

## 7 Международное сотрудничество в области метеорологии

Атмосферные процессы и явления носят глобальный характер. Для их изучения и предсказания необходимы сведения о состоянии атмосферы и земной поверхности по всей планете. По этой причине уже во второй половине прошлого века предпринимались попытки наладить обмен метеорологическими наблюдениями между некоторыми странами (Францией и Россией, Англией и Францией, Россией и Германией).

Начало международному сотрудничеству в области метеорологии было положено на Второй метеорологической конференции в Лейпциге в 1872 г. и на Первом международном метеорологическом конгрессе, состоявшемся в Вене в сентябре 1873 г. На этом конгрессе была создана Международная метеорологическая организация, преобразованная в 1947 г. во Всемирную метеорологическую организацию (ВМО). ВМО — специализированное учреждение Организации Объединенных Наций. Она осуществляет обмен метеорологическими данными между службами всех стран, следит за соблюдением единой методики наблюдений, заботится о распространении результатов научно-методических исследований и обмене ими. Каждая страна в установленные сроки передает данные через определенные радиоцентры, а также по телеграфным и телефонным линиям. Метеорологические наблюдения со всего северного полушария могут быть собраны службой любой страны за 3—4 ч, а со всего земного шара — за 7—10 ч.

Однако уже сейчас в связи с быстрым развитием авиации и мореплавания появилась необходимость сократить время сбора данных наблюдений со всего земного шара до 2—3 ч, а также повысить качество и единообразие измерений во всех странах, организовать наблюдения в малообжитых районах и наладить обмен совершенно новыми данными, получаемыми с помощью создаваемой глобальной системы метеорологических спутников и других новейших технических средств. Эту сложную задачу международного сотрудничества в области метеорологии призвана решить *Всемирная служба погоды*, начавшая функционировать с 1 января 1968 г. В составе этой службы созданы три категории метеорологических центров: мировые, региональные и национальные (или территориальные). В мировые центры, находящиеся в Москве, Вашингтоне и Мельбурне, поступают данные обычных наблюдений со всего мира и вся информация, получаемая с помощью метеорологических космических систем СССР и США. Региональные центры ведут сбор сведений с территорий протяженностью в несколько тысяч километров. В СССР такие центры созданы (кроме Москвы) в Новосибирске, Хабаровске и Ташкенте. Предусмотрено своеобразное разделение труда между центрами

различных категорий. Каждый вышестоящий центр передает в нижестоящие центры не только сводку данных, но и обработанный им материал: карты будущего состояния атмосферы, составленные с помощью ЭВМ, спутниковую информацию и др. Сотрудничество в научной области осуществляет также Международный геодезический и геофизический союз, созданный в 1920 г. В состав этого Союза входит несколько ассоциаций, в том числе ассоциация метеорологии и физики атмосферы.

С целью сбора более полных данных о состоянии гидросферы и атмосферы над обширными территориями по согласованной между многими странами программе проводились так называемые Международные годы. Первый и Второй международные полярные годы (МПГ) были проведены в 1882—1883 и 1932—1933 гг. В разработке программы для Второго МПГ приняли участие крупные советские ученые — П. А. Молчанов, Н. Н. Калитин, В. Н. Оболенский и др. «Хорошими перспективами аэрологических работ во время Полярного года мы обязаны в значительной степени профессору Молчанову и его сотрудникам, которые с неустойчивой энергией и изобретательностью разработали один из прекраснейших, когда-либо известных метеорологических приборов», — отмечал президент Международного комитета по проведению Второго МПГ.

В период с 1 июля 1957 г. по 31 декабря 1958 г. была реализована программа Международного геофизического года, охватывающая комплексными геофизическими исследованиями территорию всей планеты (в отличие от Первого и Второго годов, когда наблюдениями была охвачена в основном полярная область северного полушария).

При всех успехах, которыми отмечено развитие метеорологии в последние десятилетия, остается много нерешенных проблем. Среди них такие, как взаимодействие атмосферы и океана; общая циркуляция атмосферы; загрязнение природной среды; зарождение и развитие ураганов; взаимодействие между различными слоями атмосферы; связь между процессами в атмосфере Земли и на Солнце; формирование полей облачности и осадков; влияние лучистых и других видов притоков тепла на атмосферные процессы. Разработка всех этих научных проблем осуществляется для создания надежных методов предсказания погоды — одной из важнейших научных задач нашего времени.

