

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА
НАБЛЮДЕНИЙ
ВСЕМИРНОЙ СЛУЖБЫ
ПОГОДЫ



WMO LIBRARY -www.wmo.int/library



001073

Всемирная Метеорологическая Организация

(R)

ГЛОБАЛЬНАЯ СИСТЕМА
НАБЛЮДЕНИЙ
ВСЕМИРНОЙ СЛУЖБЫ
ПОГОДЫ



ВМО – № 872

Всемирная Метеорологическая Организация

1998

Женева, Швейцария

ВМО—№ 872

© 1998, Всемирная Метеорологическая Организация

ISBN 92-63-40872-6

ПРИМЕЧАНИЕ

Употребляемые обозначения и изложение материала в настоящем издании не означают выражения со стороны Секретариата Всемирной Метеорологической Организации какого бы то ни было мнения относительно правового статуса той или иной страны, территории, города или района, или их властей, или относительно делимитации их границ.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Метеорологические наблюдения имеют первостепенное значение для изучения атмосферы и ее поведения, а также для понимания климата и изменения климата. Одна из основных целей Всемирной Метеорологической Организации (ВМО) состоит в том, чтобы облегчать международное сотрудничество в создании станций и платформ наблюдений для выпуска скоординированных и стандартизованных метеорологических данных с достаточной плотностью и частотой для удовлетворения нужд глобального научного сообщества. Это достигается главным образом посредством Глобальной системы наблюдений (ГСН) Всемирной службы погоды, которая включает в себя технические средства вблизи поверхности Земли, в том числе самолеты, а также в космосе для измерений и наблюдений широкого спектра метеорологических параметров и связанных с ними параметров окружающей среды.

ГСН постепенно развивалась в течение 35 лет как часть всеобщих основных систем, включающих также телесвязь и обработку данных, превратившись во всемирную систему, использующую новейшие технологии и современные научные знания. Однако возникшие за последние годы проблемы, включая, например, более жесткие и расширенные потребности в наблюдениях для удовлетворения нужд исследований климата и других аспектов окружающей среды, настойчивое стремление к сдерживанию роста расходов и увеличение конкуренции в использовании радиочастот, применяемых в настоящее время некоторыми наблюдательными средствами, привели к необходимости полного пересмотра глобальной системы в целом.

Настоящая брошюра преследует цель представить читателю краткое описание Глобальной системы наблюдений — что это такое и как она развивается. В ней описаны потребности в метеорологических данных и способы их удовлетворения посредством разнообразных методов наблюдений и измерений. Рассматриваются некоторые ограничения и кратко излагается перспектива на будущее с внедрением в расширенную комплексную систему наблюдений новых возможных технологий.

Хочется надеяться, что текст брошюры дает представление о достигнутых успехах в развитии и осуществлении системы, поистине уникальной для международного сотрудничества и которой, как я полагаю, могут по праву гордиться ВМО и ее страны-члены, представляющие все метеорологическое сообщество. Я убежден, что в духе тесного и эффективного сотрудничества, который существует в этом сообществе, мы можем рассчитывать на постоянную эволюцию ГСН в направлении конечной цели — удовлетворения всех нужд в метеорологических наблюдениях наиболее экономически эффективным образом.



(Г. О. П. Обаси)
Генеральный секретарь

ПОНЯТИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Одна из основных целей Организации состоит в следующем: *облегчать всемирное сотрудничество в создании сетей станций, производящих метеорологические наблюдения... и содействовать стандартизации метеорологических и связанных с ними наблюдений.* Во исполнение этой обязанности Организация сформировала Глобальную систему наблюдений (ГСН) — скоординированную систему методов и технических средств для проведения метеорологических и связанных с ними наблюдений и измерений параметров окружающей среды на всей поверхности Земли и повсюду в атмосфере, что требуется для подготовки метеорологических анализов и прогнозов, для понимания и предсказания изменения климата, для других научно-исследовательских целей и для широкого круга специальных применений.

Глобальная система наблюдений является одной из трех основных компонент Всемирной службы погоды (ВСП) — другими двумя являются Глобальная система телесвязи и Глобальная система обработки данных, — представляя собой всемирную систему сбора, анализа и распространения метеорологической и другой информации об окружающей среде. ГСН включает в себя средства наблюдения на суше, на море, в воздухе и из космоса. Этими техническими средствами владеют и управляют 185 стран-членов ВМО, каждая из которых берет на себя определенные обязанности в согласованной глобальной



схеме, с тем чтобы все страны могли извлечь пользу из этих совместных усилий. ГСН организуется и координируется ВМО с целью обеспечения того, чтобы каждая страна располагала всей информацией, необходимой для выпуска прогнозов погоды и предупреждений на повседневной основе. Эта же информация составляет первичный комплект данных, используемый почти для всех глобальных исследований атмосферы, включая изучение климата и глобальных изменений.

Глобальная система наблюдений Всемирной службы погоды

ПОЛЬЗА ДЛЯ ВСЕХ

Каждая страна мира, независимо от ее размеров, географического положения или национальных характеристик и деятельности, проявляет интерес к погоде и климату, которые оказывают непосредственное влияние почти на каждую грань экономического и социального развития. Располагая знаниями об атмосфере и ее динамике, страны могут построить свою деятельность таким образом, чтобы максимально использовать информацию о существующих и прогнозируемых метеорологических явлениях для сведения к минимуму их неблагоприятных

последствий. Наиболее очевидной пользой является спасение жизни человека и сохранение имущества путем, например, прогнозирования, обнаружения и предупреждения опасных метеорологических явлений, таких, как местные штормы, торнадо и внутритропические и тропические циклоны. Широкий диапазон экономической деятельности, включая сельское хозяйство, транспорт, строительство и туризм, также может извлечь огромную пользу из прогнозов погоды, действующих на срок от ближайших нескольких дней до недель или даже сезонов.

