениях атмосферы. Не приведете ли вы некоторые из этих терминов!

РОЖЕ КЛОСС. Приведу первые пришедшие на ум: антициклон, изобара, циклогенез, фронтолиз, гигрометеор или же просто гребень (гребень фронтальной волны, не имеющий никакого отношения к уходу за волосами), изогипс, семейство (семейство циклонов, в зоне которого чередуются густая облачность, ливневые дожди и кратковременные прояснения), фронт (столкновение между массами холодного и теплого воздуха, которое все же ассоциируется с театром военных действий).

Ф. Л. Л. Наверное, слова «фронт», «столкновение», «воздушные массы» имеют отношение к тому, что называют плохой погодой? С чем она связана!

Р. К. С различиями в атмосферном давлении. Там, где давление низкое, как правило, зона плохой погоды; где давление высокое — зона хорошей погоды.

Ф. Л. Л. Тогда напомните, пожалуйста, что такое атмосферное давление.

Р. К. Каждый, кому приходилось следить за показаниями барометра, знает, что атмосферное давление (которое соответствует тяжести воздуха, приходящейся на 1 см² площади) варьируется в зависимости от пункта земного шара и времени. Однако в каждый данный момент это давление имеет одну и ту же величину на воображаемой линии, которую можно обозначить на карте. Например, атмосферное давление одинаково в Багии, Кариньянье, Бразилиа, Арагуари. Линия, которая проходит через эти точки, называется изобарой (линия одинакового давления). Другая изобара (соответствующая другой величине) пройдет через Ильеус, Белу-Оризонти и Рио-де-Жанейро.

Таким образом, изобары соответствуют различным величинам атмосферного давления в данный момент на более или менее обширной территории. Их совокупность составляет так называемое барическое поле. Они имеют отметки в миллибарах — единице давления, соответствующей отрезку высоты ртути в трубке барометра (примерно $\frac{3}{4}$ мм); таким образом, среднее атмосферное давление, обозначаемое уровнем ртути в 760 мм, равно 1013,3 миллибара, другими словами, оно равно примерно 1033 граммам воздуха, которые «давят» на каждый квадратный сантиметр, а это и есть вес столбика ртути высотой 760 мм.

Так вот, эти изобарические линии замыкаются. Можно представить себе, что одна из них, скажем изобара 1000,



В январе на кабульском базаре (Афганистан).

КРАТКИЙ СЛОВАРЬ ПОГОДЫ (Продолжение)

проходит через Одессу, Бердичев, Гомель, Воронеж, Миллерово и возвращается в Одессу, описав таким образом несколько деформированный круг.

Внутри этой кривой могут вписываться другие кривые, все более маленькие и со все более низкими отметками: 975—970—965 миллибаров. В подобных случаях говорят, что налицо депрессия, охватывающая данный район, поскольку изобары с убывающей величиной атмосферного давления вмещаются друг в друга.

Но можно, напротив, встретить зону, где отметки повышаются по мере приближения к центру: это антициклон.

Итак, депрессия равнозначна зоне низкого давления, а антициклон — зоне высокого давления.

Эти понятия важны, так как позволяют устанавливать зоны хорошей и плохой погоды.

Ф. Л. Л. Но можно ли, имея данные о депрессиях и антициклонах, извлечь из них интересующую нас информацию о предстоящей погоде? Помогают ли они понимать объявляемые прогнозы!

Р. К. Несомненно. Депрессия сопровождается тем более интенсивными явлениями, чем она глубже (то есть чем ниже отметка в центре), чем меньше она в диаметре, чем быстрее ее перемещение. Иначе говоря, маленькая депрессия с очень низким давлением в центре может сопровождаться бурей. Словом, когда обладаешь этими ключами, всякое графическое изображение метеорологических явлений сразу расшифровывается. Это особенно заметно на схематических картах, которыми иногда иллюстрируются телевизионные метеосводки.

Вокруг антициклонов ветер кружит по часовой стрелке, а вокруг депрессий — против часовой стрелки. Этот простой, но абсолютный закон действует в северном полушарии. В южном полушарии — в силу вращения Земли — все наоборот.

Расположение депрессий и антициклонов на карте, таким образом, сразу же показывает общее направление ветра в том или ином районе. Так, на востоке обширного антициклона в северном полушарии будет дуть северный ветер, а на западе — южный. Легко можно вообразить всевозможные комбинации и все ветры, которые им соответствуют, а тем самым составить представление о температуре.

Ф. Л. Л. Вы говорите о буре в терминах, довольно близких к таким понятиям, как «циклон», «тайфун» и «торнадо»; быть может, вы скажете по этому поводу несколько слов!

Р. К. Действительно, относительно слова «циклон» может возникнуть путаница. Этимологически это слово вызывает представление о круговращении. Мы знаем теперь, что момент круговращения присущ депрессиям, вокруг которых кружат ветры, а в известных случаях и дожди. Циклон и есть депрессия, и в метеорологической литературе употребляют как то, так и другое слово. Однако обычно циклонами называют тропические циклоны, которые зарождаются над морями в жарких районах земного шара. Небольшие по размерам — в несколько сот километров в диаметре, с очень низким давлением в центре (900 миллибаров, или 675 мм ртутного столба), сопровождаемые очень сильными круговыми ветрами (иногда достигающими скорости более 200 км/час), они представляют собой явления, для которых типично круговращательное движение, отвечающее слову «циклон».

Ф. Л. Л. А перемещаются циклоны тоже очень быстро!

Р. К. К счастью, нет. Их скорость сравнительно невелика — порядка 20—50 км/час, что позволяет обнаруживать и следить за их приближением с помощью радаров или искусственных спутников, передающих изображения, на которых они прекрасно видны в форме облачного венца.

Ф. Л. Л. Что предполагает ясное небо в центре!

Р. К. В «глазу циклона» небо, как правило, безоблачное. Добавлю, что фотографии, сделанные при помощи спутников, доказали, что даже в циклонах наших широт, а лучше сказать, в депрессиях, сопровождаемых облаками и дождем, часто наблюдается этот маленький глаз в центре, подтверждающий, что они образуются подобно тропическим циклонам.

Ф. Л. Л. Кстати, как и почему возникают тропические циклоны!

Р. К. Циклоны образуются главным образом в морских зонах тропиков — там, где температура моря (и соприкасающегося с ним воздуха) очень высока по сравнению с температурой вышележащих воздушных масс, что вызывает сильные восходящие токи, увлекающие чрезвычайно влажный воздух. Эти условия в обоих полушариях создаются по преимуществу в теплое время года.

Ф. Л. Л. А как долго живет циклон!

Р. К. В среднем около недели, после чего депрессия либо заполняется, либо расширяется и сопровождающие ее явления стихают.

А вот еще два определения: тайфун и ураган. Тайфуны — это всего лишь местное название циклонов Китайского моря; ураган — тоже синоним тропического циклона, распространенный главным образом в англоязычных странах.

Ф. Л. Л. Мне хотелось бы продолжить наш урок метеорологического языка. Какое слово вы предложите теперь!

Р. К. Чтобы немного отвлечься от этих «сухих» материй, мы могли бы поговорить о пассатах. Это слово, вообще-то говоря, всем известно, но оно даст нам возможность совершить небольшую экскурсию в открытое море.

Ф. Л. Л. Прекрасная мысль. Пассаты, которые ангlosаксы называют trade-winds (буквально — торговые ветры), потому что во времена парусного флота они облегли торговлю, облегчили и путешествия из Европы в Америку Христофору Колумбу...

Р. К. ...которому заодно приписывают открытие этих регулярных ветров. Замечу, что слово alizés, означающее по-французски пассаты, происходит, как полагают, от старофранцузского alis — правильный. Пассаты действительно почти постоянно дуют между тропиками, в северном полушарии — с северо-востока, а в южном полушарии — с юго-востока.

Происхождение их сходно с описанным выше возникновением воздушных течений вокруг антициклонов, которые господствуют в тропических зонах океанов, тогда как низкие давления господствуют на экваторе.

Пассаты не очень сильные ветры: их скорость — 15—30 км/час, и они, как правило, сопровождаются хорошей погодой.

Ф. Л. Л. А что происходит между этими двумя течениями на самом экваторе!

Р. К. На экваторе царит безветрие. Экваториальные штили тоже были хорошо известны мореплавателям времен парусного флота. Англичане называли эти края horse-latitudes (конскими широтами). И видимо, вот почему: когда на кораблях, которым иногда приходилось проводить в этих широтах много дней и даже недель в ожидании ветра, истощались запасы воды и сена для лошадей, не оставалось ничего другого, как выбрасывать за борт несчастных однокопытных, чтобы избавить их от мучительной агонии.

Ф. Л. Л. Поскольку мы говорим о ветре, не могли ли бы вы объяснить нам, что такое шквал, который, очевидно, не надо смешивать, как это иногда делают, с тем, что метеорологи и моряки называют очень крепким ветром!

Р. К. Что же, уьем одним выстрелом двух зайцев: дадим определение и тому и другому. Шквал — это резкое и кратковременное увеличение скорости ветра, какое часто наблюдается во время грозы. Многочисленные, повторяющиеся шквалы характерны для неустойчивого, вихревого воздуха. Скорость ветра может скачкообразно возрастать и на несколько секунд превышать 20 м/сек, что небезопасно для легких сооружений, чувствительных к ветру, — палаток, башенных кранов и парусных судов.

Очень крепкий ветер, при котором дается так называемое штормовое предупреждение для парусных судов, — это ветер средней скорости свыше 34 узлов, то есть 62 км/час, что равнозначно силе в 8 баллов в шкале ветра, которой пользуются в морской метеорологии и которая называется Бофортской шкалой — по имени составившего ее английского адмирала. Вероятная высота волны во

время такого ветра превышает 5 метров, что весьма опасно для парусного судоходства. Следующая ступень — шторм — соответствует ветру скоростью 75—88 км/час.

Ф. Л. Л. Раз уж мы занялись вопросами, волнующими мореходов, не разъясните ли вы, что такое бризы, которые для них куда приятнее бурь!

Р. К. Бризы — это местные ветры, как правило слабые, направление которых периодически меняется в течение дня. Солнце нагревает побережье — как почву, так и море. Поскольку суша прогревается сильнее, чем вода, над ней образуются восходящие токи, вызывающие тягу воздуха с моря. Таким образом, примерно через три часа после восхода солнца поднимается морской бриз, который продолжается до заката. Песчаные и скалистые берега, обладающие повышенной способностью поглощать тепло, помогают возникновению этого явления. Напротив, при наличии растительного покрова оно бывает выражено не столь отчетливо.

Ночью земля охлаждается быстрее, чем море, и образуется обратное воздушное течение — с суши на море, то есть материковый бриз. Это чередование ветров, кстати сказать, отчасти объясняет умеренный климат прилегающих к морю местностей: ночью их согревают континентальные бризы, днем освежают морские.

Ф. Л. Л. А не бывает ли в других районах явления того же рода!

Р. К. Бывают в горах. Ночью холодный воздух спускается с вершин, что влечет за собой понижение температуры. Днем воздух поднимается из долины к вершинам, что при известных условиях способствует возникновению гроз, которые могут застичнуть альпинистов. Между прочим, периодические прогревания и охлаждения земли и моря, вызывающие материковый и морской бризы, порождают и муссоны.

Ф. Л. Л. Я всегда считал, что муссоны — это сезонные ветры.

Р. К. Вы совершенно правы. Летом земля прогревается быстрее, чем океан. Поднимающиеся над землей теплые потоки воздуха создают зоны с низким давлением, и холодный воздух над океаном движется к земле. Эти потоки, насыщенные влагой с океанов, являются причиной образования облаков и ливней.

Постепенно продвигаясь от земли к горам (например, к Тибету), эти потоки воздуха конденсируются и осаждаются в виде тумана. Зимой процесс обратный: сухой воздух направляется с более холодной земли к океану. Название «муссон» произошло от арабского слова, обозначающего «сезон», и относилось к ветрам в районе Аравийского моря, которые дули 6 месяцев с юго-запада и 6 месяцев с северо-востока.

Ф. Л. Л. Следовательно, муссоны дуют и в других местах, а не только в Индии.

Р. К. Да, в основном самые сильные муссоны — в Юго-Восточной Азии, но их можно наблюдать также в районе западной части Тихого океана, северной Австралии, в отдельных районах Африки и даже на побережье Мексиканского залива.

Ф. Л. Л. Любопытно, а что означает слово «инсоляция»!

Р. К. Это прямой приток солнечной радиации; продолжительность ее определяется числом часов и минут, в течение которых на протяжении дня, месяца или года солнце было видно в данном пункте. Так, в июле средняя продолжительность инсоляции составляет в Париже 238 часов, в Ницце — 363, в Казани — 300, в Нью-Дели — около 200 (там в это время дуют муссоны), в Перте — 250, в Рио-де-Жанейро и в Аддис-Абебе — 200, а в полярных районах Антарктики, где всю зиму длится ночь, разумеется, 0 часов, ведь там июль — зимний месяц.

Ф. Л. Л. Когда солнце более или менее скрыто тучами, в небе, в частности вокруг звезд, Солнца и Луны, можно наблюдать световые явления, которые часто смешивают и путают. Я имею в виду гало и венцы. Не могли бы вы уточнить значение этих слов!

Р. К. Да, действительно можно наблюдать известное число фотометеоров, как иногда называют оптические

явления в атмосфере по аналогии с гидрометеорами, к которым относятся дождь, снег, туман и т. д. Из этих оптических явлений чаще всего наблюдаются гало, венцы и, разумеется, всем известные радуги. Гало имеет вид светящегося круга вокруг Солнца или Луны. Иногда вокруг первого круга появляется второй и даже блестящие точки, световые столбы и касательные дуги.

Эти явления вызываются преломлением света при прохождении его через кристаллы льда, которые, когда их очень много, образуют облака верхнего яруса или сплошную пелену, что часто предвещает непогоду.

Ф. Л. Л. «Круг далеко — дождь близко» — такова примета, в общем довольно верная.

Р. К. Да, конечно. Еще говорят: «Круг близко — дождь далеко». Но при этом речь идет уже о венце — гораздо более расплывчатом круге, который вырисовывается вокруг Солнца или Луны. «Луна в воде», — говорят в таких случаях земледельцы. Ярче окрашенный, чем гало, ближе примыкающий к светилу, более широкий и рассеянный, венец обуславливается разложением света вследствие ряда дифракций, вызванных его прохождением уже не через кристаллы, а через мелкие капельки воды, образующие неплотные облака. Поэтому венец наблюдается, когда на небе средние облака из тех, что называют барашками. Они могут предшествовать умеренно плохой погоде с небольшими дождями, но это не безусловное правило.

Чтобы уточнить вопрос о приближении непогоды, остановимся на термине «возмущение» (атмосферное). Возмущение — это в некотором роде болезнь атмосферы, соответствующая происхождению депрессии.

Она начинается с «инкубационного» периода: ветер поворачивает на юг или юго-запад (возьмем самый простой пример — классический для умеренных климатических областей северного полушария), давление понижается, в небе появляются мелкие облачка, число их все растет, пока они наконец не образуют сплошную, хотя и разреженную, пелену перисто-слоистых облаков, заволакивающую все небо.

Пелена становится все более плотной, и начинается дождь. Стрелка барометра — на самой низкой отметке. Ветер поворачивает на запад, в облаках появляется первая брешь, первый просвет. Но прежде чем снова наступит ведро, идут проливные дожди, перемежаемые прояснениями, все более частыми. Ветер дует сильнее, иногда со шквалами, и поворачивает на северо-запад. Стрелка барометра поднимается. Наконец все небо очищается и устанавливается ясная погода.

Ф. Л. Л. Прекрасно. Теперь перейдем к явлениям, которые называются туманом и видимостью.

Р. К. Туман встречается опять-таки на берегах океана. В некоторых странах моряки употребляют слово «дымка» для обозначения всякого более или менее значительного понижения видимости, а метеорологи говорят о тумане, когда видимость меньше 1 километра, и о дымке, когда видимость равна 1—2 километрам.

Ф. Л. Л. Можно ли точно измерить видимость?

Р. К. Можно. С помощью установок, в которые входят система источников света, расположенных на определенных расстояниях, и фотоэлемент, позволяющий определять степень мутности воздушной среды. Такие весьма совершенные установки действуют на посадочных площадках больших аэродромов. Многочисленные табло на контрольных вышках позволяют «воздушным контролерам» видеть, на каком расстоянии опознавательные знаки посадочной площадки различимы пилотом.

Ф. Л. Л. Туман, это скопление мельчайших капелек воды, взвешенных в воздухе, естественно наводит на разговор о другом явлении, нередко связанном с загрязнением атмосферы, — важной проблемой нашего времени.

Р. К. Это заставит нас подняться повыше в атмосферу, чтобы объяснить, как скапливаются в низких слоях различные отходы, которыми люди загрязняют воздух, имеющий для них жизненное значение.