Особую актуальность во второй половине XX в. приобрела проблема долгосрочного прогноза погоды (на декаду, месяц, сезон и более длительные сроки), поскольку долгосрочные прогнозы широко используются при планировании крупных экономических мероприятий.

Приобрела большое значение проблема изменения климата как под влиянием естественных причин, так и вследствие человеческой деятельности.

Все эти проблемы призвана продвинуть далеко вперед грандиозная Программа исследования глобальных атмосферных процессов (ПИГАП), основные мероприятия (наблюдательного характера) по которой осуществлены в 70-е годы. ПИГАП включает ряд крупных подпрограмм. Это — Тропический, Полярный, Комплексный энергетический, Муссонный эксперименты и др. Выполняются эти эксперименты с привлечением всех современных технических средств сбора и переработки информации о состоянии атмосферы, гидросферы, суши и космической среды. Так, с 15 июня по 30 сентября 1974 г. в тропической зоне Атлантического океана был проведен Атлантический тропический эксперимент (АТЭП), в котором вели наблюдения большое количество наземных станций, 35 судов, 12 самолетов, две системы спутников на полярных орбитах (СССР и США). Суда, оснащенные техническими средствами зондирования атмосферы (радиозондами и ракетами) и современной вычислительной техникой (ЭВМ), были расставлены по всей тропической зоне Атлантики от Африки до Америки.

Анализ материалов АТЭП позволил оценить перенос тепла, влаги и энергии по горизонтали и вертикали; вскрыть закономерности формирования облачных скоплений (протяженностью 100—1000 км по горизонтали), в которые организуются конвективные облака, дающие большую часть осадков в тропиках; изучить пограничный слой атмосферы над океанами; исследовать волновые движения атмосферы в экваториальной области.

СССР оказывает большую помощь развивающимся странам в области метеорологии. Специалисты многих стран (прежде всего, социалистических) участвуют в исследованиях Советского Союза в Арктике и Антарктике, в изучении верхних слоев атмосферы и ближнего космоса, морей и океанов.

Еще более широкие задачи, чем в АТЭП, были поставлены перед Первым глобальным экспериментом ПИГАП, комплексная наблюдательная система которого охватила весь земной шар и включала получение данных как о состоянии атмосферы, так и подстилающей поверхности (суши и океана). Научные задачи эксперимента предусматривали: 1) приобретение более глубоких знаний об атмосфере с целью разработки моделей прогноза погоды, общей циркуляции атмосферы и климата Земли; 2) определение предела предсказуемости погоды; 3) разработку эффективных методов усвоения данных наблюдений (включая неодновременные); 4) оптимизацию системы метеорологических наблюдений, необходимых для численных моделей прогноза погоды различной заблаговременности и моделирования крупномасштабных атмосферных процессов.

Первый глобальный эксперимент включал два этапа: подготовительный (с 1 декабря 1977 г. по 30 ноября 1978 г.) и оперативный (с 1 декабря 1978 г. по 30 ноября 1979 г.) Внутри последнего были выделены два специальных периода наблюдений: с 1 января

по 15 марта и с 1 мая по 30 июня 1979 г., а в пределах каждого из них — периоды особенно интенсивных наблюдений: с 15 января по 20 февраля и с 10 мая по 8 июня 1979 г. Наблюдательная система эксперимента состояла из постоянной сети Всемирной службы погоды: 9200 метеорологических и 850 аэрологических станций, 4 полярноорбитальных спутника, и специальных средств наблюдения: 40 судов (для измерения скорости ветра в тропиках), 89 самолетов (из них с 17 самолетов передача данных о температуре, давлении и скорости ветра производилась через спутники в реальном масштабе времени; с 9 самолетов, совершивших 339 вылетов, сбрасывались радиозонды), 5 геостационарных спутников, 368 дрейфующих буев, а также 12 аэрологических станций. Большая часть специальных средств (исключение составляют самолеты и спутники) действовала лишь в периоды специальных или особенно интенсивных наблюдений.