Глобальная система наблюдений

Глобальная система телесвязи

Глобальная система обработки данных



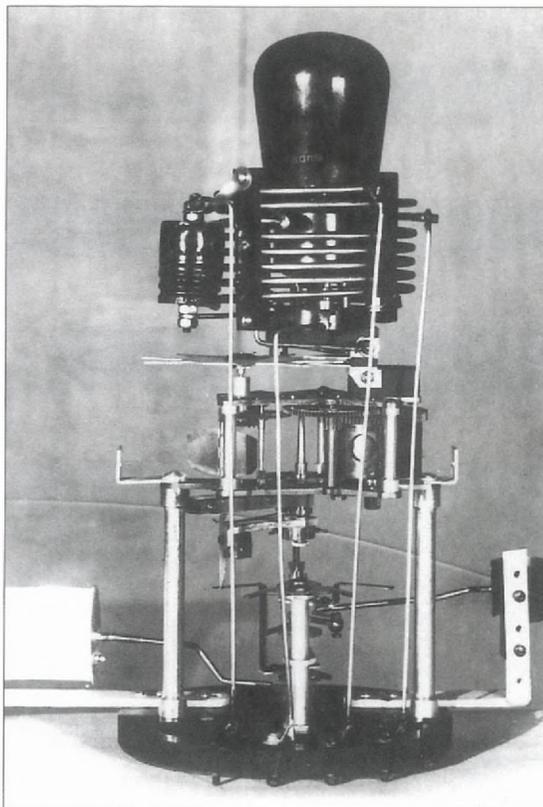
После сбора и обработки данные наблюдений ГСН используются национальными метеорологическими службами для многих прикладных целей

РАЗВИТИЕ СЕТЕЙ НАБЛЮДЕНИЙ

На протяжении веков люди были вынуждены приспособлять свою жизнь и обычаи к капризам погоды, но только в XX столетии научные знания атмосферы позволили нам прогнозировать с определенной степенью точности и оправдываемости развитие и движение метеорологических систем. Именно тогда пришло осознание необходимости международного сотрудничества для сбора данных наблюдений с огромных площадей. Однако еще задолго до этого имело место первое в мире зарегистрированное международное сотрудничество, когда на состоявшемся в 1853 г. совещании морских держав была подготовлена программа проведения метеорологических наблюдений в океанах как вклад в обеспечение безопасности жизни на море. Приблизительно в это время страны начали создавать национальные метеорологические службы, и для организации необходимого более официального сотрудничества в проведении и сборе наблюдений в широком масштабе на суше и на море в 1873 г. была учреждена Международная метеорологическая организация (ММО) — предшественница ВМО.

По мере совершенствования методов измерений и наблюдений атмосферы стали появляться сети станций на суше, и началось использование торговых судов для получения регулярной информации с моря; верхняя атмосфера изучалась с помощью шаров и воздушных змеев, а впоследствии — с помощью самолетов, радиозондов и ракет. В конце 50-х годов началось использование метеорологического радиолокатора, который впервые дал метеорологам возможность непрерывно следить за местными погодными условиями благодаря наблюдению за отражением радиолокационного сигнала от водяных капелек. В 1957 г. произошло одно из величайших событий в истории наблюдений за погодой — запуск первого спутника. За этим быстро последовал запуск в 1960 г. первого спутника, специально предназначенного

для наблюдений за погодой, что, в свою очередь, привело к созданию в 1963 г. Всемирной службы погоды и к более систематическому подходу к планированию, проектированию и осуществлению систем наблюдений на глобальной основе.



Один из первых радиозондов, спроектированный и собранный в 1931 г. (Метео-Франс)

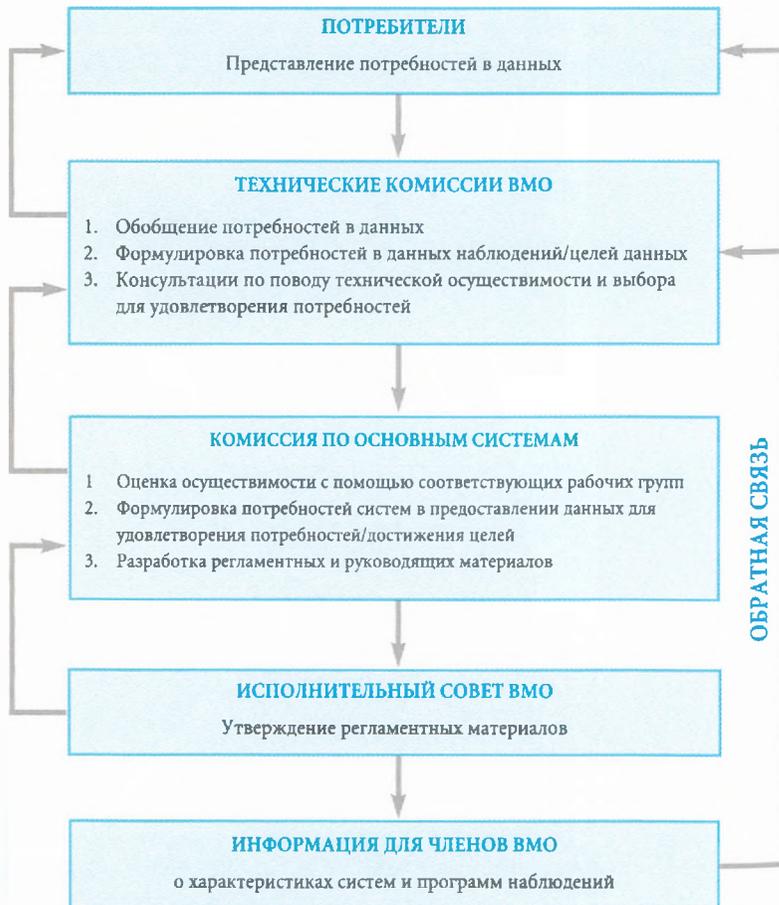
ПОТРЕБНОСТИ В НАБЛЮДЕНИЯХ

*Процедура уточнения
потребностей в данных
наблюдений*

Подобно тому, как с прогрессом техники развились сами сети наблюдений, так и потребности в метеорологических данных претерпевали эволюцию вместе с развитием науки и средств обработки и анализа больших объемов данных. Потребности, касающиеся точности данных наблюдений, частоты проведения наблюдений и плотности сетей наблюдений, зависят от метеорологических явлений,

которые предстоит анализировать. Они могут иметь диапазон от малого масштаба (например, гроза), мезомасштаба (например, фронты) и до крупного и планетарного масштабов (до 5 000 км и более). Для краткосрочных прогнозов (от минут до часов) требуются более частые наблюдения с более плотной сети по ограниченному району, с тем чтобы обнаружить и выявить характеристики любого маломасштабного явления и его развития. По мере увеличения срока действия прогноза увеличивается и район, за которым требуется вести наблюдения. Для целей планирования потребности можно разделить на три категории: национальные, региональные и глобальные. Первые вытекают из нужд отдельных стран в дополнительных наблюдениях с целью прогнозирования текущей погоды и выпуска местных прогнозов, включая предупреждения об опасных явлениях погоды, а последние две вытекают главным образом из необходимости определить начальные условия в моделях численных прогнозов погоды (ЧПП) и для проверки достоверности моделей. На практике, составление потребностей в данных для ЧПП представляет собой динамический процесс, основанный на расширении опыта применения систем наблюдений, на экспериментах с наблюдательными системами и на совершенствовании методов ассимиляции данных. Потребности в данных в 60-х и 70-х годах имели целью удовлетворить нужды прогнозирования на срок в несколько дней, но стали более жесткими по мере того, как в последующие десятилетия заблаговременность прогнозов увеличилась с трех до семи дней, а за последние несколько лет — до сезонных и межгодовых.