По опыту известно, что температура, по крайней мере в нижнем слое атмосферы (тропосфера), понижается примерно на $0,6^\circ$ с подъемом на каждые 100 метров, так что на высоте 10 000 метров в среднем уже — 60° . В самолетах воздух кондиционируют, но в приземных слоях атмосфе-

ры наблюдаются многочисленные «исключения» из этого правила. Стоит легкому туману окутать Париж, и термометр на Марсовом поле показывает 10° , а на вершине Эйфелевой башни — 15° . Это случается нередко зимой: ночью, при ясном небе и слабом ветре почва — в силу излучения — теряет значительное количество тепла.

Воздух, соприкасающийся с ней, делается более тяжелым и неподвижным, а воздух, находящийся выше, — в силу плохой теплопроводности, — сохраняет прежнюю температуру или лишь неощутимо меняет ее. Он становится более теплым, чем приземный воздух или по крайней мере более теплым, чем должен был бы быть на этом уровне при нормальном спаде температуры. Налицо так называемая температурная инверсия. Она соответствует большей устойчивости воздуха. На ее уровне имеется как бы энергетическая крышка, мешающая всякого рода обмену, и дым, пыль, выхлопные газы застаиваются над самой землей. Загрязнение воздуха непрерывно возра-

Ф. Л. Л. Значит, перед наступлением периодов температурной инверсии, которые можно предвидеть, необходимо принимать особые меры предосторожности!

Р. К. Да. В индустриальных районах с очень высокой концентрацией промышленности предусматриваются меры, направленные к тому, чтобы предприятия, загрязняющие атмосферу вредными отходами, снижали свой темп производства или, если возможно, употребляли менее «грязное» топливо и сырье. Инверсию обнаруживают с помощью радиозондов. Зондирование позволяет определять температуру на различных уровнях высоты вплоть до 20 километров.

Ф. Л. Л. А что происходит над слоем инверсии?

Р. К. Там спад температуры опять становится правилом, если только нет второго слоя инверсии, возникающего, например, в результате подъема теплого воздуха на высший уровень, что может служить признаком наступившего возмущения. Еще выше, то есть на высоте примерно 10 километров в умеренных областях, 7 — на полюсах и 17 километров на экваторе, начинается стратосфера, где температура перестает падать, а затем начинает подниматься.

Ф. Л. Л. Какая же там минимальная температура!

Р. К. Порядка -50° на полюсах, -56° в умеренных областях и -85° на экваторе. Поэтому для самолета, летящего от полюса к экватору на высоте 15—17 километров, понадобился бы кондиционер повышенной мощности, потому что внешняя температура понижалась бы на протяжении полета от -50° до -85° , хотя на земле становилось бы все теплее.

Ф. Л. Л. Мы можем мысленно продолжить наш подъем, чтобы лучше узнать высокие слои атмосферы. Люди пересекают их, устремляясь еще выше. Мы столкнемся при этом с необычными словами, интересными понятиями, характерными для начала межпланетной эры. Вы говорили о тропосфере, где (по мере подъема) температура понижается. Затем упомянули, что выше, в стратосфере, она сначала держится на одном уровне, а затем поднимается.

Р. К. Правильно, в этом слое от 10 до 50 километров температура поднимается от -56° до 0° . Нагревание объясняется главным образом присутствием озона, достигающего на высоте около 35 километров максимальной концентрации. Вопреки прежним представлениям в этой зоне дуют сильные ветры — скорость их достигает 350 км/час.

Над стратосферой, в слое примерно 30 километров толщиной — в мезосфере, температура снова понижается, и понижается быстро, потому что на высшем уровне этого слоя, то есть на высоте 80 километров, она достигает приблизительно -90° .

Затем, в так называемой термосфере, которая простирается до пределов нашей атмосферы, то есть примерно до 1000 километров в высоту, температура снова поднимается, претерпевая большие колебания. Выше 200 километров ввиду скорости разреженных молекул воздуха температура достигает нескольких сот градусов.

Иероглиф в небе

Облако из паров натрия выписывает причудливые иероглифы на высоте нескольких сот километров во время запуска ракеты для измерения силы ветра и температуры. Результаты запуска, произведенного Национальным управлением по авиации и исследованию космического пространства (США) в Уоллопс-Айленд (штат Виргиния), изучаются французскими учеными.

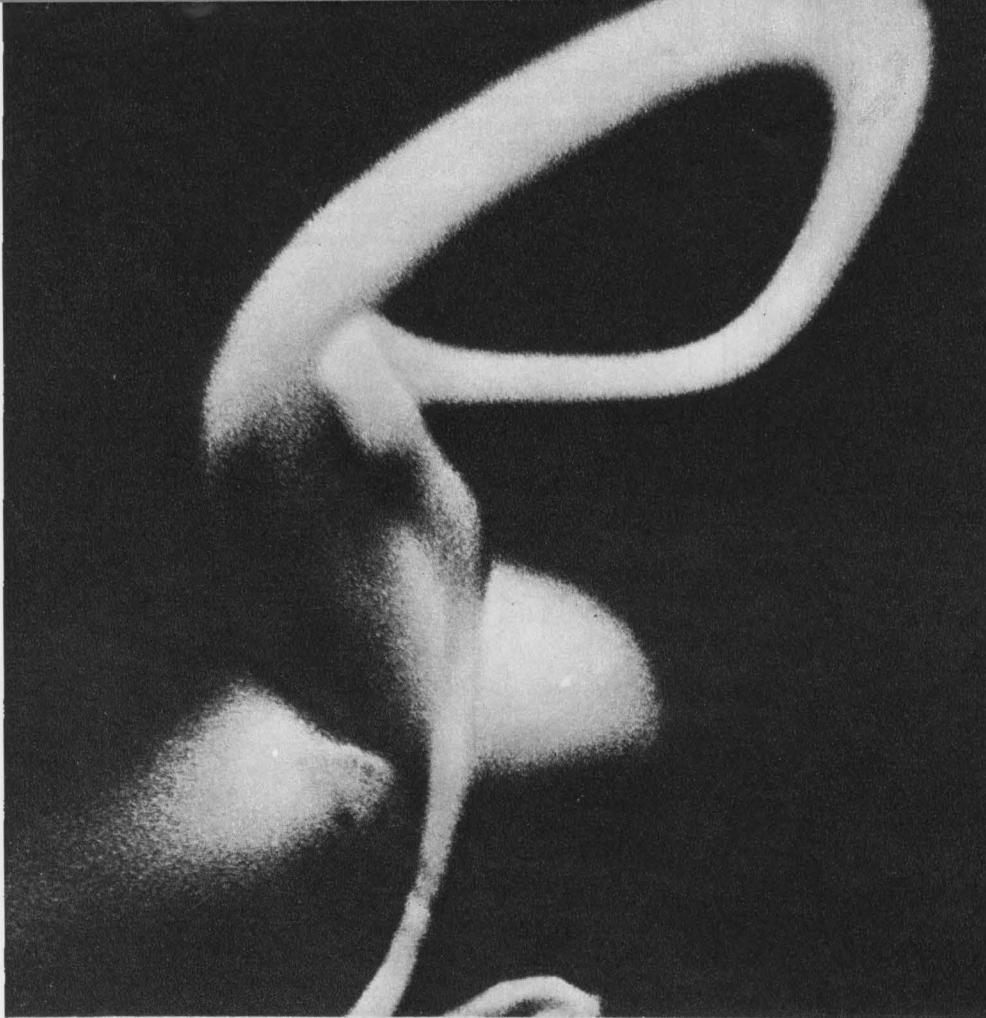
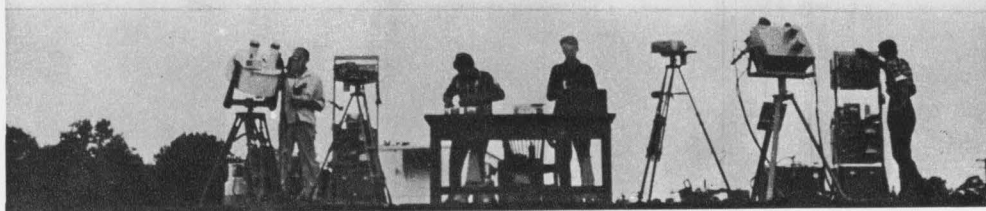


Фото © ЮСИС



Ф. Л. Л. В вашем метеословаре есть термин, который все знают и понимают, — прогноз. Формулировки прогнозов слишком категоричны, хотя они и выражают лишь предположительное состояние завтрашней погоды. Другое дело, когда речь идет, например, о предсказаниях приливов и отливов или положения светил.

Р. К. Я охотно признаю, что в метеосводках содержатся утверждения такого рода: «Завтра утром на западе страны будет облачно», подобно тому как астроном в любое время мог бы сказать: «В пункте с координатами $66^{\circ}20'$ восточной долготы и 20° северной широты годовое затмение Солнца начнется в 1 час 30,3 минуты по всеобщему времени».

Но, согласитесь, между этими двумя формулировками есть ощутимое различие: первая несколько расплывчата и приблизительна, тогда как вторая отличается математической точностью. Но если бы изо дня в день объявляли: «Согласно наиболее вероятному предположению относительно завтрашней погоды, утром небо будет затянуто тучами к западу от линии, проходящей через...», это было бы слишком скучно слушать.

Несомненно, даже используя мощные ЭВМ, метеорологи могут формулировать лишь такой прогноз, который представляется вероятным на основании более или менее полных сведений, имеющихся в их распоряжении, и более или менее приближенных уравнений, позволяющих выводить из определенных данных состояние и развитие атмосферы. Дать точный прогноз, несомненно, было бы большим шагом вперед, над этой проблемой работают, но решены еще не все вопросы.

Ф. Л. Л. Мне кажется, что в этой полезной беседе о метеорологии, которая близится к завершению, вы умышленно не раскрыли таинственные термины, упомянутые в самом начале: циклогенез, фронтолиз, изогипс.

Р. К. Хотя в метеосводках они почти не употребляются, можно дать их краткие определения: циклогенез, как показывает само слово, процесс образования циклонов; фронтолиз — распад фронта, то есть явления, сопровождающих столкновения воздушных масс различного происхождения; изогипс — такая поверхность в пространстве, на которой давление повсюду одинаково. На карте погоды она обозначается изобарой.

В общем, как видите, отпугивающие слова имеют простые значения. ■

ФРАНСУА ЛЕ ЛИОННЕ (Франция) — математик и инженер, председатель Французской национальной ассоциации писателей — популяризаторов науки (1950). Неоднократно выступал в «Курьере ЮНЕСКО» со статьями о развитии науки.

РОЖЕ КЛОСС — один из руководителей Французского национального метеорологического комитета, возглавляющий в нем Службу информации и связей с общественностью, член Совета Французской национальной ассоциации писателей, популяризаторов науки. Часто выступает по проблемам метеорологии в печати, на радио, по телевидению. Автор многих научно-популярных книг по метеорологии.

Картина запустения и смерти, запечатленная в Мавритании, повторяется на огромной, протянувшейся на тысячи километров полосе в южной Сахаре. Засуха и голод постигли более 10 стран Африки. Особенно пострадали Сенегал, Мавритания, Верхняя Вольта, Мали, Нигерия и Чад. Единственное средство существования для 70% населения этого района Африки — скотоводство, но над ним, по заключению ФАО, нависла реальная угроза гибели.

ЗАСУХА В АФРИКЕ

1 — трагедия миллионов
2 — зыбкие границы Сахары



Фото Мари-Лор де Деккер © Гамма, Париж

Жан Дреш

Во всех странах Африки южнее Сахары, от Мавритании до Судана, голод угрожает миллионам земледельцев и скотоводов; в поисках корма и воды они уходят с поредевшими стадами все дальше от родных пастбищ.

Их гонит засуха, длительное бездожде, отмечаемое вплоть до Центральной Азии — по всей периферии засушливой зоны, протянувшейся от тропической пустыни Сахары до континентальных пустынь Евразии.

Конечно, засуха не такое уж обычное явление в этих странах, и все живое здесь приспособилось к ней. В Африке эти районы носят арабское название Сахель, что означает «край», «граница», поскольку они не являются частью собственно пустыни, а только прилегают к ней.

Почвы здесь не такие минерализованные, как в нынешней Сахаре, растительность — степного типа: ред-

кая разбросанная (деревья, кустарники, однолетние семейства Graminaceae и др.).

В более низких широтах растительность становится гуще, сочнее. Постепенно местность переходит в саванну, где находят корм многочисленные травоядные, а значит, и хищники.

В этих районах человеку нет необходимости вести кочевой образ жизни или селиться в далеких друг от друга редких оазисах, как это происходит в самой пустыне. Здесь он может разводить крупный и мелкий рогатый скот, даже обрабатывать землю, не орошая ее.

И все же это рубежи пустыни. Человек и другие живые существа слепо следуют здесь ритму двух основных сезонов: для одного, более продолжительного, характерно почти полное отсутствие осадков («сухой» период), другой бывает влажным и жарким.

ЖАН ДРЕШ — профессор географии в Парижском университете и Высшей нормальной школе. Один из крупнейших специалистов по проблеме аридных зон (в частности, засушливых областей Северной Африки и Африки южнее Сахары). Автор многих работ на эту тему.



Природные условия Сахеля — следствие существования тропических областей высокого давления, которые отделяют экваториальные районы с низким давлением от районов с давлением, типичным для средних широт. Такие области высокого давления весьма устойчивы, и в результате сухие ветры дуют в направлении низких широт: это континентальные пассаты, известные в Западной Африке под названием «харматтан».

В течение северного лета дожди следуют за видимым приближением Солнца к созвездию Рака. Таким образом продвигаются массы влажного воздуха с Атлантического океана или с бассейна Конго с помощью южных ветров, которые отклоняются к северо-востоку, когда вторгаются в северное полушарие.

Эти воздушные массы и ветры, известные под названием «муссонов», встречаются с сухим тропическим

воздухом и пассатами, стелются под ними и поднимают их. Это время, когда выпадают дожди: они обильны и длительны на юге, когда масса влажного воздуха плотна; далее на север плотность непрерывно убывает. Возмущения происходят и здесь, но поздние полуденные вихри горячего воздуха становятся более сухими по мере того, как слой влажного воздуха редет и теряет большую часть влаги.

В этих условиях выпадение осадков и продолжительность сезона дождей сокращаются от 600—800 мм при длительности сезона дождей 5—6 месяцев до 250 мм при длительности сезона всего лишь 3 месяца.

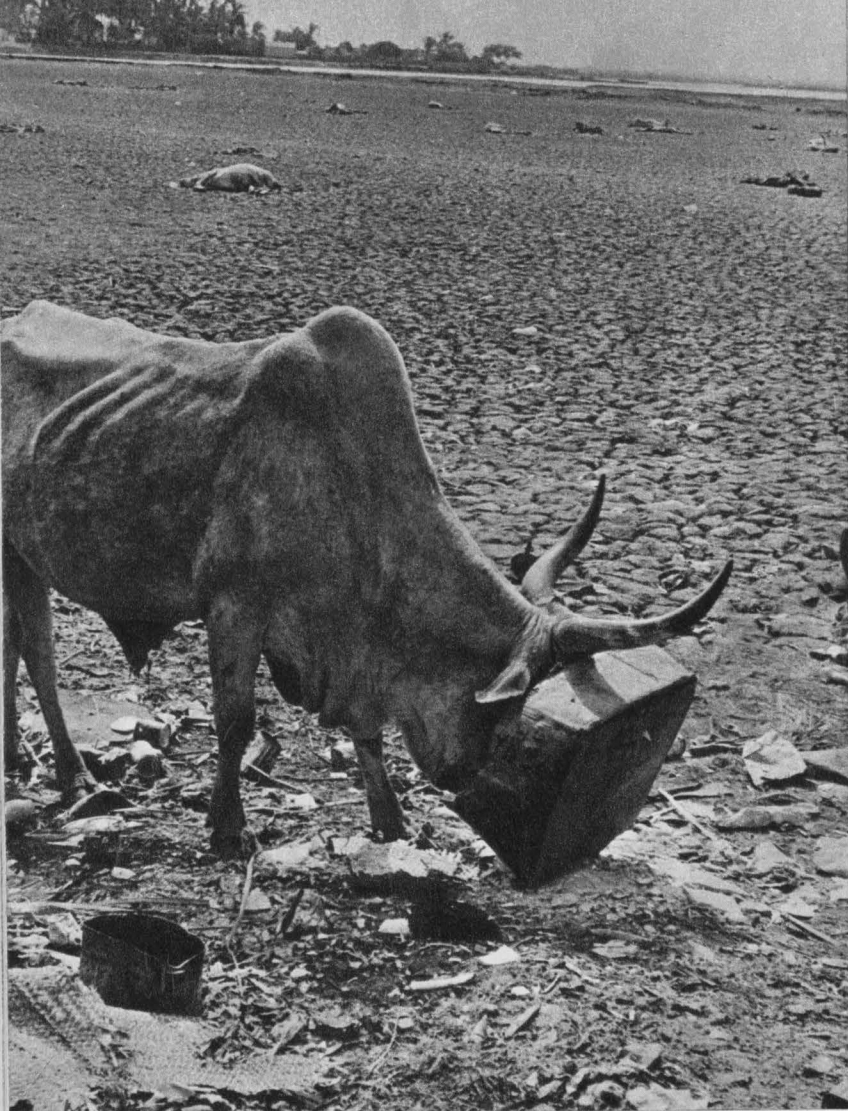
Чем короче сезон дождей, тем менее устойчив он в пространстве, во времени в течение года и от одного года к другому. Дожди начинаются то раньше, то позже, и их продолжительность может быть большей или меньшей.