Комплексная наблюдательная система эксперимента хотя и не удовлетворяла в некоторых частях Земли всем требованиям, которые вытекали из задач эксперимента, позволила получить огромный массив данных, существенно улучшивший освещение состояния атмосферы, особенно в экваториальной области и в южном полушарии в целом. Эти данные, будучи записанными на магнитные ленты, в последние годы анализируются и широко используются при разработке моделей общей циркуляции атмосферы, климата Земли и методик долгосрочного прогноза погоды.

В последние 10—20 лет сильно возрос интерес со стороны ученых и общественности к проблеме изменения климата Земли, поскольку эти изменения оказывают значительное влияние на сельское хозяйство, энергетику и водные ресурсы планеты. В формировании и изменении климата участвуют вся атмосфера, океан и деятельный слой суши (толщиной 20—30 м) как взаимодействующие части единой системы, часто называемой *климатической системой*. Большую роль в стимулировании научных исследований по климату и в развитии современной климатологии в целом сыграла Всемирная климатическая конференция (Женева, 12—23 февраля 1979 г.), в решениях которой подчеркнуто, что хозяйственная деятельность человека в сильной степени подвержена влиянию изменчивости климата, особенно таких экстремальных явлений как засухи и наводнения.

На состоявшемся в 1979 г. конгрессе Всемирной метеорологической организации принято решение о реализации Всемирной климатической программы, продолжающей и развивающей ПИГАП. Основные задачи климатической программы сводятся к выявлению и изучению механизмов формирования климата (в частности, к оценке относительной роли естественных и обусловленных возрастающей хозяйственной деятельностью факторов), к применению знаний о климате в планировании и управлении хозяйственной деятельностью, к оценке воздействия изменений

климата на различные стороны деятельности человека, а также к увеличению количества и качества климатических данных, к построению моделей климата, способных предсказывать состояние климатической системы.

«Сейчас, когда человечество нуждается в эффективном и рациональном использовании всех природных ресурсов своей планеты, когда оно уже начинает управлять стихийными явлениями, когда открылся выход в космос, как никогда ранее, требуется единство целей и действий человека по отношению к природе», — отметил акад. Е. К. Федоров.

## 8 Метеорологические величины и атмосферные явления

Атмосфера находится в непрерывном движении. Она полностью участвует во вращательном движении Земли вокруг Солнца и своей оси. Кроме этого периодического движения, атмосфера находится в сложном движении относительно поверхности Земли. Под влиянием взаимодействия с земной поверхностью, притока энергии от Солнца и внутренних процессов физическое состояние атмосферы и отдельных ее частей непрерывно изменяется.

Для количественной характеристики состояния атмосферы вводится понятие *метеорологических величин*<sup>1</sup>. Это — температура, давление, плотность и влажность воздуха; скорость и направление ветра; количество, высота и толщина облаков; интенсивность осадков; метеорологическая дальность видимости; водность туманов, облаков и осадков; потоки лучистой энергии и тепла и др.

В метеорологии достаточно широко распространено также понятие *атмосферного явления* (или просто явления), под которым имеют в виду определенный физический процесс, сопровождающийся резким (качественным) изменением состояния атмосферы. К атмосферным явлениям относят: туман, грозу, гололед, пыльную (песчаную) бурю, шквал, метель, изморозь, росу, иней, обледенение, осадки, облака, полярные сияния и др.

Непрерывное изменение состояния атмосферы во времени и пространстве приводит к изменению метеорологических величин

<sup>1</sup> До последнего времени их называли метеорологическими элементами. Однако ГОСТ 16263—70 («Метрология. Термины и определения») для «свойства, общего в качественном отношении многим физическим объектам (физическим системам, их состояниям) и происходящим в них процессам», но в количественном отношении индивидуального для каж-

дого объекта», разрешает употреблять только термин *величина*. Этим же ГОСТом не рекомендовано употреблять термин *величина* для выражения количественной стороны рассматриваемого свойства (нельзя, например, употреблять выражение «величина температуры», *величина явления* и т. п.).\*