Хотя потребности в данных наблюдений в большой степени диктуются нуждами численных методов, тем не менее ГСН отвечает за удовлетворение потребностей и других программ ВМО. В частности, Глобальная система наблюдений за климатом (ГСНК), которая разрабатывается как



специальная система, конкретно предназначенная для удовлетворения научных потребностей в мониторинге климата и в обнаружении и предсказании изменения климата, будет базироваться главным образом на основных системах Всемирной службы погоды. Однако эти потребности требуют улучшения определенных аспектов ГСН, особенно в отношении репрезентативности и глобального охвата и гарантии надежных и непрерывных долгопериодных рядов данных. Вместе с тем, существуют потребности, учитывающие нужды специальных метеорологических применений, таких, как авиация, сельское хозяйство и мониторинг качества окружающей среды.

Потребности в данных аэрологических наблюдений (основные параметры)

	<i>Горизонтальное разрешение (км)</i>	<i>Вертикальное разрешение (км)</i>	<i>Временное разрешение (часы)</i>	<i>Точность (СКО)</i>
Ветер (горизонтальный)	100	0,1—2 км 0,5—16 2—30	3	2 м·с ⁻¹ в тропосфере 3 м·с ⁻¹ в стратосфере
Температура	100	0,1—2 км 0,5—16 2—30	3	0,5 К в тропосфере 1 К в стратосфере
Относительная влажность	100	0,1—2 км 0,5 до тропопаузы	3	5 %

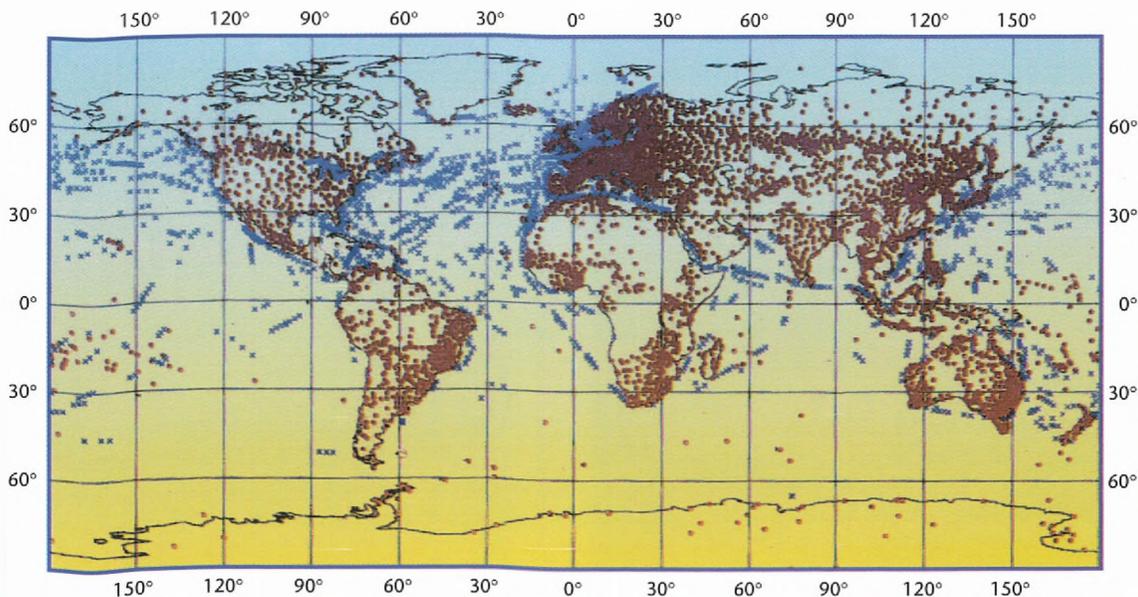
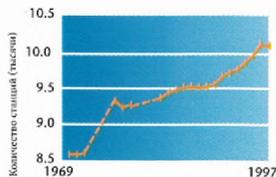
СТАНЦИИ ПРИЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ НА СУШЕ

Для удовлетворения всех потребностей в данных метеорологических наблюдений Глобальная система наблюдений спроектирована с самого начала как комплексная система, состоящая из нескольких различных типов средств наблюдений как на поверхности Земли, так и в космосе, с достаточной гибкостью, позволяющей отбирать и сочетать элементы наблюдения с учетом прогресса новой техники и изменяющихся потребностей. Основой приземной подсистемы продолжают оставаться около 10 000 станций на поверхности Земли или вблизи нее, проводящие по крайней мере каждые три часа, а многие — ежечасно, наблюдения ряда метеорологических параметров, таких, как атмосферное давление, скорость и направление ветра, температура воздуха и относительная влажность. Около 4 000 из этих станций составляют региональные опорные синоптические сети (РОСС), спроектированные шестью

региональными ассоциациями ВМО для удовлетворения коллективных нужд их стран-членов, данные наблюдений с которых обмениваются глобально в реальном масштабе времени. В настоящее время расстояние между станциями колеблется в диапазоне 150—250 км, хотя для многих прикладных целей требуемое горизонтальное разрешение приземных данных составляет 100 км и меньше. Мониторинг данных этой системы показывает, что фактическое выполнение ожидаемой программы наблюдений на станциях РОСС составляет 40—95 % с глобальной средней цифрой в 75 %. Эти цифры не претерпели больших изменений за последнее десятилетие, хотя общее количество станций увеличилось приблизительно на 5 %, а количество станций, проводящих ежечасные наблюдения, повысилось с 35 % до 50 % от общего количества. Это отчасти является результатом повышения автоматизации наблюдений.