Кроме того, температура также растет по мере видимого движения Солнца до тех пор, пока средняя максимальная температура в апреле и мае не достигнет 35 и 40°C, за исключением побережья. Дожди несколько снижают температуру, но она все же настолько высока, что испарение и транспирация днем втрое обильнее, чем ночью.

Дожди очень важны для сельского хозяйства, поэтому в первые два дня начала сезона дождей они должны быть не только частыми, но и интенсивными (20—25 мм).

Дожди в течение года не всегда распределяются наилучшим образом, и каждый год отличается от предыдущего. Иногда за серией благоприятных лет следуют один-два или целый ряд неблагоприятных.

Засушливыми были годы 1910—1914, вызвавшие подлинный голод. 1941—1942 годы были такими же; за-



Блестят под африканским солнцем рога и кости погибших от жажды коров и быков в Сенегале [внизу], а выжившие животные, которые еще пытаются отыскать пищу [слева], вызывают острую жалость.

С 1968 года многие страны к югу от Сахары терпят беспощадную засуху. С прошлого года там свирепствуют голод и смерть. Летом 1973 года дожди [в частности, в Мавритании] вселили надежду на то, что Республике Чад удастся избежать всеобщей катастрофы. Справа: деревенские ребята утоляют жажду, прильнув к ведру с водой. Слева внизу: женщина из Верхней Вольты делит с ослом свою норму воды.



Фото Брюля © Гамме, Париж

ЗАСУХА В АФРИКЕ (Продолжение)

засушливые годы следовали один за другим с 1968 года, в то время как десятилетие 1951—1960 годов было относительно влажным. Однако нет циклической закономерности, которая позволила бы предсказать приближение бедствия. Эти годовичные колебания выпадающих осадков были характерны для Сахеля и в прошлом.

Мы получаем многочисленные сведения об изменении климатических условий на протяжении четвертичного периода. Тогда тоже наблюдались резкие переходы от довольно влажных периодов к исключительно засушливым, во время которых ветры Сахары перемещали дюны на 200—300 километров южнее теперешнего их расположения.

С другой стороны, было обнаружено несколько влажных периодов, наиболее поздние из них наблюдались 6000 и 2300 лет назад. В Сахаре в те времена имелись обширные озера и, возможно, местное население занималось сельским хозяйством. Скотоводством стали заниматься значительно позже, сначала разводили лошадей, потом верблюдов. Даже в средние века земли не были такими засушливыми. Например, в Мавританском Адрае сохранилось много сельскохозяйственных поселений. Го-

дичное количество осадков составляло там, вероятно, от 400 до 450 мм — минимальная норма для ведения хозяйства на неорошаемых землях; оно вдвое больше теперешнего количества осадков.

Вероятно, с конца прошлого столетия стала возрастать засушливость этого района: осадков становится все меньше, колодцы высыхают, разливы рек менее часты и обильны, чем прежде, дюны становятся мощнее, растительность чахнет и исчезает дичь.

Значит ли это, что сам климат становится суше? Историческая хроника отмечает колебания, труднообъяснимые, но действующие не всегда в одном и том же направлении. Десятилетие между 1950 и 1960 годами было столь дождливым, что ускорило продвижение на север скотоводов, пастухов и земледельцев. Скотоводы в поисках пастбищ нередко враждуют из-за них с жителями Сахары, которые вынуждены покидать пустыню в засушливые периоды.

Поселившиеся в Сахеле земледельцы (будь то чернокожие крестьяне, сеющие просо, или жители Сахары) нередко попадают в услужение к кочевым племенам, которые переходят на оседлый образ жизни.

Так познаются естественные усло-

вия Сахеля, и человек приспосабливает к ним свое хозяйство.

Сегодня мы сможем использовать более глубокие научные знания о Сахеле и современную технику не только для облегчения положения населения, страдающего от засухи, но и для предотвращения самой засухи. Однако мы должны отдавать себе отчет в том, что Сахель — окраинный район мировой экономики.

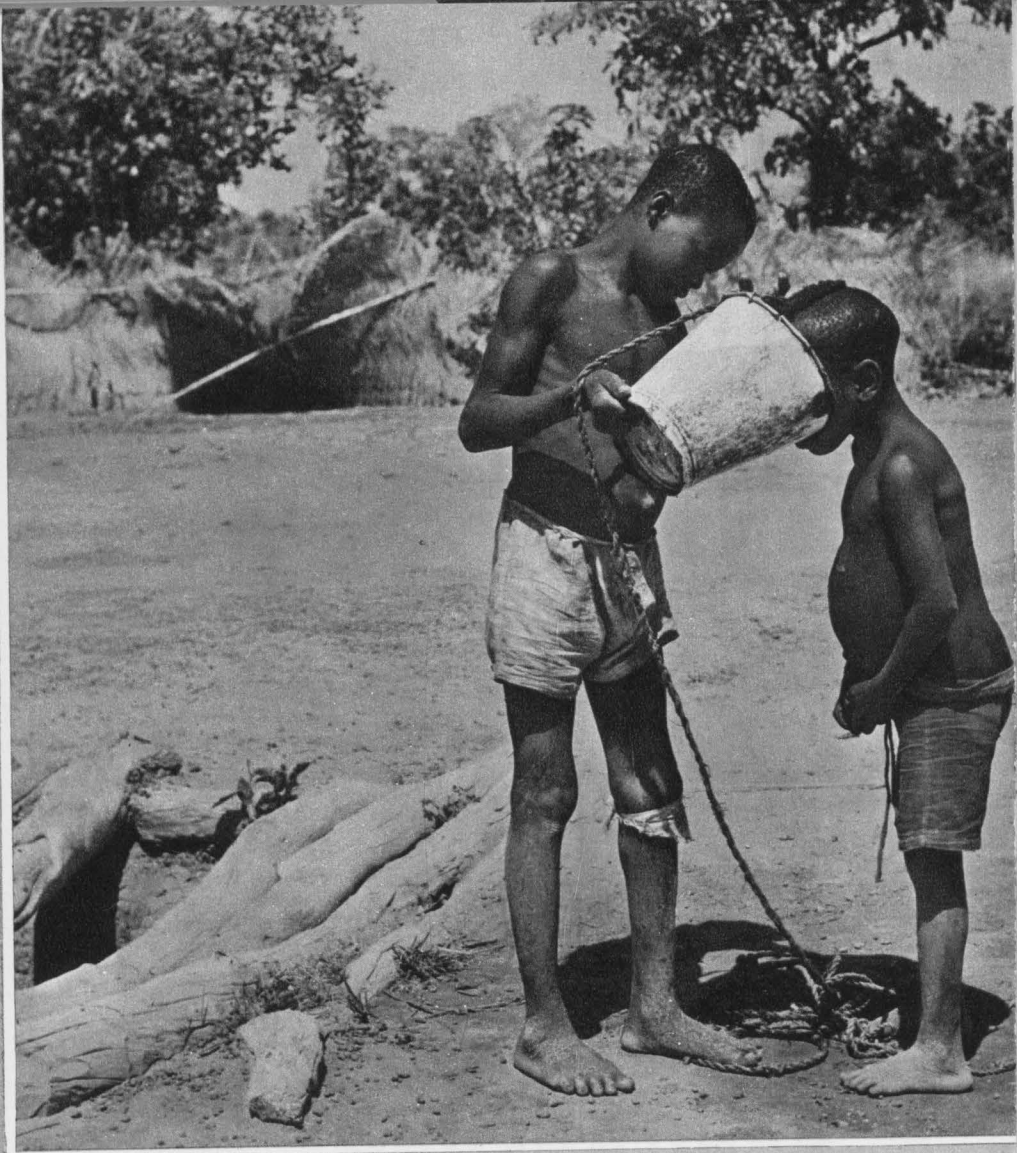
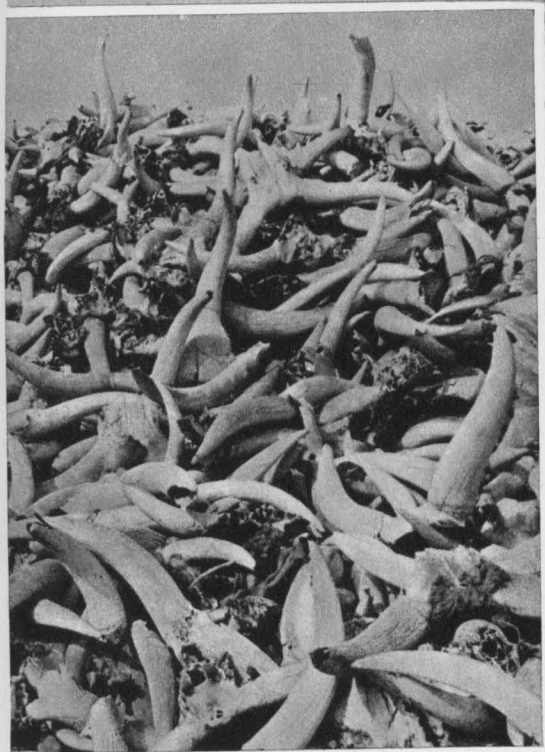
Усилия по развитию сосредоточены на районах южнее Сахеля, лучше орошаемых и дающих прибыльные урожаи экспортных культур — таких, как земляные орехи и хлопок, которые, как известно, не обогащают ни государства, производящие их, ни тем более крестьян, которые их выращивают. Более того, они истощают земли и, следовательно, усиливают опасность засухи.

Рост населения вынуждает жителей Сахары развивать скотоводство и обрабатывать большие площади земли. В засушливые периоды ожесточенная борьба за пастбища и расчистка земель под пахоту нередко принимают угрожающие формы. Но людям надо жить.

Тем не менее капиталовложения в эти периферийные районы всегда были недостаточными. Сооружаются

АПОФЕОЗ ЗАСУХИ

Фото Мари-Лор де Деккер © Гамма, Париж



колодцы, но в малом количестве, и они требуют ухода. Пастбища также требуют ухода, расширения и мелиорации, однако в этом направлении мало что предпринимается. Использование подземных водных ресурсов и в еще большей мере рек можно улучшить, но их развитие часто не выходит из стадии проектирования.

В наш век необходимо предвидение. Путем научного изучения природных и человеческих условий могут быть найдены решения, но, чтобы предотвратить катастрофу, потребуются еще проявление воли и необходимые средства. ■

Эта статья была опубликована в мае 1973 года в новом ежемесячнике Совета экономической и социальной информации, который освещает деятельность ООН в этих областях и посвящен проблемам развивающихся стран, чрезмерным расходам на вооружение, неравномерному распределению ресурсов, демографическому росту и загрязнению окружающей среды.

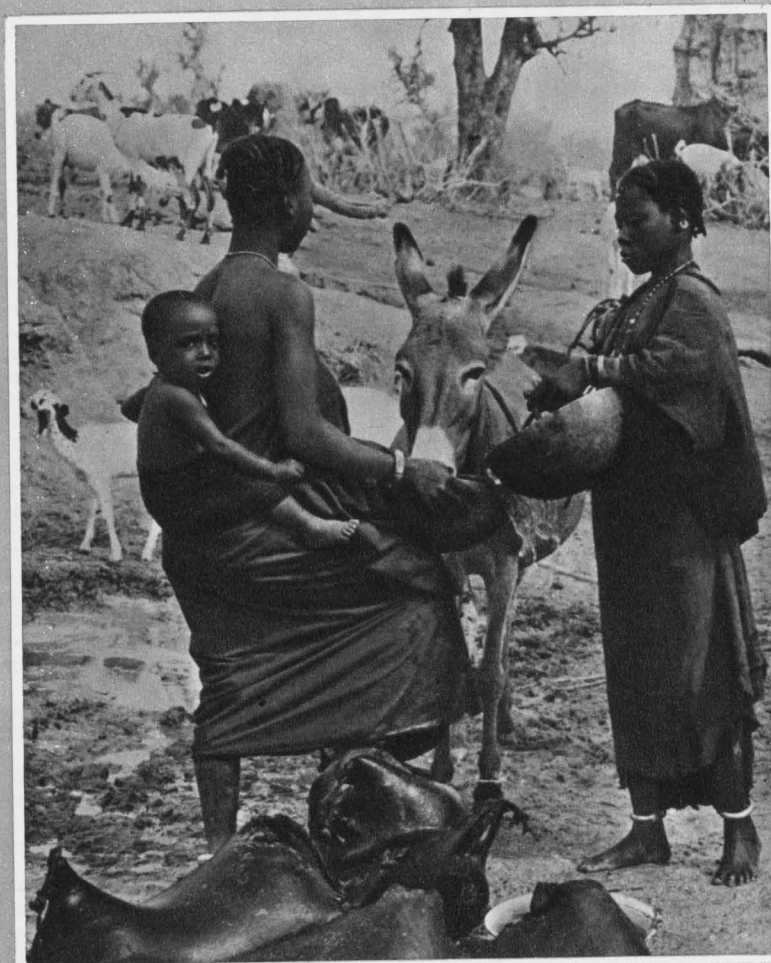


Фото © CIRIC, Женева

На инфракрасной пленке запечатлены похожие на страшные фантастические чудовища, возникающие из моря, атмосферные возмущения над огромной поверхностью Атлантического океана. Съемка производилась с высоты 800 километров метеоспутником «Нимб-II». Изучение общей циркуляции воздуха, предусмотренное ПИГАП, обещает сделать долгосрочный прогноз погоды значительно надежным.

МОЖНО ЛИ ПРЕДСКАЗАТЬ ЗАСУХУ И НАВОДНЕНИЯ

Насколько могут
быть точными
прогнозы на месяц?

Джером Неймиэс

ДЖЕРОМ НЕЙМИЭС — сотрудник Океанографического института имени Скриппса (Ла-Джолла, Калифорния), один из ведущих специалистов США в области метеорологии, удостоенный многих наград за свою научно-исследовательскую деятельность; широко известен разработанной им системой долгосрочного (в пределах месяца) прогнозирования погоды.



В эпоху быстрого развития коммуникаций человек может быть тут же предупрежден о надвигающихся стихийных бедствиях (наводнении, засухе, тропическом циклоне и урагане). Некоторые из них, например циклоны и ураганы, можно предсказать по меньшей мере за день или раньше, а современные меры предосторожности позволят сохранить человеческие жизни и материальные ценности.

Другие явления природы предвидеть труднее. Засуха, например, часто длится несколько месяцев, сезонов, а иногда и лет и приносит гораздо более ощутимый экономический ущерб. Поддаются ли прогнозированию эти коварные, устойчивые явления природы? И если нет, то станет ли это когда-либо возможным?

Еще свежи в памяти недавнее засушливое лето в СССР (1972); устойчивая засуха в странах к югу от Сахары, особенно, в Мали, Мавритании и Верхней Вольте, которая, по-видимому, стала продолжительнее; сезонные засухи в некоторых районах Индии и Австралии, а также «сека», или засуха, которая периодически поражает северные области Бразилии.

Восточные районы США подверглись в июне 1972 года наводнению,



Фото ©Национальной метеорологии, Париж

частично усиленному ураганом «Агнес» — самым разрушительным в истории США; и наконец, трагическое наводнение во Флоренции в 1966 году. Это примеры лишь наиболее крупных событий из климатологической летописи.

С незапамятных времен природа «впадала в буйство» и убеждала тем самым, что климат подвержен изменениям. Почему это происходит? К сожалению, человек еще не может полностью понять причины этих явлений и, следовательно, не в силах точно предсказать их. Тем не менее за последние десятилетия метеорологи и климатологи шагнули далеко вперед в исследовании явлений природы.

Деятельность ВМО, ВСП, а также Программа исследований глобальных атмосферных процессов (ПИГАП), разработанная Международным советом научных союзов, позволяют надеяться, что вопрос этот станет более ясным и в недалеком будущем, возможно, появятся долгосрочные прогнозы погоды (см. статьи на стр. 4 и 21).

А пока что прогнозы составляются на месяц, в лучшем случае на сезон. Один прогноз ничем не отли-

чается от другого, в основном все они устанавливают на обширных территориях количество выпадающих осадков (выше ли они, ниже, в пределах нормы) и температуру воздуха (выше ли она средней, ниже или обычная для этих районов). Современные методы в большинстве случаев пока еще не могут достаточно точно определить начало или окончание устойчивых засух (от одного сезона до нескольких лет). Нельзя также достаточно точно предсказать и продолжительные ливневые дожди, приводящие к наводнению.