Типовой ежесуточный охват приземными наблюдениями (приблизительно 50 000) с наземных станций (ЕЦСПП)

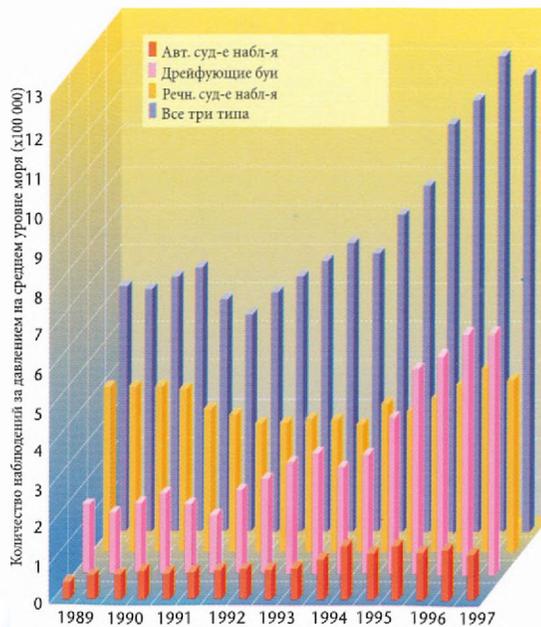
Внизу: Развитие сети приземных станций на суше



СТАНЦИИ НАБЛЮДЕНИЙ НА МОРЕ

В океанах Глобальная система наблюдений полагается, помимо спутников, на суда, заякоренные и дрейфующие буи и стационарные платформы. Наблюдения на судах, привлеченных к Программе ВМО по использованию судов, добровольно проводящих наблюдения, включают в основном те же переменные, что и на приземных станциях на суше с важным добавлением температуры поверхности

моря и высоты и периода волнения. Количество судов, проводящих наблюдения в 1997 г., составило приблизительно 6 700, что примерно на 10 % меньше, чем в предыдущем десятилетии, и около 40 % проводят наблюдения в море в любой конкретный момент времени. В 1997 г. программа оперативных дрейфующих буев включала около 700 дрейфующих буев, передающих ежедневно 3 500 сводок температуры поверхности моря и атмосферного давления у поверхности.



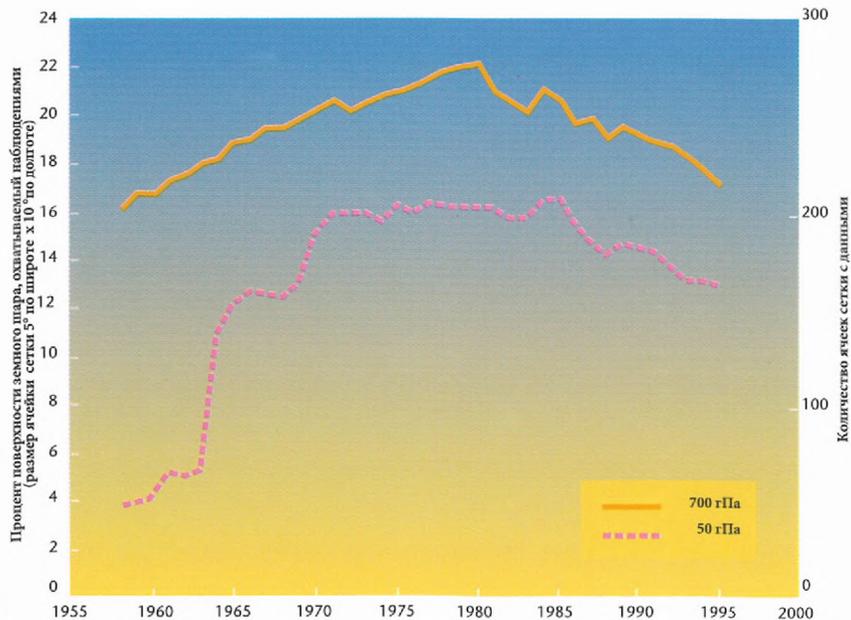
Крайний слева:
Автоматический буй для сбора метеорологических данных (Служба атмосферной окружающей среды, Канада)
Слева: Количество данных наблюдений, полученных в Метеорологической службе СК за шестимесячные периоды с января 1989 г. по июнь 1997 г.

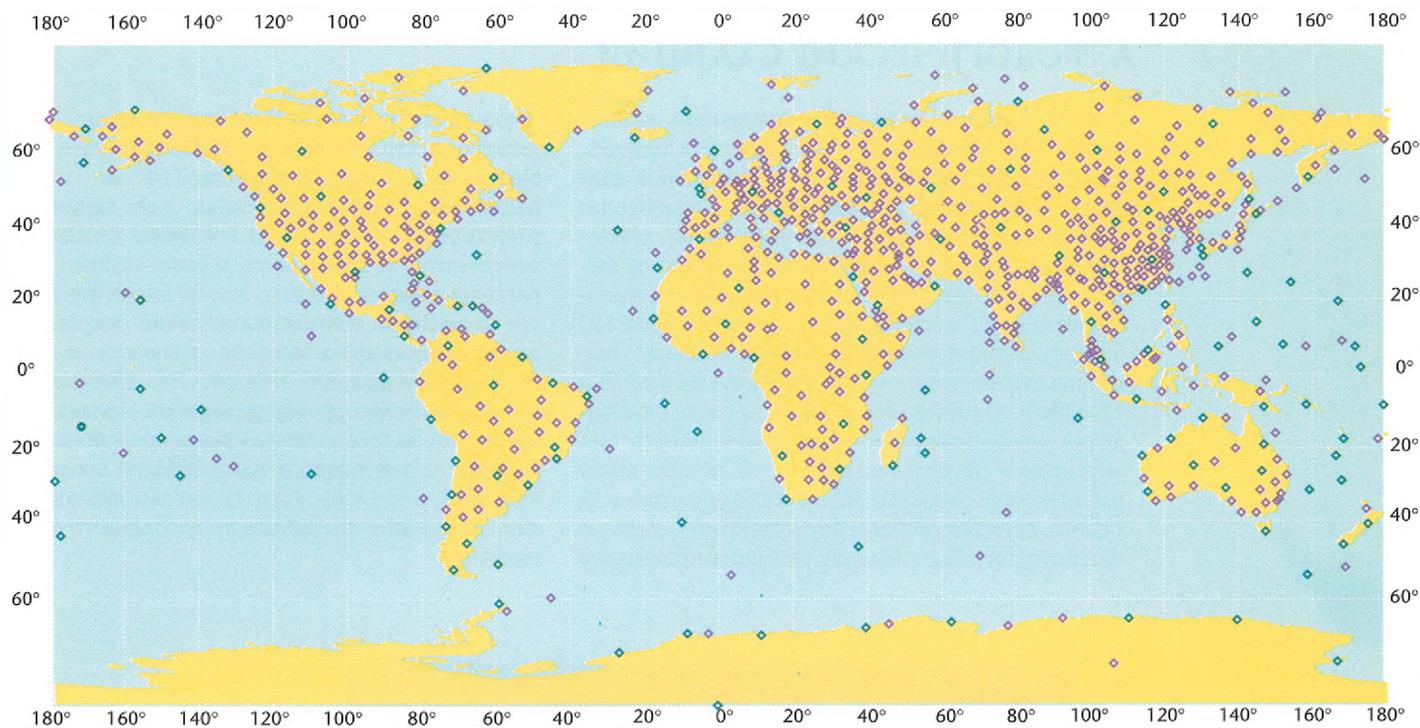
АЭРОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

Другим крупным элементом приземной компоненты ГСН является сеть аэрологических станций, запускающих радиозонды, прикрепленные к свободно поднимающимся оболочкам, и производящих измерения давления, скорости ветра, температуры и влажности от поверхности Земли до высот, достигающих 30 км. Таких станций в глобальной сети насчитывается около 950, из которых 100 производят только радиоветровые наблюдения. Около двух третей проводят наблюдения в 0000 МСВ и 1200 МСВ. От 100 до 200 станций проводят наблюдения только один раз в сутки, а около 100 станций «временно» прекратили работу. В океанических районах радиозондовые наблюдения проводятся 15 судами, главным образом бороздящими Северную Атлантику и оснащенными автоматизированным

судовым аэрологическим оборудованием. Желательное расстояние между радиозондовыми станциями составляет 250 км и не более 1 000 км — в малонаселенных районах и в океанах. Хотя количество радиозондовых станций за последнее десятилетие значительно не изменилось, и было создано лишь несколько новых станций, тем не менее фактическое количество данных наблюдений сократилось ввиду относительно высокой стоимости эксплуатации и обслуживания станций. Это привело к более неравномерному распределению данных. Сохраняются малоосвещенные данными районы в некоторых частях Африки, Азии, Южной Америки и в океанах, и требуются другие методы наблюдений для достижения необходимого глобального охвата данными.

Процент поверхности земного шара, охватываемый радиозондовыми данными с размерами ячейки сетки 5° по широте x 10° по долготе (Палмер, Центр Гадлея, СК)





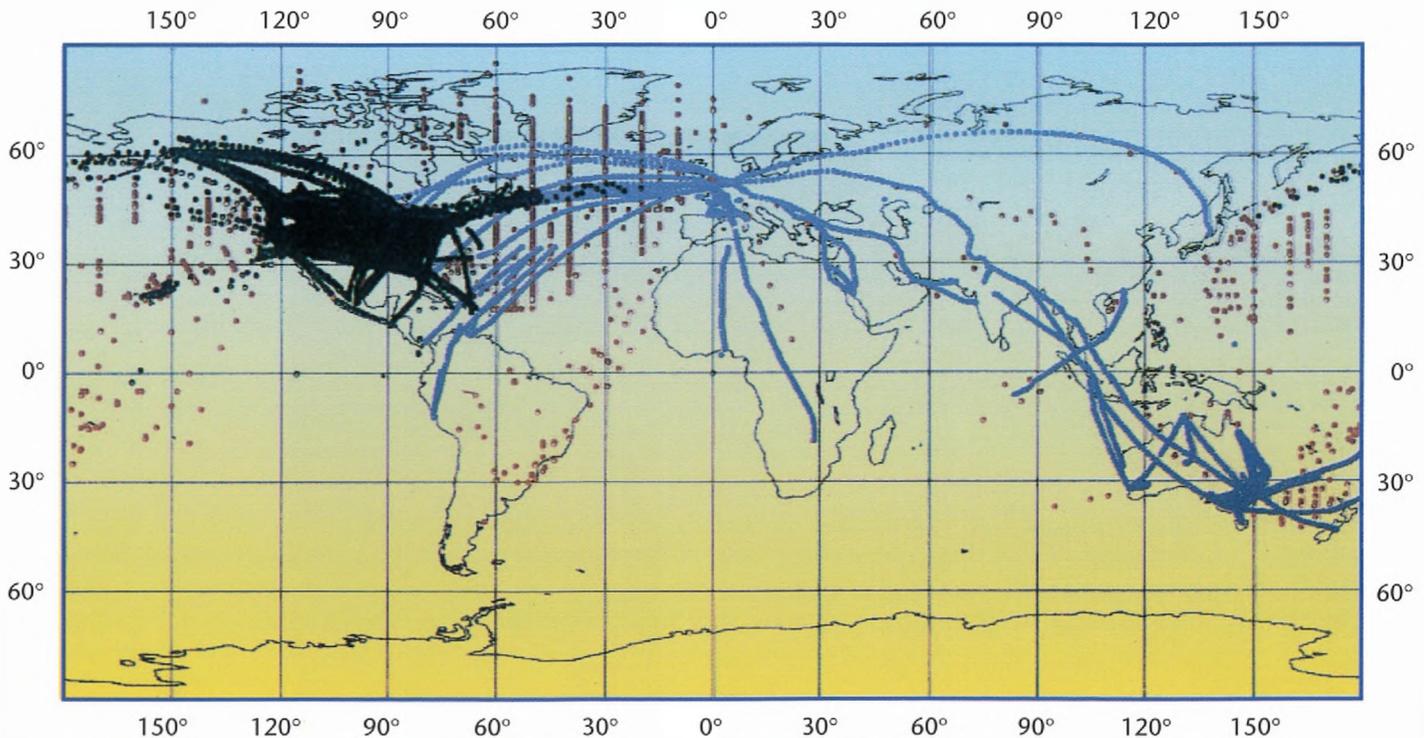
*Глобальное распределение
радиозондовых станций
с указанием тех из них,
которые отобраны для
аэрологической сети ГСНК
(показаны зеленым)*

НАБЛЮДЕНИЯ С САМОЛЕТОВ

В течение нескольких десятилетий важный вклад в аэрологическую наблюдательную сеть вносят около 3 000 самолетов, выпускающих сводки о давлении, температуре и ветрах на крейсерском эшелоне полета. За последние годы наблюдается быстрое развитие автоматизации средств наблюдения и передачи сводок с самолетов, известных под общим наименованием АМДАР (передача метеорологических данных с самолета), которые могут обеспечивать высококачественные наблюдения ветра и температуры на

крейсерском эшелоне полета, а также на выборочных участках набора высоты и снижения. Количество данных с самолетов возросло за последние годы в 10 раз и составляет приблизительно 50 000 сводок в сутки. Такие системы располагают большими потенциальными возможностями для измерений в местах, где отсутствуют или недостаточны радиозондовые данные, и могут внести крупный вклад в аэрологическую компоненту Глобальной системы наблюдений.

Типовой ежесуточный охват самолетными сводками (ЕЦСПП)



СИСТЕМЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Что касается других наземных систем, то радиолокаторы измерения профиля ветра и доплеровские радиолокаторы, хотя еще и не развернуты в больших количествах, тем не менее оказываются чрезвычайно полезными в предоставлении данных высокого разрешения как в пространстве, так и во времени, особенно в нижних слоях атмосферы. Они особо полезны для проведения наблюдений в промежутках между зондированиями с помощью шаров-зондов и имеют большой потенциал как часть комплексных сетей, особенно тогда, когда им сопутствуют дополнительные средства получения профилей температуры. Метеорологические радиолокаторы широко используются в качестве части национальных и все больше — региональных сетей, главным образом

для краткосрочного прогнозирования опасных метеорологических явлений. Особенно полезен доплеровский радиолокатор, способный производить измерения ветра и оценивать количество осадков.