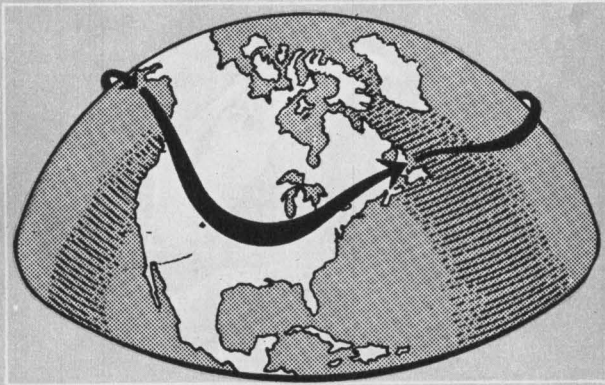
Попробуем проанализировать некоторые из уже известных причин, вызывающих засуху, и это поможет нам разобраться в сложности устойчивых атмосферных явлений. Первопричина засухи — опускание воздушных масс. Опускание воздушных масс — в несколько сот метров ежедневно — образуется в результате компрессионного нагрева воздуха, причем давление его при этом возрастает. Аналогичное явление происходит с велосипедным насосом при накачивании шин.

В то время как абсолютное количество водяного пара остается неизменным при опускании, относительная влажность снижается из-за

возросшей способности сохранения влаги теплым воздухом. Это препятствует образованию облаков, а если они и образуются, то ненадолго. Территории, над которыми происходит такое опускание воздуха (называемое «нисходящим движением воздушных масс») могут достигать 5 миллионов квадратных километров (то есть практически вся Западная Европа). При подъеме воздуха охлаждение способствует увеличению относительной влажности и облачности и в конечном счете выпадению осадков. Атмосферные циркуляции, вызывающие падение или подъем («центры действия») воздушных масс, связаны с горизонтальными волнами, распространяющимися с востока на запад в средних широтах. Эти волны проходят над землей на высоте от 3 до 15 километров и наверху обычно образуют выпуклости, направленные к полюсам или экватору (гребни или ложбины соответственно) и напоминающие тригонометрические синусоиды.

В полушарии одновременно могут существовать 5—6 таких волн. Опускание воздуха происходит в основном в гребнях, а подъем — в ложбинах. Эти явления могут быть, конечно, прослежены на любой ежедневной синоптической карте, а также на картах, составленных на месяц, сезон,

Что происходит в верхних слоях атмосферы



В верхних слоях тропосферы, то есть в нескольких милях над уровнем моря, по извилистым путям беспорядочно перемещаются в восточном направлении вокруг земного шара узкие потоки стремительно движущегося воздуха. О существовании подобных потоков догадывались еще в начале XX века, однако только с увеличением в 40-х годах высоты полетов подтвердилась догадка о так называемых «струйных течениях». Самые мощные из них встречаются в средних широтах. Над южным полушарием они почти всегда движутся с запада. В северном полушарии под влиянием континентов происходят возмущения, и воздушные потоки иногда отклоняются и движутся с запада —



Фото © В. Шефера, Нью-Йорк

МОЖНО ЛИ ПРЕДСКАЗАТЬ (Продолжение)

год или даже несколько лет. Дело в том, что в определенной зоне может преобладать целая серия постоянно повторяющихся атмосферных систем (часто необычного типа).

Если такие системы — гребни, то происходит устойчивое опускание воздушных масс, устанавливается сухая погода и засуха; в случае образования ложбин происходит подъем воздуха, наступает облачность и льют дожди. Расположение указанных статистически усредненных ложбин и гребней не хаотично: оно напоминает гигантский телекоммуникационный механизм. Иными словами, положение преобладающего гребня в западных ветрах обычно подразумевает ложбины с каждой стороны и часто предполагает другие гребни за данными ложбинами.

Описанная взаимосвязь хорошо понятна метеорологам как теоретически, так и практически. Но какие факторы влияют на образование одного или нескольких гребней или ложбин? Решение этого вопроса явилось бы залогом успеха.

Проблема надежного долгосрочного прогноза, по-видимому, сводится к двум главным гипотезам, не связанным непосредственно с атмосферой:

- необычные волны в западных ветрах возникают и сохраняются вследствие внезапных явлений, например изменений солнечной активности;

- они возникают и сохраняются в результате изменений, происходящих в глубинах самой земли: здесь имеет значение количество снега и льда, главным образом на континентах, а также температурные колебания поверхностных слоев океанов.

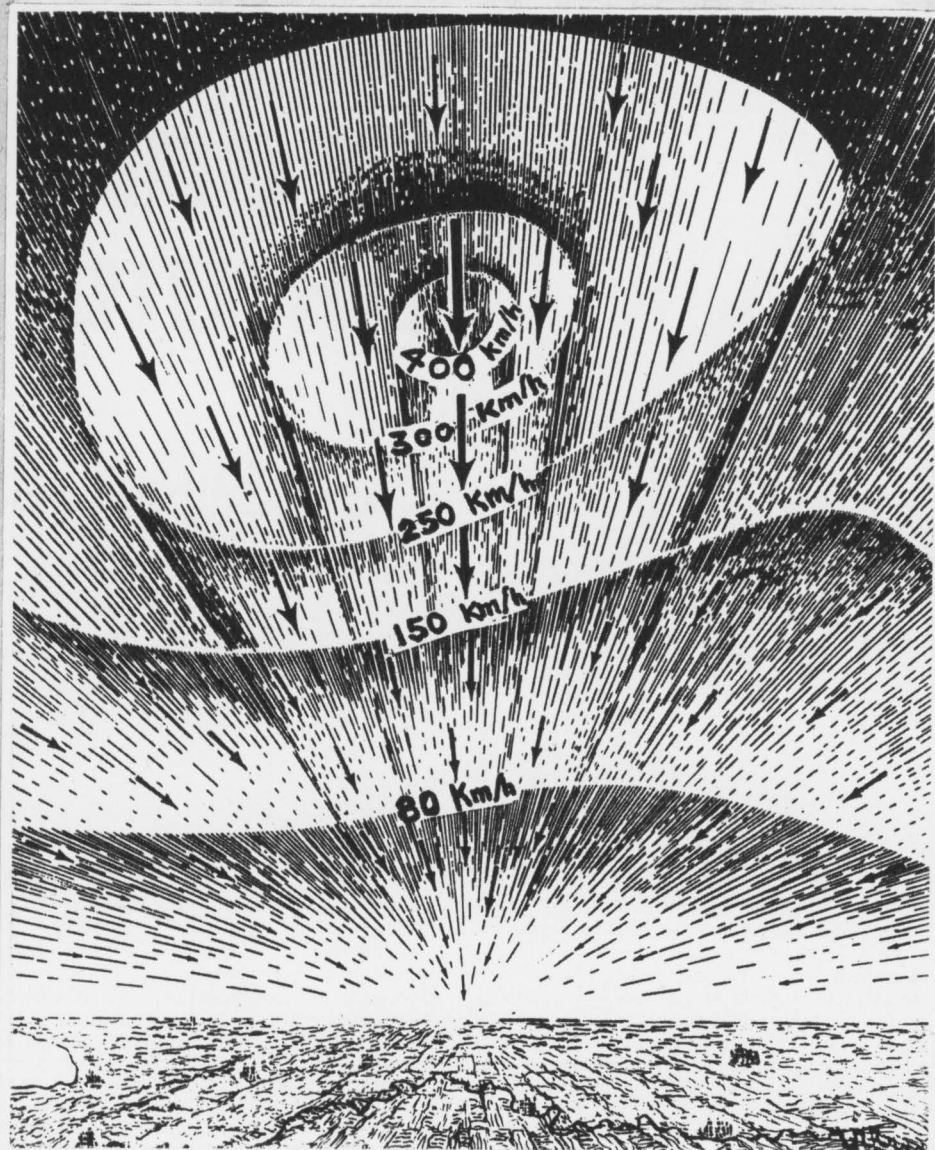
И то и другое изменяется гораздо медленнее по сравнению с беспокойными верхними слоями атмосферы, и, следовательно, они могли бы быть «накопителями информации» в случае необходимости периодического построения устойчивых аномальных моделей погоды и распределения дождей. Сегодня метеорологи более склонны придерживаться второй, а не

первой (внеземной) гипотезы. Многие ученые считают, что мы в первую очередь должны изучать как можно глубже земную систему «воздух — море — суша», а затем уже перейти к анализу аномальных солнечных влияний.

Существует еще одна гипотеза, предполагающая, что система ветров на планете находится во власти очень малых и неизмеримых сил, которые практически не позволяют определить, какую же форму атмосфера примет в следующем месяце или сезоне. К счастью, у метеорологов есть причина верить, что природа не разыгрывает с ними шутку.

Помимо волн, в верхних западных ветрах имеют место сдвиги в широтах этих воздушных потоков. Таким образом, в отдельные зимы центральный «стержень» западных ветров может быть в районе 10—15° южной широты, вызывая при этом ураганы в субтропиках, в то время как зона более высоких широт остается относительно спокойной. Такие изменения, по-видимому, связаны с боль-

юго-запада над Атлантическим и Тихим океанами и с запада — северо-запада над континентами Северной Америки, Европы и Азии. Вверху: изображение струйного течения, перемещающегося вокруг северного полушария. Струйное течение обычно достигает максимальной скорости на высоте 9—12 тысяч метров. Скорость его, как правило, равна примерно 190 км/час, но может увеличиться до 500 км/час. Вдоль оси струйного течения с различной скоростью движется несколько отдельных воздушных потоков, причем их скорость увеличивается у середины течения (справа). Разница в скоростях ветра вдоль оси струйного течения может достигать более 160 км/час. Иногда струйное течение может разделиться на два главных потока очень сильного ветра, перемещающихся на значительном расстоянии друг от друга. Струйные потоки имеют большое значение для авиации и метеорологии. Набрав высоту с помощью струйного течения, самолет может почти вдвое сократить время дальнего перелета и при этом значительно сэкономить топливо. Струйные течения играют большую роль и в прогнозировании погоды, так как под ними образуются некоторые виды грозы. Слева: высокие перистые облака, уносимые струйным течением.



шими метеорологическими переменами в тропиках и даже с взаимодействиями между северным и южным полушариями.

Не так давно появилась гипотеза о том, что необычные явления атмосферы в районе тропиков происходят вследствие колебаний температуры воды в океане вдоль экватора и что эти колебания посредством сложных переносов могли бы быть моделями западных ветров в средних широтах.

Имеются также некоторые данные, подтверждающие, что на тропические системы, в том числе температуру воды в океане вдоль экватора, часто влияют явления, происходящие в средних и субтропических широтах. Скорее всего здесь имеют место как взаимодействия, так и «обратные связи».

Таким образом, на вопрос, что

является первичным — «курица или яйцо», нельзя ответить удовлетворительно, однако это вряд ли остановит прогресс в области долгосрочного прогнозирования, хотя оно и предполагает сложное взаимодействие различных систем.

Возвращаясь к необычным событиям в природе, описанным в начале статьи, мы находим, что они были связаны со следующими явлениями. Засушливое лето в СССР — следствие формирования зимой верхнего устойчивого гребня высокого давления и предшествующим летом — гребня, который, возможно, был первоначально порожден глубокой ложбиной, поразившей Британские острова, глубокой ложбиной в Центральной Атлантике и аномальными температурами поверхности воды в Северной Атлантике (холодной на севере, теплой на юге).

Засуха в странах к югу от Сахары, по-видимому, связана с неспособностью внутритропической зоны конвергенции (тропическая зона встречи воздушных масс, поднимающая боль-

шое количество воздуха) переместиться в северном направлении во время сезона дождей. Эта неспособность могла быть вызвана системой ветров в средних широтах или в каком-то другом районе.

Наводнение в восточных районах США, усиленное ураганом «Агнес» и, по-видимому, облегченное влажной почвой, оставшейся после перенесенных ураганов, возможно, произошло в уязвимой области ложбины, разделяющей два гребня, наибольший из которых лежит в Центральной Атлантике. Это, вероятно, тот самый гребень, который стал непосредственной причиной засушливого лета в СССР.

Вышеприведенные факты, основанные не на физических расчетах, а на проводившихся исследованиях ВСП по программе ПИГАП, могут послужить критериями для разработки физико-математических моделей, использующих миллиарды наблюдений и быстродействующие компьютеры, чтобы решить, вероятно, вторую наиболее трудную проблему. ■

ПОД УГРОЗОЙ ТРОПИЧЕСКИХ ЦИКЛОНОВ

Системы оповещения действуют, но...

Питер Роджерс

Тропический циклон не без основания считают наиболее свирепым штормом на земном шаре. Возникая над теплыми водами тропических морей, циклоны на протяжении столетий уносили множество человеческих жизней, причиняли неисчислимы бедствия и разрушения. В длинном перечне метеорологических катастроф, от которых страдает человечество, на их долю приходится до 80% жертв.

Что такое тропический циклон? В общих чертах это огромный воздушный вихрь, в котором воздух движется по спирали внутрь к центру, где давление минимально. В зоне, именуемой глазом циклона, обычно небольшие ветры, а порой их и вовсе нет.

Благодаря тому, что теплые влажные массы воздуха устремляются ввысь примерно до 12 километров, вокруг глаза (центра циклона) происходит скопление облаков высокой плотности. Это район наиболее сильных ветров, скорость которых достигает 270 км/час. Сила действия циклона ощущается в радиусе до 500 километров от его центра и убывает по мере удаления от центра.

Метеорологи классифицируют циклоны в соответствии с их мощностью, называя их тропическими депрессиями, если скорость ветров не превы-

шает 60 км/час, тропическими штормами — при скорости ветров до 115 км/час и ураганами — при более высоких скоростях. Значительные площади подвержены воздействию яростных ветров и длительных ливневых дождей, вызывающих сильные наводнения и значительные опустошения.

Неспециалиста может смутить терминология: тропические циклоны, ураганы и тайфуны. В действительности все это одно и то же явление; в районе Карибского моря его называют ураганом, а на северо-западе Тихого океана — тайфуном. Тропические циклоны возникают и в юго-западной части Индийского океана, в Бенгальском заливе и в Аравийском море, а также в некоторых южных районах Тихого океана и возле северных берегов Австралии.

В истории отмечено много случаев жестоких тропических циклонов, следствием которых были многочисленные человеческие жертвы и разрушения. Нет нужды заглядывать в далекое прошлое: наиболее разрушительный циклон поразил район государства Бангладеш в ночь с 12 на 13 ноября 1970 года.

Волна, сопровождавшая шторм, вызванная низким атмосферным давлением и ветрами ураганной силы, направляемая сходящимися береговыми линиями и мелкими водами, достигла северной оконечности Бенгальского залива. По времени она почти совпала с приливом. Высота волны колебалась от 3 до 9 метров; захлестнув прибрежные острова и низменную береговую полосу, она

унесла с собой 300 000 человеческих жизней.

Подобные катастрофы неизменно вызывают протест человека. Он убежден в том, что природа должна быть укрощена, что нельзя позволять ей бесчинствовать. Человек всегда восставал против необузданной природы, правда зачастую безрезультатно. Можем ли мы противостоять тропическим циклонам? Ответом может быть только решительное «да».

Мы еще не нашли способы укрощать их ярость, но разумные предосторожности и эффективная система оповещения могут спасти жизни и уменьшить ущерб. Наукой установлено, что по крайней мере 80% людей, погибших от циклонов, могли быть спасены.

Хотя стоимость наносимого циклонами ущерба непрерывно возрастает, можно постараться свести ее к минимуму. Например, повысив стоимость сооружения всего лишь на 6%, можно на 60% уменьшить ущерб от длительных ветров скоростью до 240 км/час. Считается экономически неоправданным сооружать (для защиты собственности) конструкции против ветров скоростью свыше 270 км/час.

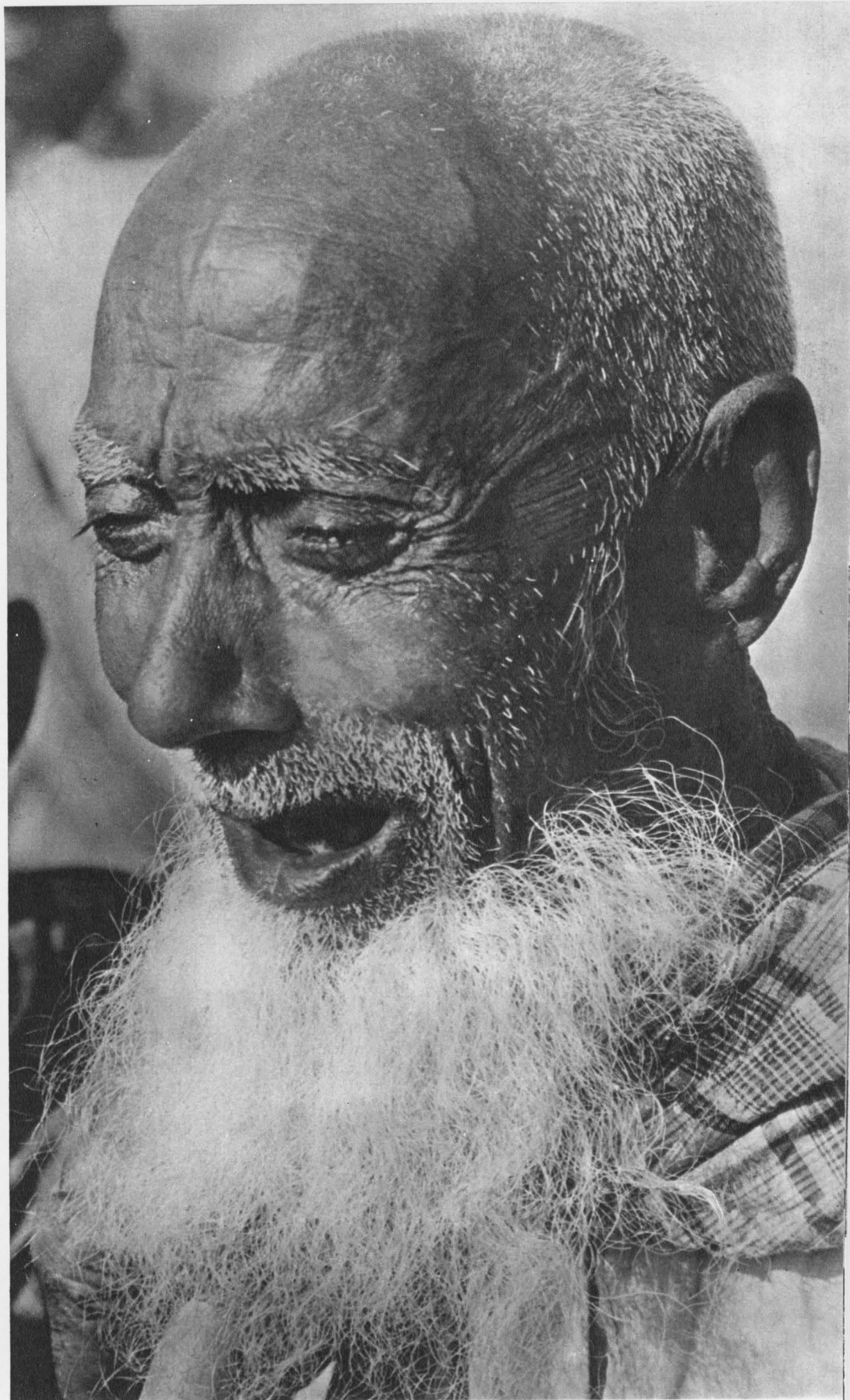
Борьба со штормами требует создания сложной системы оповещения и тесного сотрудничества между всеми, кто несет ответственность за подготовку мер предосторожности по предупреждению катастрофы, за оказание помощи и за восстановительные работы. Первый шаг, естественно, состоит в том, чтобы обнаружить возникновение шторма, проследить его движение и оповестить по радио население о том, в каком месте он обрушится, а также об ожидаемых

ПРОДОЛЖЕНИЕ НА СТР. 56

ПИТЕР РОДЖЕРС — сотрудник ВМО, специалист по тропическим циклонам, один из организаторов ВСП, участник различных мероприятий ВМО, направленных на уменьшение ущерба, причиняемого циклонами, член Комитета по тайфунам стран Юго-Восточной Азии, созданного в 1968 году.

**БАНГЛАДЕШ:
самый
сильный
циклон
века**

Тропический циклон, обрушившийся на Бангладеш в ноябре 1970 года, был одним из самых сильных в нашем веке. На снимке: старик из Бангладеш, оплакивающий своих близких.



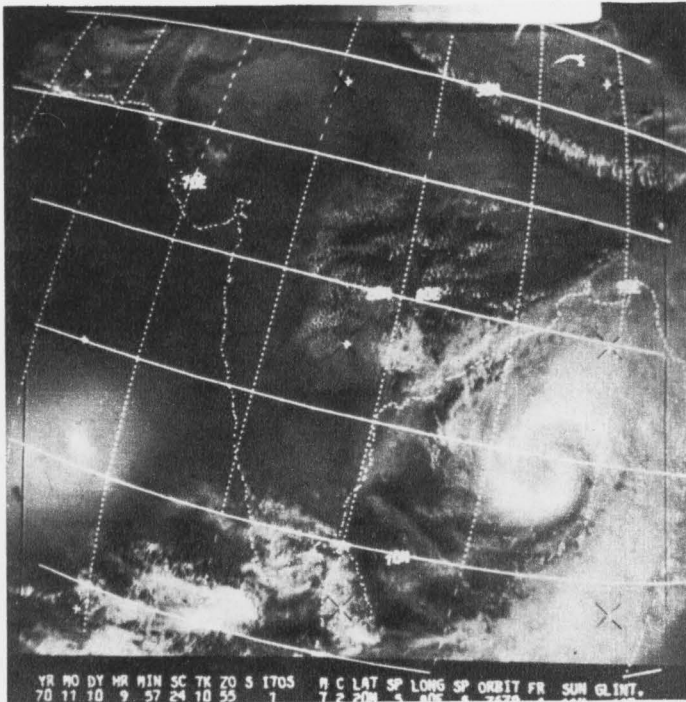


Фото ВМО

Спасительные «киллы»

Почти полмиллиона человек погибло во время циклона, обрушившегося на Бангладеш в ночь с 12 на 13 ноября 1970 года. Жертв было бы значительно меньше, если бы связь была более совершенной и если бы существовали «киллы» — цепь искусственных холмов (внизу справа), вводимых сейчас при содействии Красного Креста: люди и скот могли бы найти здесь убежище. Снимок [вверху слева] был сделан со спутника «ИТОС-1» в 9 час. 57 мин. 10 ноября 1970 года. На нем виден циклон, образовавшийся над Бенгальским заливом и движущийся с большой скоростью к северу, северо-востоку.

Фото М. Сильверстоун © Гамма, Париж



Но было уже поздно предупреждать жителей деревень, разбросанных по низменным прибрежным районам страны о грозящей опасности огромной приливной волны, которую несет с собой циклон, чтобы они успели спастись. Не зная, куда бежать (вверху), большинство людей оказались погребенными этой волной. Материальный ущерб (внизу) был огромным; уцелевшие люди лишились имущества и в течение многих месяцев могли существовать только благодаря щедрой помощи, оказанной в ходе международной спасательной операции (справа вверху).



Фото Ч. Симоньери © Гамма, Париж



Фото Ж. Мора, Красный Крест, Женева



...длительная, рассчитанная на десятилетия работа

последствиях, исходя из силы ветра, интенсивности ливней и наводнения.

Спутники, вращающиеся вокруг Земли, и в частности геостационарные спутники, в значительной мере облегчили метеорологам сложную задачу обнаружения зародившегося циклона над отдаленными районами океанов, информация о которых, поступающая по другим каналам, крайне скудна. Нередко трудно определить точное положение центра циклона, однако стремительно развивающаяся техника решит и эту проблему.

Траектория движения циклона, к сожалению, весьма извилиста. При оповещении за 24 часа ошибка всего лишь в 10° в определении его пути приведет к тому, что циклон обрушится на участок побережья, отстоящий на 185 километров от ожидаемого места. Слежение со спутника, со специально оборудованного разведывательного самолета и, наконец, посредством десятисантиметровой радарной системы предупреждения, когда циклон находится на расстоянии 300—400 километров, может обеспечить точное определение места вторжения циклона на сушу. Таким образом, метеослужба, полностью использующая современные технические средства, — необходимое условие для точного прогноза движения и развития циклона и своевременного его предупреждения.

Но даже самый точный прогноз бесполезен, если не будут приняты меры предосторожности. Необходимо тщательно продумать планы национальных мероприятий с тем, чтобы все, кто отвечает за сохранение жизни и имущества людей, знали, как действовать при сигнале о приближении циклона. Важно, чтобы предупреждение было своевременно получено всеми, над кем нависла угроза; население также должно знать, как защитить себя и свое имущество, и иметь ясное представление, в чем состоит опасность.

Энергичная кампания по информированию населения — единственное средство достижения этой цели. Она должна проводиться перед каждым сезоном тропических циклонов. При этом необходимо тесное сотрудничество технических ведомств с организациями в сфере социального обеспечения, иначе нельзя успешно защитить население от вторжения тропического циклона. В конечном счете успех или неудача системы предупреждения зависит от ее наиболее слабого звена — от человека. Точный прогноз, вовремя принятые меры и все средства, которые предоставляет современная техника, ничего не сто-

ят, если люди не подготовлены к чрезвычайным условиям.

Люди по-разному реагируют на угрозу бедствия. В этом случае немаловажны возраст, здоровье, образование, семейное положение, опыт поведения во время предыдущих катастроф и многие другие факторы. Поэтому нельзя составить четкие общие правила поведения в будущих чрезвычайных ситуациях. К примеру, конструктор космических кораблей в Техасе может с таким же упорством отказываться покинуть свой дом, как и бенгальский крестьянин.

Местные власти, как правило, не полномочны провести принудительную эвакуацию районов, подвергнутых угрозе циклона. В то же время неослабевающий рост населения вынуждает людей селиться в низменных сельскохозяйственных или прибрежных районах, подверженных штормовым наводнениям. Вероятность человеческих жертв во многих подобных районах растет и может быть остановлена только при условии соблюдения строгого применения правил о заселении. В этом отношении мало что делается, порой пренебрегают даже подготовкой путей для эвакуации.

В некоторых районах, например Бангладеш, эвакуация островов может оказаться неосуществимой. Поэтому по проекту, финансируемому Лигой обществ Красного Креста, в этих районах сооружаются «киллы», или жилые холмы высотой до 7 метров — убежища для местного населения. Такие относительно простые меры могут резко сократить число человеческих жертв (90% из них — утопленники) от тропических циклонов.

Несмотря на свою неистовость, ураганные ветры не являются непосредственной причиной смерти людей. От летящих с огромной скоростью предметов можно укрыться в прочных зданиях, переживая опасность. Но прохождение центра шторма с его слабыми ветрами не должно создавать иллюзии, будто эта опасность миновала. Следует помнить, что после небольшого перерыва ветры задуют с прежней силой с противоположной стороны. Вот почему необходима разъяснительная работа среди населения.

Какие же мероприятия проводятся в более чем 40 странах, которые подвержены нашествию тропических циклонов? Очевидно, что проблемы неизменны на протяжении многих веков, но лишь в последнее время человек осознал, как много он может сделать, чтобы уменьшить количество жертв и избавить национальную

экономику от ущерба, причиняемого вторжениями ураганов.

В большинстве стран создана система оповещения, способная противостоять этой вековой опасности, но в ряде стран она еще недостаточно эффективна. ВМО в тесном сотрудничестве с Экономической комиссией ООН для Азии и Дальнего Востока (ЭКАДВ) оказывает помощь этим странам с 1966 года. Острая необходимость снизить экономический ущерб от тайфунов в развивающихся странах Юго-Восточной Азии привела к учреждению в 1968 году Межправительственной комиссии по тайфунам. Семь стран (Гонконг, Япония, Камбоджа, Южная Корея, Лаос, Филиппины и Таиланд) объединились в этой Комиссии с целью сократить человеческие жертвы и ущерб, вызываемые тайфунами.

Комиссия использует метеорологические и гидрологические средства стран-членов для того, чтобы улучшить прогнозирование и оповещение о надвигающихся тайфунах, проводит обучение специальных кадров и исследования, работы по предупреждению населения и по предотвращению катастрофы, обеспечивая тем самым готовность бороться с бедствиями, ежегодно приносимыми тайфунами.

Прошло 5 лет с тех пор, как вступила в действие Программа комиссии по тайфунам; за это время положение в странах — членах Комиссии существенно улучшилось. Новые технические средства — передатчики информации на спутниках, радар, телеметрия дождя и потоков — помогают улучшить прогнозирование тайфунов и катастрофических паводков. Более быстрая телеинформация позволяет передавать важные сведения всем заинтересованным странам, а обучение национальных кадров применению последних технических новшеств вселяет уверенность, что наука найдет способы справиться с тайфуном.

В марте этого года ВМО, ЭКАДВ и Лига обществ Красного Креста направили группу экспертов в Гонконг, Корею и Таиланд, чтобы установить тесное сотрудничество между различными национальными ведомствами, занятыми разработкой предварительных планов и подготовкой программы мероприятий в будущем. Это было первое предприятие подобного рода, стимулирующее более согласованный подход к предупреждению катастроф.

Работа экспертов комиссии по тайфунам вскоре привлекла внимание ученых из других тропических районов. В результате были созданы две новые региональные группы — одна

для Бенгальского залива и Аравийского моря, другая для Юго-Западной части Индийского океана. Несмотря на то что группы только приступили к своей работе, уже сейчас есть все основания считать, что региональный подход, применяемый к сфере действия тайфунов, будет таким же действенным и в этих районах.

Разрушительный циклон в Бенгальском заливе (1970) стал отправным моментом для дальнейшего сосредоточения усилий на проблеме циклонов. Когда, вскоре после этого, серия тайфунов опустошила Филиппины, вызвав многочисленные человеческие жертвы и разрушения, Комиссия по тайфунам обратилась к Генеральной ассамблее ООН с призывом оказать международную помощь. Генеральная ассамблея немедленно откликнулась, поручив ВМО мобилизовать ученых и ресурсы на выявление способов смягчения пагубных последствий этих штормов и устранения или уменьшения их разрушительной мощи.

В ответ на призыв ВМО разработала Проект по борьбе с тропическими циклонами. Она создала группу международных экспертов по тропическим циклонам, чтобы обследовать состояние работ по прогнозированию, оповещению и другим мероприятиям с целью уменьшить ущерб и определить задачи Проекта.

Кроме того, ВМО составила план действия для этого долгосрочного проекта, включающего обнаружение и предсказание движения тропических циклонов, штормовых волн и наводнений, систему оповещения, определение возможных последствий и предупреждение бедствий, подготовку населения, а также оказание помощи при катастрофе, обучение и исследования, изготовление инструментов и оборудования.

Чтобы наиболее совершенные методы и технические средства стали доступными всем странам в их борьбе с тропическими циклонами, необходимо вести большую исследовательскую работу. Это дерзновенная программа: для ее претворения в жизнь нужно привлечь выдающиеся научные кадры и предоставить в их распоряжение ресурсы, необходимые для этой огромной гуманистической значающей работы.

Исследования тропических циклонов ведутся в большинстве стран в течение многих лет; достигнуты большие успехи, однако необходимо объединить усилия видных специалистов разных стран для совместного решения ключевых проблем. Одна из задач Проекта («Тропический цик-

лон») состоит в том, чтобы поощрять эти международные усилия и следить за тем, чтобы они были направлены в первую очередь на спасение человеческих жизней и на улучшение условий жизни путем снижения ущерба.

Успех не приходит по мановению волшебной палочки. Бедствия, которые несут с собой тропические циклоны, терзали человечество на протяжении столетий, и было бы нереаль-

но думать, что избавиться от них можно мгновенно. Мы должны подготовить себя к длительной, рассчитанной на десятилетия работе.

Если будет вестись эта важная исследовательская работа, безусловно, появится и новая, более совершенная техника для улучшения системы оповещения в различных региональных программах, которая поможет многим странам в борьбе с циклонами. ■

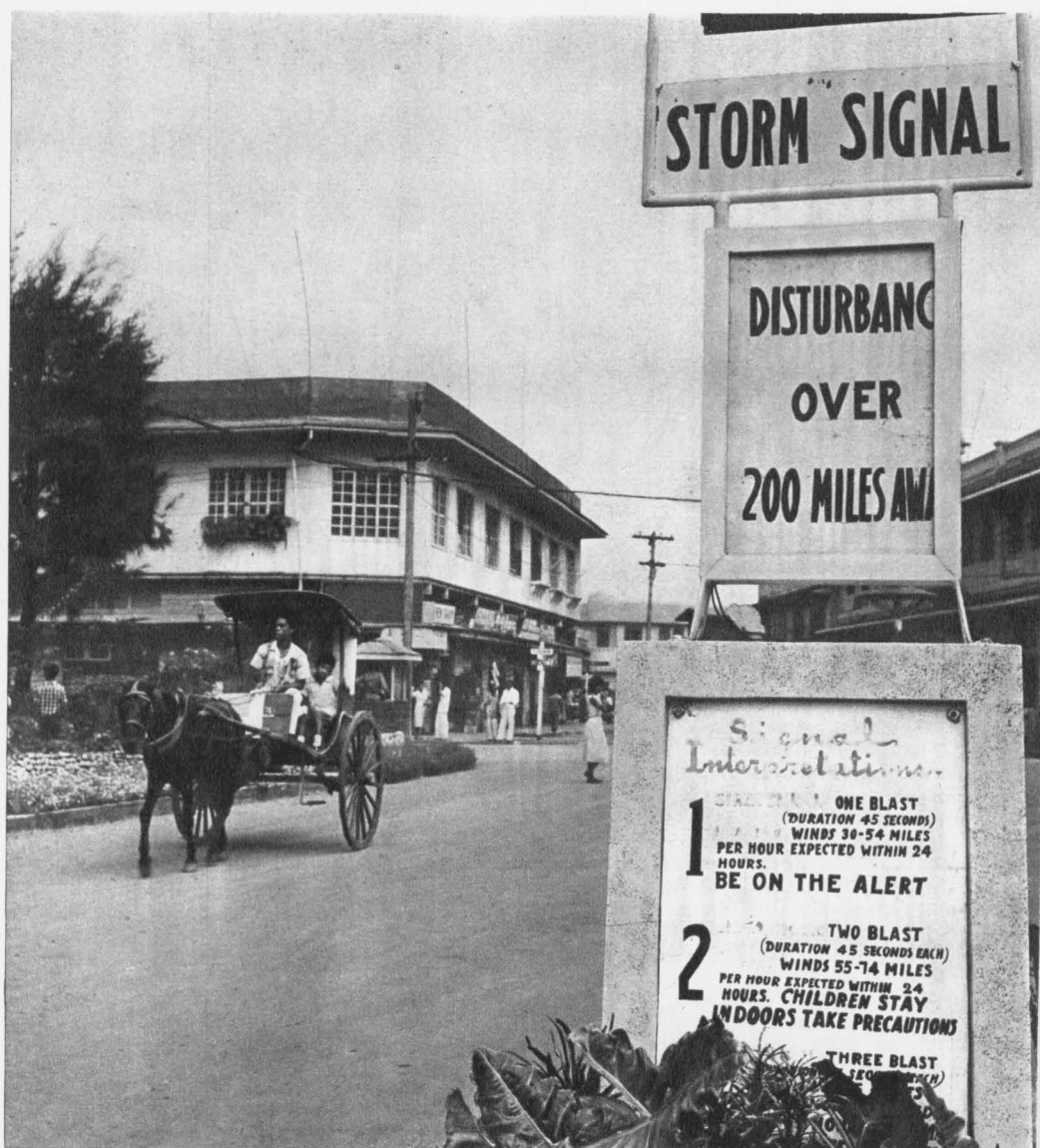


Фото ©Поля Альмази, Париж

На Японию, Филиппины и другие районы Восточной Азии периодически обрушиваются тайфуны и прочие стихийные бедствия, уносящие множество человеческих жизней и причиняющие огромный материальный ущерб. На снимке: сигнализация штормовой тревоги в одном из городов острова Минданао (Филиппины). Сигнал подается сиренами в соответствии с принятым кодом: один гудок означает ветер скоростью 50—90 км/час, два гудка—скоростью 90—120 км/час.