Как уже упоминалось, Глобальная система наблюдений предоставляет данные наблюдений для многих других целей помимо оперативных анализов и прогнозов погоды. Для этого имеется большое количество станций наблюдений со специальным оборудованием и программами наблюдений, таких, как авиационные, климатологические и агрометеорологические станции, а также специальные средства наблюдения, включающие измерения солнечной и УФ-радиации, обнаружение молний и метеорографические станции.



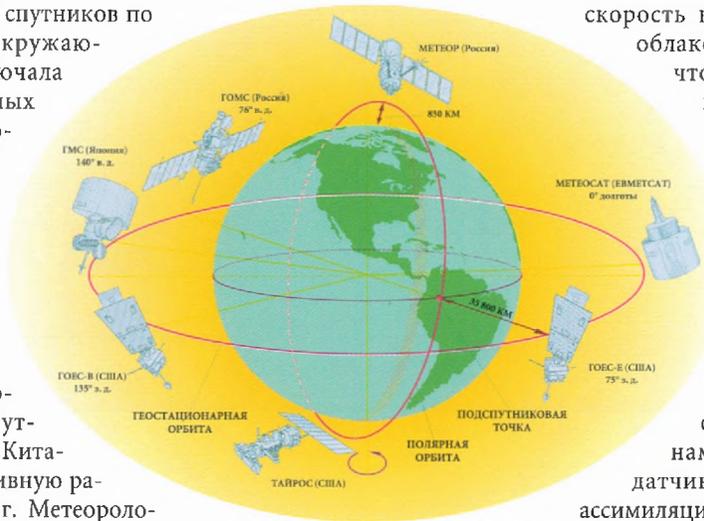
Профилометр ветра с радиоакустической системой зондирования (НУОА, США)

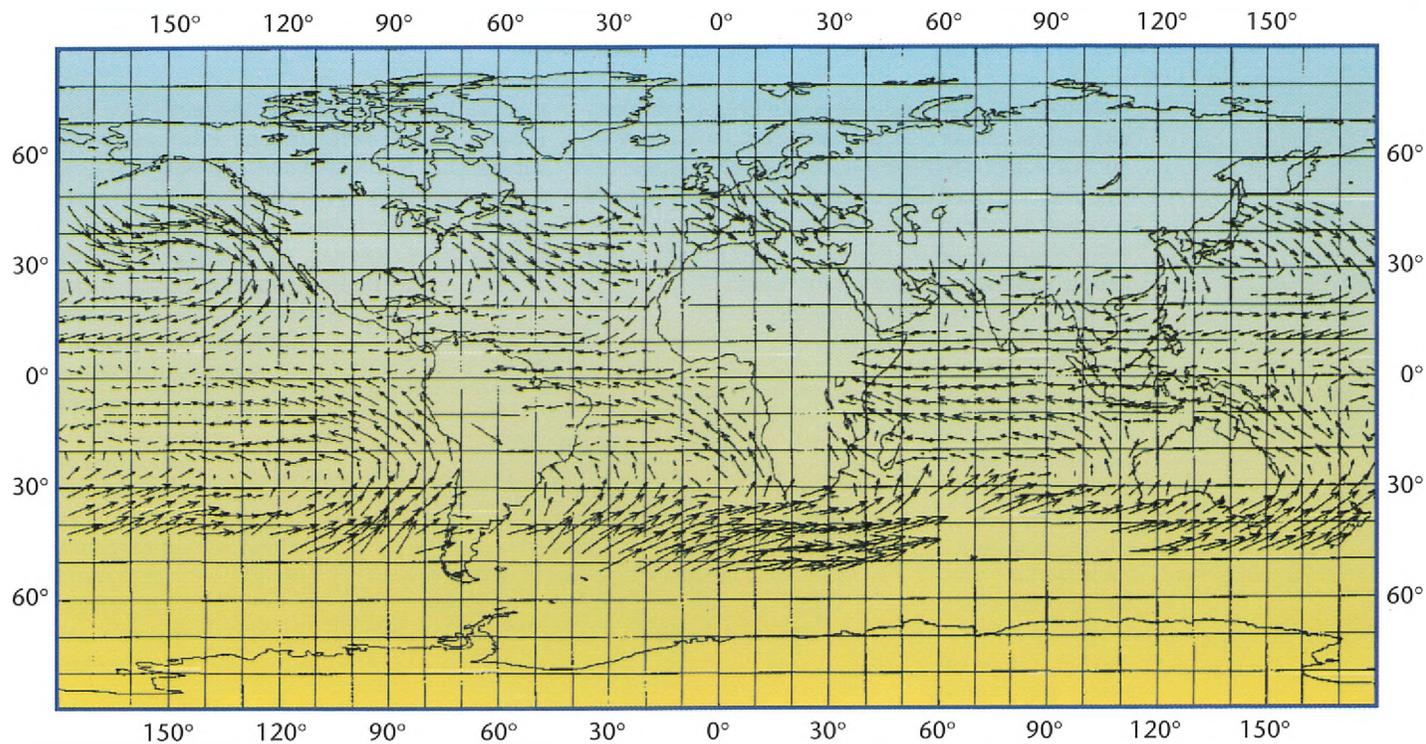
НАБЛЮДЕНИЯ ИЗ КОСМОСА

Наиболее важным достижением в метеорологических наблюдениях был, несомненно, запуск метеорологических спутников, составляющих космическую подсистему ГСН (см. рисунок), главная роль которой заключается в пополнении информации, предоставляемой наземной подсистемой, с тем чтобы дополнить глобальный охват. В конце 1997 г. сеть спутников по наблюдению за окружающей средой включала четыре оперативных спутника с околополярной орбитой и пять оперативных геостационарных спутников по наблюдению за окружающей средой (см. рисунок); шестой геостационарный спутник, запущенный Китаем, начнет оперативную работу в начале 1998 г. Метеорологические спутники, как правило, оборудованы приборами, включающими главным образом средства формирования изображений и зондирования. Среди многочисленных типов наблюдений, проводимых из космоса с борта полярно-орбитальных и геостационарных спутников, можно выделить изображения в видимом и

инфракрасном участках спектра, на базе которых можно определить многие метеорологические параметры. Несколько полярно-орбитальных спутников оснащено приборами, которые могут передавать вертикальные профили температуры и влажности в районах, свободных от облачности.