МНОГОВЕКОВОЙ ОПЫТ НАБЛЮДЕНИЯ ЗА ПОГОДОЙ

От примет, пословиц и поговорок
к научному прогнозированию

Роже Клосс

Быть может, настанет время, когда прогноз погоды будет абсолютно точным, потому что люди сами научатся ее создавать, сгущая или рассеивая тучи, вызывая или предотвращая дождь.

Любопытно, что именно так подходили к проблемам метеорологии в древности. Правда, в те времена атмосферные явления считали «епархией» божественных сил, и достаточно было, как думали, воззвать к ним, чтобы отвести бурю или не допустить засуху.

Заклинания «демона холода» на берегах Северного Ледовитого океана, там-тамы, призывающие дождь у древних народов Черной Африки, или жертвоприношения во имя небесных вод, струящихся на землю, — эти обряды характерны для всех древних цивилизаций. Изображения этих обрядов, сделанные 3000 лет назад, были найдены во время раскопок шумерских памятников в Азии.

Подобные обряды существовали и в древнем Китае, в Японии, у индейцев Северной Америки, у ариев Индии, у греков и римлян — иначе говоря, во всех странах мира, представленных ныне в мировых центрах научной метеорологии.

Однако между обрядами, ушедшими в далекое прошлое, и первыми, пока еще робкими попытками воздействовать на погоду в наше время, то есть в конце XX века, лежит долгий путь, проделанный человечеством в этой области.

Вначале люди научились наблюдать явления и попытались их понять. Потом, исходя из накопившихся знаний, они стремились открыть законы, или, вернее, правила, связывающие между собой эти явления.

Вполне естественно, что объектами первых наблюдений были события, предметы и существа, с которыми они сталкивались в повседневной жизни. Они исходили прежде всего из наблюдений за поведением животных и жизнью растений и на них основывали свои выводы.

Успех этих выводов зависел от авторитета тех, кому они принадлежали: суждение старейшины или родоначальника (в те времена, когда его почитали) считалось неоспоримым; оно передавалось в более или менее искаженном виде из поколения в поколение, и не удивительно, что поговорки и пословицы о погоде сохранились на протяжении веков.

Оставив в стороне некоторые пока еще не разрешимые загадки жизни, попробуем разграничить безусловно ложное и относительно справедливое в этих старинных изречениях, которые кое-кто считает бесспорной истиной.

В старинных, иногда 500-летней давности календарях и в гораздо более древних рукописях даются описания поведения различных животных перед дождем или наступлением хорошей погоды. Несомненно, они со-

хранили некоторые первичные реакции на природные явления и на опасности, которыми эти явления чреватые.

Подобно тому как животные наделены определенными инстинктами, имеющими в своей основе неизвестные нам чувственные восприятия, которые позволяют, например, птицам находить после долгого перелета свое сезонное становище или на дальнем расстоянии обнаруживать приближение врага, метеорологическая чувствительность дает возможность некоторым животным обнаруживать то или иное изменение атмосферных условий, предвещающее важное явление.

Ниже мы убедимся, что по каким-то приметам и человек может предугадывать такие явления. Однако не следует полностью полагаться на «предзнаменования», основанные на поведении животных и даже растений.

Пусть нас обвинят в невежестве, но мы предпочтем поставить под сомнение справедливость многих поговорок и примет (к тому же часто противоречивых или слишком мудреных) о поведении лягушек и жаб, якобы предвещающем дождь или вёдро, например: «Лягушка поет — солнце сулит» и «Лягушки квакают — быть дождю».

Противоречие ли здесь или дело в том, что правильное истолкование этих поговорок требует музыкального уха, способного отличить лягушачье «пение» от кваканья?

Во всяком случае прирученная лягушка, живущая в стеклянной колбе в натопленном помещении, уже лишена контакта с природой и должна потерять, если когда-нибудь имела,

«Никто не ценит воду, пока она не иссякнет» — гласит испанская пословица. На снимке: мальчишка-мексиканец, пьющий из ручья.

Фото © Д. Дарбуа, Париж



инстинкт, основанный на собственных метеорологических реакциях.

В народе живет поверие, что перед дождем полевые мыши, лесные мыши и полевки выбегают из своих подземных лабиринтов, ошалевшие кроты то влезают в нору, то вылезают из нее, козы и бараны бодаются, волки громко воют, ослы режут, прядая ушами, свиньи хрюкают и мечутся из стороны в сторону — иначе говоря, животные «чувствуют приближение непогоды».

Это беспокойное поведение животных было бы понятно, если бы особые ощущения, которые они испытывают, действительно были связаны с надвигающейся грозой — явлением довольно неприятным для существ, живущих под открытым небом или пользующихся в качестве жилища подземными норами, которые могут быть затоплены сильными дождями.

Но такое предположение было бы оправдано только в том случае, если бы животные-«прорицатели» находились в воздушной среде, которая сама

характеризовала бы предстоящую погоду, то есть обладала бы предвещающими ее особыми свойствами.

Между тем точно установлено, что завтрашняя погода в том или ином месте «подготавливается» за сотни километров от него и что изменение атмосферных условий в данном месте происходит, как правило, незадолго до дождя и вначале затрагивает лишь верхние слои атмосферы.

Правда, на протяжении суток, предшествующих ненастью, могут меняться некоторые факторы, например атмосферное давление (к которому, однако, животные вряд ли чувствительны) или направление ветра, а иногда степень влажности и, быть может, также потенциал атмосферного электричества.

Но ввиду сложности этих предвещательных изменений воздуха, край-

ней скудости информации, которую они дают о предстоящей погоде, а главное, того обстоятельства, что за тем или иным из этих изменений не обязательно следует дождь или буря, можно полагать (без большого риска ошибиться), что поведение животных, о котором говорилось выше, имеет различные, вероятно, случайные причины и что если иногда оно предшествует перемене погоды, то это всего лишь совпадение.

Когда кошка чешет лапой за ухом, нередко говорят: «Будет дождю». Что до самой кошки, то она ничего не возмещает: она чешется потому, что изменился потенциал атмосферного электричества, потому, что уменьшилась влажность воздуха или просто потому, что она испытывает зуд в силу физиологических причин. Однако надо признать, что животные из семейства кошачьих особенно чувствительны к изменению электрического поля атмосферы и что перед грозой или снегопадом их поведение становится беспокойным.

Птицы (благодаря большим перелетам) всегда считались предвестниками погоды. Не очень хорошо пони-

мая механизм и технику этих перемещений, специалисты, однако, отмечают, что миграции некоторых видов (например, стрижей и аистов) происходят практически в определенное время с отклонениями в несколько дней и что эти отклонения (ранний или поздний отлет) связаны с местными атмосферными условиями и особенно с наличием количеством пищи (мошек и зерен), но отнюдь не с погодой, которая наступит через несколько дней.

Не раз случалось, что ласточки находили смерть, став жертвой внезапного наступления холодов, как это было в октябре 1939 года с тысячами запоздалых путниц, застигнутых метелью в Бургундии. Чайки, улетающие с приближением бури, действительно могут предвещать ее в том районе, где они укрываются... при условии, однако, что она движется по тому же пути: может случиться, что, спасаясь от бури у побережья Атлантики, осторожные чайки проведут некоторое время на берегах Сены, но буря в конце концов двинется к Амстердаму, а небо над Парижем останется ясным.

Другие поговорки о лете птиц в обычное время, по-видимому, основаны на наблюдениях, имеющих более близкое отношение к метеорологии: «Летят ласточки низко — дождик близко», «Летят ласточки высоко — к ведру».

Такое поведение можно объяснить тем, что при хорошей погоде перегрев почвы вызывает восходящее движение воздуха, увлекающее мошек, которыми питаются ласточки. А перед дождем, напротив, происходит общее оседание воздушной массы, которое притягивает мошек к земле и заставляет птиц летать на том же уровне.

Однако, если движение воздуха и конвекция очень сильны — так что увлекают ласточек в высоту, — возможность ливня не исключена! Метеорология — трудная наука даже для птиц! Она способна, согласно половице, распространенной на севере Индии, заставить пятиться ящериц, которые перед дождем и наводнением взбираются по стволам деревьев головой вниз. Примечательно, что во всей Индии поговорки, предвещающие хорошую погоду, связаны с дождем, поскольку засуха считается непогодой.

Спускаясь ниже по ступеням животного мира, мы находим поговорки, согласно которым при приближении ненастья раки вылезают из своих убежищ и из ручья, стрекозы летают над самой водой, улитка высовывается из раковины, пауки ткнут паутину, рыбы не клюют и держатся у поверхности, готовые выпрыгнуть и заглотнуть насекомых, которые летают над водой.

60 Не следствие ли это колебаний атмосферного давления или температуры, которые, изменяя содержание кислорода в жидкой среде, побужда-

ют водную фауну приближаться к поверхности при понижении давления и возможном дожде? Мы не станем спорить с рыбаками, оправдывающими с помощью этого поверья свою неудачу, когда рыба не клюет, несмотря на приманку.

Флора, так же как фауна, может реагировать на погоду, а значит, и предвещать ее. Действительно, жизнь растений так тесно связана с атмосферными условиями, что они могут играть роль настоящего «интегратора» климатических факторов. Дождь, солнце, температура воздуха определяют на всех стадиях прорастания, а затем вегетации (почки, листья, цветы и плоды) календарь различных явлений. Можно, например, отмечая даты цветения того или иного вида в разных районах, составлять карты, на которых будут показаны зоны, характеризовавшиеся на протяжении минувших месяцев более или менее благоприятным климатическим комплексом.

Но тут дело касается климатологии, а не предсказания погоды. Из этих данных можно в лучшем случае, учитывая ход вегетации, сделать выводы относительно вероятной даты уборки урожая, да и то, если метеорологические условия не изменятся.

Таким образом, когда луковицы покрываются толстой и многослойной кожей, это совсем не значит, что зима будет суровой, просто в период созревания погода была более или менее теплой и сухой. Погода же зимой, как показывает статистика, не связана с погодой в предшествующие времена года.

Растения чувствительны к меняющимся ежедневно условиям влажности, теплоты, солнечного облучения, и нет ничего загадочного в том, что звездчатка, денная красавица, повилка, маргаритка раскрываются, когда воздух становится более влажным, чем обычно. Но это еще совсем не значит, что будет дождь. У артишока так же, как у сосновой шишки, в хорошую погоду чешуя расходится, а когда надвигается дождь, смыкается. Это, однако, не что иное, как показатель влажности воздуха.

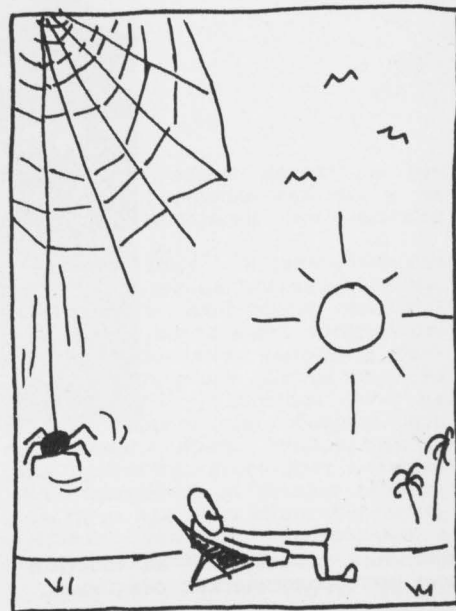
Впрочем, даже если бы все наши сомнения были рассеяны, если бы наш скептицизм оказался несостоятельным и нам доказали, что при известном проценте удачных прогнозов разумно считать эти приметы верными, что можно было бы извлечь из внимательного наблюдения за повилкой, лягушкой или за умыванием кошки? По существу, почти ничего.

Из научных наблюдений известно, что означает гало, светящееся кольцо, которое иногда образуется вокруг Солнца или Луны: это показатель наличия в высоких слоях атмосферы теплого воздуха; метеорологи, наблюдающие это явление, отмечали, что оно часто предшествует дождю.

Если человек в значительной мере лишен «погодных инстинктов» (кроме болей, появляющихся в сырую или холодную погоду), то он располагает средствами наблюдения и измерения тех атмосферных факторов, на которые животные и растения, быть может, реагируют бессознательно.

Содержащееся в воздухе количество водяного пара или степень электризации, беспokoящей кошку, изменение атмосферного давления, будто бы заставляющее рыб подниматься на поверхность, сила восходящих или нисходящих воздушных течений, побуждающих ласточек менять высоту полета, и многие другие параметры изо дня в день точно измеряются тысячами метеорологов на станциях, оснащенных радаром, барометрами, гигрометрами, термометрами, шарми-зондами и даже искусственными спутниками, позволяющими при-

Рисунок © Маса, Париж.
По заказу «Курьера ЮНЕСКО»
(см. также стр. 62 и 64)



«Если в полдень паук паутину тклет,
Значит, завтра денек нас погожий
ждет»
(японская поговорка)

нимать изображения облаков, движущихся вокруг Земли.

И нельзя не признать, что результаты этих измерений, проводимых примерно в 10 000 пунктах земного шара, серьезнее и доступнее, чем чисто субъективные реакции животных. Их можно переносить на карты, охватывающие обширные зоны (четверть, половину полушария или даже целое полушарие), чтобы иметь глобальное представление об окружающей нас атмосфере.

**«Коль из-за моря жирные утки летят,
Быть холодной и долгой весне, говорят»
(русская пословица)**

Гравюра из книги О. Магнуса «De Gentibus, Septentrionalibus» Рим. 1555.

Фото ©Национальной библиотеки, Париж



Приметы разных народов

ПТИЦЫ И НАСЕКОМЫЕ

Увидишь аиста, что летит на север весенним днем, жди дождя на третий день (немецкая, итальянская, арабская).

Отряхиваются утки на взлете — дождь не за горами (иранская, английская).

Когда курица крылья растопырит, значит, быть дождю (индийская).

Жаворонок в поднебесье — будет ведро (японская, английская).

Дикие гуси начинают перелет через широкую реку, значит, погода переменится; полетят они на север — к теплу (американская).

Кукует кукушка день-деньской — быть году холодному (американская).

Курица на одной ноге, голова под крылом — дождь (иранская).

Кулик голос подает — охотник ливня ждет (ирландская).

Ворона купается, дождь надвигается (испанская).

Петушок поет и пьет — значит, дождь пойдет (испанская).

Ласточка в небеса ввысь — солнышко покажись, ласточка низом пошла — дождь принесла (испанская, французская, японская, корейская, швейцарская, турецкая, русская и т. д.).

Журавль летает высоко — осень будет погожая (русская).

Опустилась чайка на мель — не видать погожей погоды (английская).

Мечется гусь домашний с юга на север — к дождливой погоде (иранская).

Начали муравьи личинки перетаскивать да муравейник латать — дождь близок (индийская, японская).

Если в январе мошкара жужжит, крестьянин с рукой на паперти стоит (голландская).

Если поздней осенью комарье налетит — зима будет мягкая (русская).

Муравейник на дне высохшей речки — год засухи (бразильская).

Пауки и комарье в мае — июнь без дождя (индийская).

Паук на заре — к хорошей погоде (японская, уругвайская).

Пчела не летит из улья на рассвете — жди ненастья (немецкая).

Плетет паук паутину — быть дождю (испанская).

Когда пчела закрывает летку — зима будет холодная. Если летка открыта — к теплой зиме (русская).

Мошкара налетела тучей — дождь неминуемый (китайская).

ЖИВОТНЫЕ, РЫБЫ, ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ И Т. Д.

Выпрыгнет из воды рыба — быть грозе (немецкая, французская).

Щука мирно на дне лежит — жди ветра или дождя (американская).

Свистнет уж — к дождю (испанская, французская).

Лягушка квакает на лугу — через три часа дождь (индийская).

Лягушки мечут икру посреди пруда — засуха, а у бережка — лето сырое (английская).

Лягушачий хор — к дождю (корейская, японская, тайландская, филиппинская, иранская).

Выползают пиявки из воды и прячутся в траве, под камушком, — жди бури (немецкая).

Совет рыб на пруду собирается — к землетрясению (японская).

Рыбы косяки от берега отходят — не миновать землетрясения или цунами (японская).

Ослица ухом шевелит — дождь через день в окна застучит (французская, испанская).

Чихнет коза — будет гроза (испанская).

Катается лошадь по земле — спину чешет — не миновать дождя (норвежская, швейцарская).

Корова лижет стены — к хорошей погоде (норвежская).

Корова пить хочет — громко мычит, а гром оглушает — большого дождя не бывает (индийская).

Кот скребется о стол — к перемене погоды (английская).



**«Гром, что до вешней поры гремит,
Сорок девять дней непогоды сулит»
(китайская пословица)**

Гравюра на китайской стеле эпохи Хань (206 год до н. э. — 220 год н. э.)

ПРИМЕТЫ РАЗНЫХ НАРОДОВ (Продолжение)

Кошка моется, дождь зазывает (голландская, английская, бельгийская).

Скоро будет солнечно, ежели кот лапу лижет, а сам на гору глядит (иранская).

Кот у окна ждет дождя (американская).

У слоники слоненок родился — быть и дождю и ведру (камерунская).

Запасает белка орехов впрок — быть суровой зиме (русская, норвежская, американская, греческая, шведская, финская и др.).

Мышь роет ямку в овражке — вода поднимется (ангольская).

Овцы шевелят ушами — дождь не за горами (иранская).

Осел сбился с шагу — дождем пахнет (бразильская).

Бараны стучатся лбами — быть буре (французская, иранская).

У зайца жесткая шерсть — зима месяцев шесть (немецкая).

Воет шакал близ деревни — старики дождь сулят (иранская).

ДНИ И ВРЕМЕНА ГОДА

Если дождь на Пуббу (30 августа — 11 сентября) — литься ему долго. Если на Хасту (2 сентября — 8 октября) ветрено — не жди дождя раньше Читты (9 — 22 октября). Если на Читту дождь не пойдет — даже муравьям будет тяжело от засухи (индийская).

Снег в ноябре пролежит до апреля (американская, французская).

Снежная зима — дождливое лето; студеная зима — летом пекло (русская).

В апреле и мае росы — в августе и сентябре богатые покосы (французская).

Дождливый май, в июне жарко — жатва не за горами (английская).

Ветреный март, дождливый апрель — ждите цветущего мая (английская, испанская).

Весна сухая — зерна вдоволь, осень сухая — нет ни зерна (китайская).

Белое рождество — зеленая пасха, зеленое рождество — белая пасха (бельгийская).

Пшеница невысокая — жди зиму снежную (японская).

Серенький вечер, красная заря — верные приметы яснодня (французская, итальянская, английская).

Желтый закат — ветреная ночь с дождем (английская).

Хороший день угадаешь по зорьке (сирийская).

Красное небо под утро — вечером дождь, красное небо к вечеру — к хорошей погоде (китайская, финская).

Длинные сосульки — долгая весна (русская).

Грибов вдоволь — снега вдоволь, нет грибов — и снега нет. (немецкая, французская, русская).



«Когда черная корова
чесет бок, жди
непогоды»
(норвежская пословица)

Рисунок © Маса, Париж



Фото © Поля Альмези, Париж

Если от плевка слюна в пруду пузырьками пойдет — к ясной погоде; если расплывается — к дождю (японская).

Если кожа трещинами пошла — к ветру (японская).

Снег — земледельцу к деньгам (норвежская, русская).

Снежный год хлеб принесет (французская, итальянская, русская).

От снега богатство (французская, белорусская, немецкая, итальянская, украинская, испанская).

До вершины горы рукой подать — дождя ждать (японская, французская, австралийская, швейцарская и т. д.).

Утренний дождь паломника не задержит (французская).

НЕБЕСА

Солнце в своем доме (гало) — значит, скоро дождь (индийская, американская).

Венчик вокруг луны — ливни, венчик узкий вокруг луны — дожди будут не скоро (индийская).

Когда Плеяды всходят в ясном небе, зайдут они при непогоде. Когда при дожде — закат ясный (кенийская, танзанийская).

Ясное небо только над головой — к ненастью (китайская).

Радуга вечером — веселись моряк, радуга утром — бойся моряк (американская).

Млечный Путь безоблачен — десять дней ясной погоды (японская).

Радуга на востоке — к ясному дню, радуга на западе — к ливню (китайская).

Первый удар грома с востока — конец зиме (индийская, американская).

Грозовая осень — мягкая зима (норвежская).

Туман погоды не меняет (французская, итальянская).

Вершина в тумане — к хорошей погоде, тумана нет — погоды не будет (японская).

Гром, что вешней порой гремит, 49 дней непогоды сулит. (китайская).

Туман летом — насладишься светом (американская).

Молния под Северной звездой — лить дождю 3 дня (английская).

Облачное утро — ясный вечер (английская).

Три туманных утра — значит, будет дождь (американская).

Сегодня, как и тысячи лет назад, египтянин знает цену воде Нила. Справа: настенная живопись в Дейр-эль-Медине, относящаяся к эпохе 19-й династии [2300 лет до н. э.], с изображением садовника, поднимающего на террасу воду с помощью шадуфа — приспособления из коромысла с противовесом, которым до сих пор пользуются в долине Нила (слева).



СЕЗОНЫ НИЛА

Древнеегипетский календарь погоды и работ

Абдель Монейм Эль-Сави

Почти 2500 лет назад греческий историк Геродот называл Египет «даром Нила». Вспомнив древние пословицы, мы можем заключить, что жизнь в Египте с давних времен была тесно связана с Нилом, с земледелием и зависела от погоды. Во все времена египтянин выражал свое отношение к погоде пословицами и поговорками, которые живут и поныне. Это поговорки и пословицы о месяцах года, о соответствующей им и влияющей на орошение и земледелие погоде.

Древние египтяне делили год на три сезона, каждый из которых оп-

ределялся водным режимом Нила, видом сельскохозяйственных работ и погодой:

сезон разлива Нила;

сезон возделывания земли и посева;

сезон уборки урожая.

Разлив Нила был событием первостепенной важности для древних египтян: по поверью, паводковые воды Нила были морем слез, пролитых богиней Изидой, оплакивающей своего мужа Осириса. Несущие процветание и изобилие разливы Нила во второй половине августа (по-древнеегипетски — Миср) отличались торжествами, именуемыми Вафа'а-н-Нил (Верный Нил.). Рисунок, относящийся ко времени фараона Рамзеса II (около 1290 г. до н. э.), изображает один из эпизодов этого торжества, во время которого в Нил бросали детеныша Ибиса, трех гусей и другие ценные приношения. В народе сохранилось предание, согласно которому в этот день в Нил бросали одну из невест, однако это не более чем легенда.

Год в фараоническом, а позднее в коптском календаре был астральным и связан со звездой Сириус. Год у древних египтян начинался в первый день «тота» (11 сентября). Фараонический календарь дает следующие названия месяцев и описание соответствующей погоды:

Тот (11 сентября — 10 октября): назван в честь Тота, бога мудрости и науки, отца астрономии и геометрии. Начало его совпадает с первым появлением Сириуса перед восходом Солнца. Первый день тот был также провозглашен праздником Науруз байрам (персидский новый год) и отмечался египтянами вплоть до времен султана Баркука (конец XIV столетия). Тот считался началом периода разлива Нила. Одна из пословиц гласит: «Орошай в месяц тот или будет слишком поздно». Тот считался плохим месяцем для выведения и выращивания цыплят. «Цыплята тот, — гласит поговорка, — едят и умирают».)

Баба (11 октября — 9 ноября): назван в честь бога земледелия (Бинет-рет). Заливные земли высыхают

АБДЕЛЬ МОНЕЙМ ЭЛЬ-САВИ — редактор арабского издания «Курьера ЮНЕСКО», публикуемого в Каире. Председатель Издательского центра ЮНЕСКО в АРЕ, ранее — заместитель министра культуры. Его романы, очерки, выступления по радио и телевидению принесли ему широкую известность в арабских странах.

после периода разлива Нила, и начинается сбор зимнего урожая. На этот месяц приходится буря «большого потока», продолжающаяся 6 дней. Дуют ветры, видны первые признаки зимы. «Пришел баба и перекрыл дороги», — гласит одна поговорка (баба — это время, когда уже надо закрывать двери, чтобы не впустить холод в жилище). «Невеста в месяц баба выпачкана сажей» — гласит другая поговорка, предостерегающая молодых: месяц смены сезона — неподходящее время для женитьбы.

Хатор (10 ноября — 9 декабря): назван в честь богов любви, красоты и небес. Земля покрывается зеленью, прохлада усиливается, воды Нила вновь становятся прозрачными после периода разливов. Хатор — период дождей и роста пшеницы. Пословицы гласят: «Хатор — отец рассыпанного золота», «Не смог посеять в хатор, жди наступления нового года». Для рыбаков и мореплавателей хатор — начало сезона штормов.

Кийак (10 декабря — 8 января): назван в честь бога благоденствия Кахака. Дни становятся короче, а ночи длиннее. «В месяц кийак вечер долог, как утро», «Поднимешься с постели — и ищи только ужин» — таковы пословицы этого месяца. Кийак — время холодов и бурь.

Туба (9 января — 7 февраля): назван в честь верховного бога дождя Тобиаса. Конец этого месяца отмечен днями сильного холода. «Туба превращает старуху в калекку» — гласит

пословица, указывая на бедствия, которые несут с собой холода.

Амшир (8 февраля — 9 марта): назван в честь бога бурь. С теплыми ветрами распускаются бутоны, но бури тоже не редки в это время года. «Совет амшира: маленькое дерево, крепче держись за большое», «Амшир — отец частых бурь». Происходит смена сезона, выпадают дни сильного холода. В связи с этим родилась одна из самых распространенных пословиц: «Имя его от туба, а действует, как амшир».

Барамат (10 марта — 8 апреля): в этом месяце созревают бобы, зеленеют тутовые деревья, появляются на свет цыплята и первые всходы посевов. Барамат — это наступление весны. «В барамат выйди в поле — и найдешь все, что пожелаешь». В этот период случаются самые затяжные и яростные бури — так называемые «воющие бури», продолжающиеся в течение двух дней. «Нет бури страшнее «воющей», гласит пословица.

Бармуда (9 апреля — 8 мая): назван в честь священной змеи Ремуты, богини урожая. В бармуда убирают пшеницу и лен, собирают мед, роятся пчелы. «В месяц бармуда ударяй по стеблям» (это значит, что настало время трепать лен и молотить зерно, ведь бармуда — месяц сбора урожая).

Башанс (9 мая — 7 июня): назван в честь бога света. Дни становятся

длиннее ночей, температура повышается, дожди не выпадают. Это сухой сезон, когда уровень воды в Ниле самый низкий, земля голая и расстрескавшаяся после сбора урожая. В прошлом существовала пословица: «Башанс превращает землю в пустыню. (выметает землю)». Однако в наши дни картина изменилась с введением в действие оросительных систем и постройкой Асуанской плотины.

Ба-уна (8 июня — 7 июля): назван так в честь бога полезных ископаемых Кхенти. Ба-уна значит камень. В этом месяце египтяне оставляли полевые работы и занимались добычей полезных ископаемых, камня и постройкой домов и храмов. 11 ба-уна (17 июня) называлось «Ночь капли»: египтяне верили, что в эту ночь священная слеза падала с небес и вызывала начало паводков.

Абиб (8 июля — 6 августа): название этого месяца происходит от имени бога счастья Хаби и связано с началом паводков. Заливные воды в этот месяц готовы принять паводковые воды, наливается виноград, созревают фрукты. «Абиб — хозяин винограда и изюма».

Мисра (7 августа — 5 сентября): назван так в честь Мисра-Солнца, или Сына Солнца. Это прелюдия зимы: температура понижается, наступает сезон дождей и паводков, созревают летние фрукты, в изобилии виноград, финики, фиги. «Мисра — это месяц, когда и в плохом канале вода».

Многовековой опыт наблюдения за погодой

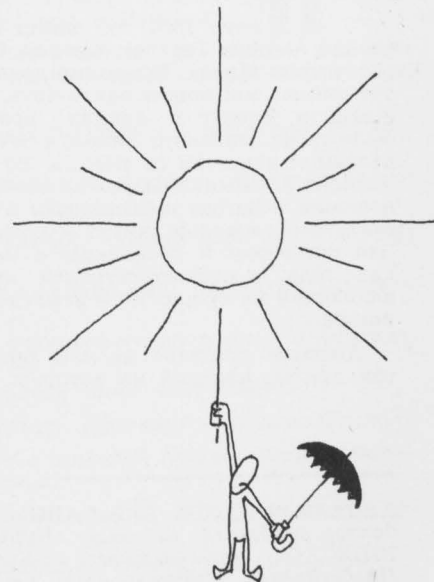
(Продолжение со стр. 60)

Благодаря таким картам метеорологи могут прогнозировать погоду в данный момент, знать, где бушуют бури и какие течения их вызывают, в каких районах пронесутся циклоны, а в каких царят штилль и туманы; учитывая это недавнее состояние воздушной среды между почвой и 25—40-километровым уровнем высоты, а также физические законы и правила, управляющие атмосферой, они могут предвидеть воздушные течения, которые появятся завтра и в последующие дни, расположение облачных масс, дожди короче, предсказывать погоду.

В последние годы достигнуто еще большее. Ведь результаты измерений, дающие в своей совокупности символическую картину сегодняшней погоды, так многочисленны, а уравне-

ния, позволяющие экстраполировать их на завтрашний день, так сложны, что все метеорологи мира, соединив свои усилия, потратили бы много месяцев на вычисление данных, необходимых для того, чтобы предсказать погоду на сутки вперед. Современная же техника позволяет сделать это за один час, разумеется, при условии, что в ЭВМ не только очень быстро доставляются данные, но и запрограммируются законы эволюции атмосферы.

Это дает пищу для размышлений тем, кто основывает свои прогнозы на какой-нибудь местной примете, связанной с жизнью растений или животных; даже если цивилизация лишила нас некоторой части естественных орудий, мы, открывая научные методы, не теряли времени даром! ■



Поиски новых энергетических ресурсов и борьба за чистоту биосферы

Вода — это жизнь. Она необходима не только для физического существования человека; без нее, без ее использования в той или иной форме, практически невозможна вообще никакая деятельность людей. А необходимую предпосылку любой оценки водных ресурсов, и следовательно всей плановой деятельности в области водного хозяйства составляют наблюдения метеорологов.

Вода, как дешевый источник энергии, — одна из основ развития сельского хозяйства и промышленности. И если мы хотим добиться эффективного и выгодного использования водных ресурсов, нам очень важно — и для планирования, и для повседневной деятельности — научиться предсказывать состояние погоды в речных бассейнах и предвидеть наводнения. Улучшение точности прогнозов весеннего паводка на реке Пис-Ривер в Канаде всего на один процент даст возможность ежегодно экономить миллион долларов на работе гидроэлектростанции в Портдж-Маунтин.

В будущем человечеству предстоит осуществить многочисленные планы развития речных бассейнов. Основанные на данных метеорологической науки, такие планы будут содействовать проведению мелиоративных мероприятий, контролю над наводнениями, сохранению почвенного покрова, улучшению условий судоходства, развитию рыбного хозяйства, расширению производства гидроэнергии. И разрабатываемые совместно ЮНЕСКО и ВМО международные научные программы в области гидрологии — залог того, что в предстоящие годы всем этим вопросам будет уделено надлежащее внимание.

Несколько слов следует сказать об использовании в качестве источников энергии силы ветра и солнечной радиации. Идея эта отнюдь не нова, однако сейчас она получает все более широкое распространение, в частности потому, что такие источники энергии не загрязняют окружающую среду. Основной предпосылкой будущего развития этих направлений энергетики опять-таки является детальное метеорологическое изучение по конкретным районам распределения соответствующих видов энергии во времени и в пространстве с учетом возможного использования и других энергетических источников.