Геостационарные спутники оценивают скорость ветра по движению облаков и водяного пара, что имеет особую важность в тропиках. За последние годы основной акцент в этом сочетании систем сместился от наземной к космической подсистеме, особенно над океанскими и другими удаленными районами. Спутниковые датчики, связь и методы ассимиляции данных постоянно совершенствуются, позволяя лучше использовать огромные объемы спутниковых данных. Достижения в численном моделировании обеспечивают возможность, в частности, разрабатывать все более сложные методы представления информации о температуре и влажности непосредственно на базе спутниковых измерений яркости.



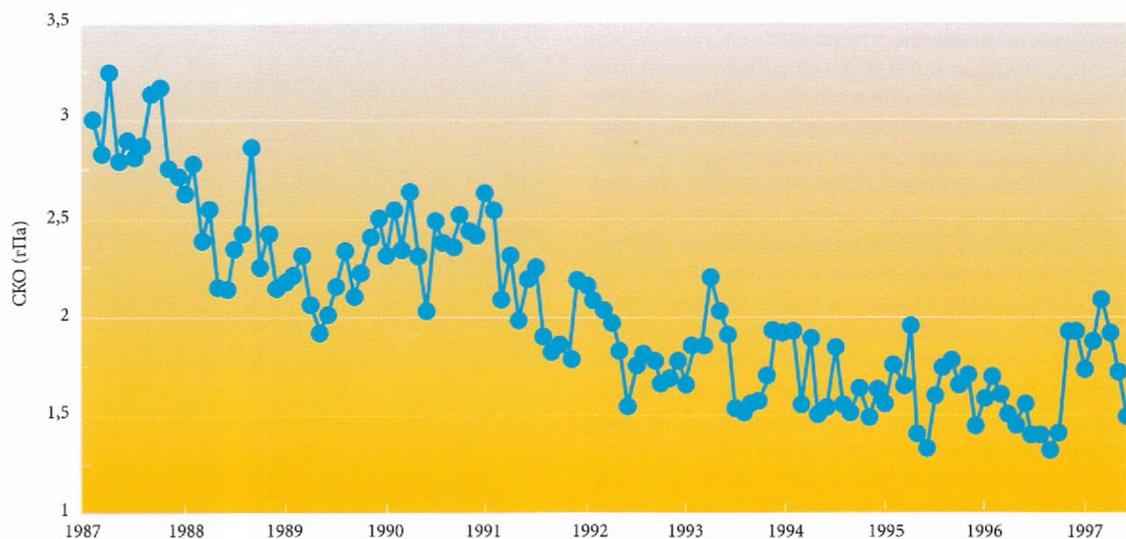


*Типовой ежесуточный
охват данными о ветре,
вычисленными на
основании спутниковых
наблюдений
(Метео-Франс)*

МОНИТОРИНГ СИСТЕМЫ

Вся ГСН подвергается периодическому мониторингу с точки зрения функционирования различных элементов и качества полученных данных. В отношении первого все страны-члены участвуют в ежегодной работе в течение двухнедельного периода, обычно в октябре, с целью определить, помимо прочего, количество наблюдений, проводимых на каждой станции наземной подсистемы. Ведется также подсчет сводок, полученных с подвижных станций — судов, самолетов и дрейфующих буйев, — в соответствующих центрах сбора данных. На основании проведенного мониторинга системы

выявляются недостатки и направляются оповещения в соответствующие страны. Для оценки качества данных ряд центров обработки данных сравнивает информацию, полученную по каждому из различных наблюдаемых элементов с первым численным краткосрочным прогнозом. В случае больших расхождений «сомнительные» измерения возвращаются стране, в которой они были проведены, для принятия корректировочных мер. Благодаря такой процедуре на протяжении последних десятилетий наблюдается постоянное явное улучшение качества данных наблюдений.



Улучшение качества измерений атмосферного давления с буйев

КОМПЛЕКСНАЯ СИСТЕМА

ГСН состоит из многих уникальных элементов на поверхности Земли, в воздухе и в космосе, которые совместно вносят вклад в удовлетворение потребностей в данных наблюдений. Многие эти потребности, например по крупным районам в океанах, могут быть наилучшим образом удовлетворены с помощью спутниковых систем, но в большинстве случаев используется сочетание спутниковых измерений и в точке для получения нужного разрешения и обеспечения калибровки и привязки систем дистанционного зондирования. Вместе с тем, имеется ряд методов и технических средств для измерений на высотах. Для оказания помощи в процессе определения наилучшей комбинации или сочетания используемых систем проведена оценка того, в какой степени отдельные компоненты аэрологической сети (радиозонды, спутники, самолеты и наземные системы дистанционного зондирования) смогут удовлетворить потребности измерений трех основных параметров к 2005 г.

Полезно сравнить характеристики каждой системы. Например, относительно измерения температуры выясняется, что ни одна система не может и в обозримом будущем не сможет полностью удовлетворить потребности: радиозонды имеют недостаточный глобальный охват, спутники имеют превосходный охват, но не удовлетворяют в настоящее время требованиям в отношении точности или вертикального разрешения, а самолетные данные ограничены фиксированными эшелонами полета, за исключением взлета и посадки. Аналогичные соображения относятся к другим параметрам. Каждый метод наблюдения имеет свои преимущества и недостатки, и только путем сочетания взаимодополняющих систем можно удовлетворить все потребности. Таким образом, основная задача состоит в проектировании эффективного сочетания систем, с тем чтобы достичь максимальных преимуществ от каждой системы, избежать дублирования и сдержать рост расходов.

Такое сочетание может различаться от региона к региону, географически и климатически, в соответствии с различиями потребностей и особенно в технической осуществимости и связанных с этим расходах.

<i>Метеорологическая переменная</i>	<i>Система наблюдений</i>	<i>Горизонт. разрешение</i>	<i>Оцененный охват</i>
Горизонтальный вектор ветра	Радиозондовая + шаропилотная	≥ 250 км	Наилучший над сушей, огранич. на океанами и малонаселенными район
	Самолет	100 км	Ограничен регулярными маршрут полета
	Радиолокатор для получения профиля ветра	≥ 250 км	Разрешение может быть улучшен над сушей
	Ветер, определенный по движению облаков и влаги, наблюдаемому со спутников	100 км	Наиболее полезен в низких широтах, самые крупные ошибки для облако верхнего яруса
Температура	Радиозондовая	≤ 250 км	Наилучший над сушей, огранич. на океанами и малонаселенными район
	Спутниковое дистанционное зондирование	50 км	Глобальный охват, но с самыми крупными ошибками в рай-х облачности
	Наземное дистанционное зондирование	≤ 250 км	Используется для улучшения разрешения над сушей
	Самолет	100 км	Ограничен регулярными маршрут
Относительная влажность	Радиозондовая	≥ 250 км	Наилучший над сушей, огранич. на океанами и малонаселенными район
	Спутниковое дистанционное зондирование	50 км	Глобальный охват
	Наземное дистанционное зондирование + самолет		Оперативные системы находятся в
*	Вертикальный диапазон зависит от используемого оборудования.		
**	Зависит от типа облачности.		
†	Вертикальное разрешение ухудшается на высотах выше 8 км от 0,5 до 1 км, и ошибка наблюдений		