Гораздо большее внимание следует уделить в будущем и проблеме за-

грязнения атмосферы. Индустриализация развитых стран мира поставила перед метеорологами немало новых проблем. Хорошо известно, что в ряде районов сжигание угля, нефти и газа привело к изменению местных климатических условий и что только в самые последние годы начали предприниматься активные меры с целью предотвратить дальнейшее загрязнение атмосферы.

В некоторых местах уровень загрязнения настолько высок, что вызывает серьезные социальные и экономические последствия. Неблагоприятное воздействие загрязненного воздуха на состояние здоровья населения в целом сказывается медленно, однако случается, что оно становится буквально смертельным — в частности, когда создавшиеся в данном месте особые метеорологические условия препятствуют рассеиванию или выносу ветром загрязняющих агентов. Во время знаменитого лондонского смога в начале ноября 1952 года погибло более 4000 человек, в основном от бронхиальных и легочных заболеваний, осложненных тем, что дышать приходилось отравленным воздухом.

Это, к счастью, редкий случай, обусловленный рядом особо неблагоприятных обстоятельств, и сейчас во многих странах принимаются активные меры по предотвращению таких катастроф. Однако не следует упускать из виду, что болезни, вызываемые различного рода загрязнениями, ежегодно влекут за собой огромные потери рабочего времени. Серьезную опасность здоровью людей представляют и отдаленные последствия воздействия загрязнений низкой концентрации.

Для более полного понимания сущности таких явлений необходимо гораздо глубже изучить проблему воздействия загрязнений на здоровье человека. А пока помощником в борьбе с этой опасностью призвано выступить законодательство, которое должно предусматривать более суровые санкции за загрязнение атмосферы. Значительную роль предстоит сыграть и специалистам по планировке городов: их проекты должны предусматривать необходимое «проветривание» городских районов, движение воздуха, обеспечивающее удаление и рассеивание загрязнений.

Еще одна важная проблема: сжигание традиционных видов топлива постепенно ведет к возрастанию концентрации углекислого газа в атмо-

сфере, а работа промышленных предприятий увеличивает количество присутствующих в атмосфере твердых частиц. И сейчас предметом все возрастающего внимания ученых становится возможное воздействие этих процессов на будущий климат.

Для изучения этих проблем ВМО создала охватившую весь мир сеть станций «фонового загрязнения». Такие станции располагаются в отдалении от промышленных районов и следят за содержанием в атмосфере некоторых загрязнений и газов. В будущем данные наблюдений на таких станциях будут играть важную роль в изучении климатических изменений.

Наконец, одной из основных проблем будущего метеорологической науки является отчетливо заметная уже сейчас тенденция к все большей автоматизации рабочих операций и процессом, связанным с метеорологическими исследованиями, а также возрастание роли «спутников погоды» в метеонаблюдениях. Автоматизация наблюдательной службы, картирования, расчетных методов прогнозирования и т. д. — процесс постепенный; он хотя и изменяет характер труда многих людей, но не порождает серьезных проблем.

С другой стороны, возрастание роли метеоспутников может привести к тому, что деятельность глобальной системы наблюдательной службы окажется подчиненной национальным интересам отдельных государств или группы стран. И хотя сейчас нет причин опасаться такого развития событий, более желательным представляется, чтобы будущие системы наблюдательной службы с использованием спутников основывались на более широком участии всех заинтересованных стран через ВМО — компетентный в этом вопросе международный орган.

Несомненно, работы в рамках ВСП и ПИГАП будут иметь огромное значение для развития метеорологии. На протяжении жизни нескольких поколений она развивалась, так сказать, без достаточного «вооружения». Мы и сейчас еще не обладаем всеми необходимыми средствами, однако ныне по крайней мере предпринимаются усилия для того, чтобы точно определить наши потребности — в плане расширения наблюдений, обеспечения необходимым оборудованием и персоналом.

Сейчас, конечно, еще рано говорить о результатах работ в рамках ВСП и ПИГАП и пытаться определить их подлинное значение. Ясно одно — они во многом будут зависеть от технического средств, как имеющихся уже в нашем распоряжении, так и будущих, которым предстоит появиться в ближайшие несколько лет. Если эти средства смогут справиться с возлагаемыми на них сложными задачами, если по-прежнему будет крепнуть нынешний дух международного научного сотрудничества, осуществление этих великих научных начинаний будет вполне по плечу человечеству.

Ясно и то, что давнее стремление людей обуздать силы природы по-прежнему будет вести нас вперед и что работы в рамках ВСП и ПИГАП являются в этой связи вполне естественным и логичным шагом. Поэтому мы можем с оптимизмом ждать их результатов, которые неизбежно принесут перемены, затрагивающие жизнь каждого из нас.

ХРОНИКА ЮНЕСКО

В защиту Венеции

Отвечая на призыв Генерального директора ЮНЕСКО (ноябрь 1966) оказать международную помощь Венеции, подавляющее большинство стран и около 30 частных организаций внесли почти 2,5 миллиарда лир (примерно 2,5 миллиона долларов), которые от имени ЮНЕСКО будут переданы для охраны памятников искусства и произведений живописи, а также для научных исследований и культурного «возрождения» Венеции.

Благодаря международной солидарности правительство Италии сможет внести 510 миллионов долларов в проект, рассчитанный на 5 лет и предусматривающий самые срочные меры, как-то: защита внутренней системы каналов от неконтролируемого воздействия моря; упорядочение системы канализации и сброса отходов; защита памятников и других произведений культуры.

В результате принятия итальянским парламентом закона, определяющего комплекс необходимых работ в Венеции, здесь создан специальный комитет — в рамках ЮНЕСКО — по координации национальных и международных усилий в этой области.

Премия Пьера де Кубертэна

Премия Пьера де Кубертэна вручена недавно американскому теннисисту Стэну Смиту и испанскому баскетболисту Чмилиано Родригесу в штаб-квартире ЮНЕСКО в Париже. Во время розыгрыша кубка Дэвиса капитан сборной команды США по теннису Смит проявил большое спортивное мужество в сложных условиях финала розыгрыша кубка 1972 года. На протяжении всей своей спортивной карьеры Родригес являл образец высокого спортивного духа. Почетные дипломы были вручены прыгуну с трамплина Детеру Шпееру (ГДР), лыжнице Паскаль Тремуле (Франция), а также футбольной команде Бирмы за проведение последнего олимпийского тура по футболу.

Племена Азии и Европы

ЮНЕСКО и Академия наук Монгольской Народной Республики провели совместно конференцию, посвященную роли кочевых племен и их культурных традиций в цивилизации Центральной Азии. Конференция состоялась в Улан-Баторе, столице МНР. ЮНЕСКО участвовала также в публикации исторического исследования по искусству и мифологии кочевых племен в эпоху великих переселений «Искусство племен: от скифов до мадьяр», написанного профессором Дьюлой Ласло и изданного «Корвина пресс» в Будапеште (1972). Это исследование прослеживает глубокие узы, связывающие народы Европы и Азии.

Спасти Боробудур

Правительство Австралии внесло 284 000 долларов на спасение буддийских храмов Боробудура (Индонезия). Недавно внесли свои взносы другие страны — Бельгия, Кипр, Франция, ФРГ, Иран, Япония и Голландия, откликнувшиеся на призыв ЮНЕСКО сохранить храмы Боробудура, являющиеся частью культурного наследия человечества.

Сохранение культурного наследия в Африке

В целях сохранения естественного и культурного наследия Африки в Джосе (Нигерия) открыт центр подготовки специалистов для работы в музеях, составления документации и каталогов естественно-исторических памятников. Центр, созданный по соглашению между Нигерией, ЮНЕСКО и Программой развития ООН, располагает учебными аудиториями, лабораториями, музеем и зоопарком. Ибаданский университет организует в Джосе кафедру музееведения, а ЮНЕСКО предоставит африканским студентам 12—14 стипендий ежегодно.

Вода — это жизнь

В июне 1974 года в Варшаве (Польша) состоится международная выставка плаката, в которой примут участие художники 50 стран. При содействии Комиссии ПНР по делам ЮНЕСКО в рамках этой выставки будет проведен конкурс на тему «Вода — это жизнь». Лучшие произведения международного жюри отметят призами.

Радио ЮНЕСКО

Отдел радио и информации ЮНЕСКО начал новую ежемесячную программу, посвященную важнейшим вопросам образования, науки, культуры и информации. Продолжительность передач — 15 минут. Уже состоялись передачи об исследованиях и предотвращении естественных катастроф, предупреждении злоупотреблений наркотиками, культурном развитии человечества и биосфере.

Куба солидарна с Венецией

В ответ на призыв 14-й сессии Генеральной конференции ЮНЕСКО спасти Венецию Министерство связи Республики Куба выпустило серию из трех марок под девизом «ЮНЕСКО для Венеции». На марках воспроизводится «крылатый лев» (символ древней Венеции), Мост

вздохов и собор св. Марка (внизу). Куба — первое латиноамериканское государство, принявшее в такой форме участие в спасении Венеции.



Накануне Всемирного конгресса миролюбивых сил

31 июля с. г. на пресс-конференции Международного подготовительного комитета по созыву Всемирного конгресса миролюбивых сил была объявлена дата его проведения: с 25 по 31 октября. В работе Конгресса примут участие представители 98 стран и 80 международных, региональных и национальных организаций — всего около 3000 делегатов, которые обсудят представленные комиссиями 13 докладов: мирное сосуществование и международная безопасность; европейская безопасность и сотрудничество; Ближний Восток; Индокитай; мир и безопасность в Азии; разоружение; национальное освобождение, борьба против колониализма и расизма; развитие и экономическая независимость; сотрудничество в деле охраны окружающей среды; сотрудничество в области образования и культуры; экономическое и научно-техническое сотрудничество; социальные проблемы, права человека и мир; сотрудничество международных правительственных и неправительственных организаций.

Коротко...

■ По данным демографического ежегодника ООН, свыше половины населения мира приходится на Азию (2 миллиарда 104 миллиона, или 56,7%).

■ Норвегия оказывает помощь ЮНЕСКО в подготовке техников радио и телевидения для Верхней Вольты (Африка).

■ В Западной Сибири, нефте- и газодобывающем районе, СССР строит город под защитной прозрачной пленкой в несколько квадратных километров.

■ ФРГ и Бельгия создали общий естественный заповедник (площадь 230 000 гектаров), по обе стороны границы в районе Эйфеля и Арденн.

■ В Британском музее (Лондон) была открыта выставка сокровищ, найденных при раскопках гробницы Тутанхамона. Вырученные деньги — 1,5 миллиона долларов — переданы в ЮНЕСКО для финансирования работ по спасению храма Филэ в долине Нила.

■ В этом году Международному агентству по изучению рака в Лионе (Франция) выделено дополнительно 319 000 долларов. Полагают, что бюджет этой организации в 1974 году составит 3 миллиона долларов.

Письма редактору

СЛИШКОМ МНОГО НЕСЧАСТНЫХ СЛУЧАЕВ

На протяжении последних лет «Курьер ЮНЕСКО» уделял внимание двум насущным проблемам сохранения здоровья человечества.

Вопросам сердечно-сосудистых заболеваний был посвящен апрельский номер 1972 года («Как сберечь сердце»). Вторая по значимости проблема всемирного здравоохранения также нашла отклик на страницах майского, 1970 года, номера журнала («Против рака единым фронтом»).

Третья же, по данным ВОЗ, проблема — несчастные случаи, — к сожалению, пока еще в журнале не освещалась.

Несчастные случаи во всем мире — подлинное бедствие в настоящее время. Борьба с ним, в частности, конкурирует также и с проблемами охраны окружающей среды, ибо промышленные выбросы часто способны создавать очень опасные условия для жизни и здоровья людей.

Таким образом, проблема несчастных случаев, кроме всего прочего, имеет сугубо социальное значение. И хотя в СССР несчастных случаев несравнимо меньше, чем в западных странах, однако и для нас эта проблема все еще остается актуальной.

В разных странах мира, надо полагать, эти проблемы внимательно изучаются. Поэтому узнать мнения различных специалистов на этот счет было бы весьма интересно. Интересно было бы познакомиться, как борются с несчастными случаями в разных государствах, есть ли достижения, каковы перспективы, где, как и кто в мире изучает причины несчастных случаев.

Фронт борьбы с возникновением и последствиями несчастных случаев сейчас, на мой взгляд, проходит равным образом через научно-исследовательские институты и конструкторские бюро, социологические лаборатории, производственные предприятия и транспорт, через медицинские учреждения. Специалисты этих областей наверняка имеют свои соображения по поводу проблем, связанных с несчастными случаями. Также интересно было бы познакомиться и с мнениями философов.

В связи с этим мне кажется, что специальный номер «Курьера ЮНЕСКО», всесторонне освещающий эту проблему, был бы весьма полезным.

Его с интересом встретят все читатели, не только специалисты в об-

ласти изучения и борьбы с несчастными случаями.

Предполагаемый номер журнала, как вариант, можно было бы назвать: «Несчастных случаев быть не должно!».

**Виктор Дегтярев
Москва, СССР**

От редакции: Апрельский номер 1961 г. «Миллионы жертв несчастных случаев» был посвящен проблеме несчастных случаев и их предотвращению.

ПРОШЛОЕ ДОЛЖНО ОСТАТЬСЯ

Мне 18 лет, я студент. Недавно я узнал о проекте спасения Карфагена (см. также «Курьер ЮНЕСКО», декабрь 1970). Я никогда не видел его, но был в Италии и с тех пор часто думаю о величии и красоте руин.

Уничтожить руины прошлого было бы преступлением против человечества. Они не только развалины; в течение веков они вдохновляли художников, писателей и поэтов, а для некоторых, как и для меня, они словно бы восстанавливают жизнь громадного периода в прошлом.

Рассматривая развалины Колизея, я мысленно воссоздавал его облик. Мне ненавистна сама мысль, что руины другого великого античного города могут быть уничтожены.

В самом деле, они служат для нас источником вдохновения, красоты и знаний о нашем историческом прошлом.

Мне представляется, что уникальность и благородство их — достаточное основание для их сохранения.

Надеюсь, что ваши усилия увенчаются успехом. Надо спасти все, что можно спасти. Как говорил Маколей, народы, которые не гордятся тем, что создали их дальние предки, не оставят после себя ничего, чем могли бы гордиться последующие поколения.

**Мариан Э. Сейдерс
Анахайм, Калифорния, США**

ДА ЗДРАВСТВУЕТ НАУКА, ДОСТУПНАЯ ДЕТЯМ!

Для меня было приятным сюрпризом, открыв апрельский номер «Курьера ЮНЕСКО», найти в нем

прекрасное приложение, предназначенное для детей.

Со времени выхода в свет июльско-августовского номера 1968 года, в котором была напечатана статья для детей «Софи и Бруно в Атомии», ни одна другая тема — по вопросам науки или культуры — не была предназначена специально для детей.

Понимая, что ЮНЕСКО, видимо, не может издавать специальный журнал для детей, я тем более убежден в необходимости продолжать публикацию подобных приложений.

Это позволило бы установить или облегчить диалог между воспитателями (родителями и преподавателями) и детьми, прививая им интерес к проблемам, которые касаются всего человечества.

**Кристобал Сурна Сорни
Валенсия, Испания**

БОЛЕЗнь ВЕКА

Чтение майского номера «Курьера ЮНЕСКО» (1973), посвященного наркотикам, ввергло меня в уныние и заставило задуматься над этой болезнью и ее последствиями, омрачающими последние десятилетия XX века.

Многие из собранных и изложенных в журнале суждений сводятся к целесообразности включить организацию воспитательных занятий по наркотикам в учебные программы по медицине, биологии, химии и т. д.

И тем не менее общая картина не радует.

Поздравляю журнал за ведение кампании по умственной профилактике.

**Кануэль Грин до Кампо
Ла-Корунья, Испания**

ОБЩЕСТВО И НАРКОТИКИ

Примите поздравления в связи со статьей Марселя Иктера «Мир лекарств и мир людей» («Курьер Юнеско», май 1973 года). Для меня это первая статья, в которой по-настоящему глубоко освещена проблема, волнующая современное общество и касающаяся как молодежи, которая не всегда виновата, так и взрослых, которые не всегда невиновны. Удивительно прозорливо написал об этом Иктер.

**Серж Геро
Вильбон-сюр-Ивет, Франция**

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР РУССКОГО ИЗДАНИЯ

Виктор ГОЛЯЧКОВ

Адрес русской редакции: 119021, Москва, Г-21, Зубовский бульвар, 21, т. 246-21-15

Московская типография № 2 Союзполиграфпрома при Государственном комитете Совета Министров СССР по делам издательства, полиграфии и книжной торговли. Зак. 2549

Цена 70 коп.
70458

ЛР



Фото ©CIRIC, Женева

Засуха в Африке

Этот молодой африканец, жадно утоляющий жажду струйкой воды из тыквенной бутылки, — один из миллионов, страдающих в наши дни от катастрофических последствий засухи, охватившей земли Африканского континента от Мавритании на западе до Судана на востоке. В течение последних 7 лет убыль дождей в этом громадном районе Африки, южнее Сахары, привела к гибели посевов, к падежу скота и вынудила множество людей кочевать в поисках пищи и воды [см. статью на стр. 44].