ОГРАНИЧЕНИЯ

На определение потребностей и проектирование комплексной наблюдательной системы в большой степени влияют стоимостные характеристики и возможность отдельных стран эксплуатировать компоненты и технические средства ГСН. Это является одной из основных причин недостаточности радиозондовой сети в последние годы. Имели место и другие изменения, например, переход от техники радионавигации, используемой многими

аэрологическими станциями для обнаружения ветра, на базе наземной системы Омега, к спутниковой глобальной системе определения местоположения (ГСОМ), которая, несмотря на более высокую точность, также и более дорогая. Использование радиозондов также, по всей вероятности, будет подвергаться постоянному прессингу на предмет повышения «эффективности использования радиочастот» ввиду давней конкуренции за полосы радиочастот, выделенные для метеорологических целей. В связи с этим становится ясно, что для аэрологических наблюдений и для калибровки спутниковых датчиков будет сохраняться необходимость в радиозондах, поднимаемых на высоты с помощью оболочек, хотя их количество будет меньше, чем в прошлом.

Существует также необходимость в определенной однородности и преемственности для мониторинга климата и глобального изменения. Специально для этой цели из ГСН отобраны 150 аэрологических станций, равномерно размещенных на поверхности Земли, полностью функционирующих и надежных в долгосрочном плане и действующих в соответствии с согласованным комплектом наилучшей практики, которые составляют аэрологическую сеть Глобальной системы наблюдений за климатом (см. рисунок на с. 12); по таким же общим критериям отобрано около 1 000 приземных наблюдательных станций, которые выделяются в приземную сеть ГСНК.

<i>вертикальное разрешение</i>	<i>Оцененный вертикальный охват</i>	<i>Частота наблюдений</i>	<i>Ошибка наблюдений (среднеквадратич.)</i>
3—1,2 км	0,1—35 км*	1—4 раза в сутки	1—3 м·с ⁻¹
1 км	Крейсерский эшелон + подъем/снижение	1—24 раза в сутки	1—3 м·с ⁻¹
1—1,2 км	0,1—20 км*	1—24 раза в сутки	1—3 м·с ⁻¹
5—4 км**	На имеющихся уровнях	При наличии, максимально возможная 24 раза в сутки	2—8 м·с ⁻¹
0,1 км	0,1—35 км*	1—4 раза в сутки	0,3—1 °С
—8 км	0—50 км	Минимум 4 раза в сутки	1—2 °С
2—1 км	0—6 км*	1—24 раза в сутки	0,5—2 °С
0,1 км	Крейсерский эшелон + подъем/снижение	1—24 раза в сутки	0,5—1 °С
0,1 км	0—12 км [†]	1—4 раза в сутки	5 % [†]
—4 км	0—12 км	Минимум 4 раза в сутки	10 %

тадии разработки, эксплуатационных характеристик пока не имеется

оставляет 10 %

Ожидаемые характеристики различных элементов ГСН при проведении аэрологических наблюдений

БУДУЩИЕ ЗАДАЧИ

Основная задача на будущее состоит в том, чтобы определить экономически эффективные сочетания приборов и методов наблюдений, способные удовлетворить глобальные метеорологические потребности для прогнозов любого срока действия, а также для понимания изменчивости климата. При этом должна достигаться не только сопоставимость отдельных различных элементов ГСН и их сочетания с другими, но также должно выноситься взвешенное суждение о ценности улучшенной прогностической продукции по отношению к вложенным средствам. Уже проведено немало исследований в связи с новыми системами наблюдений, и некоторые выводы сделаны на семинаре по изучению влияния систем наблюдений на численные прогнозы, состоявшемся в апреле 1997 г. в ВМО. Например, определение крупномасштабного атмосферного потока с помощью численных методов в большой степени зависит от радиозондовых данных в северном полушарии и от зондирований с полярно-орбитальных спутников — в южном полушарии; спутниковые наблюдения скорости ветра, вычисленной по перемещению облаков, имеют положительный эффект, особенно в тропиках; самолетные данные сейчас играют важную роль в улучшении определения крупномасштабных потоков в северном полушарии, и в некоторых регионах ветры и температуры, измеренные с самолетов, продемонстрировали такую же важность, как и радиозондовые данные.

Проектирование и развитие будущей комплексной системы будет эволюционным процессом, включающим новые стратегии и технологии, которые могут быть менее однородными и более гибкими, чем в настоящее время. По всей вероятности,

будет иметь место меньшее количество, но более равномерно распределенных, радиозондовых станций, действующих с большей надежностью и в соответствии с согласованным комплектом «наилучшей практики». Важность роли спутников будет продолжать увеличиваться путем более широкого использования зондирований и псевдозондирований с геостационарных спутников как над океанами, так и над районами суши, посредством увеличения количества каналов и повышения точности зондирующих устройств на борту полярно-орбитальных спутников, по линии повышения разрешения вычисленных ветров и увеличения количества уровней, а также путем использования микроволновой техники для получения характеристик ветра у поверхности в районах, покрытых облачностью. Большой вес также приобретут альтернативные или новые технологии, такие, как АМДАР, профилометры ветра, методы ГСОМ для измерений влажности и применение адаптивных наблюдений с использованием, например, зондов, сбрасываемых с самолетов, и выборочных наблюдений, например изменяя частоту их проведения в соответствии с конкретными метеорологическими условиями. Создание устойчивых наблюдательных сетей над океанами и в некоторых других регионах мира может потребовать программы совместного международного финансирования. Критическую важность для характеристик и эффективности системы будет иметь сквозной мониторинг ее функционирования и качества выпускаемых данных, сопровождаемый соответствующими механизмами обратной связи и принятием корректировочных мер.

A world map with a blue and teal color scheme, overlaid with numerous small orange diamond markers. The markers are distributed across all continents, with a higher density in the Northern Hemisphere. A dark grey rectangular box is positioned in the lower-left quadrant of the map, containing contact information for the World Meteorological Organization.

*За дополнительной информацией
просьба обращаться по адресу:*

Information and Public Affairs Office
World Meteorological Organization
41, Avenue Giuseppe-Motta
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland
© +41 22 730 83 15
Fax: +41 22 733 28 29
E-mail: gorre-dale_e@gateway.wmo.ch
Internet: <http://www.wmo.ch>