Руководство по Глобальной системе наблюдений

Всемирная Метеорологическая Организация

ВМО-№ 488

Погода • Климат • Вода

Руководство
по
Глобальной системе наблюдений

ВМО-№ 488

Всемирная
Метеорологическая
Организация

Погода • Климат • Вода

Третье издание

2010

ВМО-№ 488

© **Всемирная Метеорологическая Организация, 2010**

Право на опубликование в печатной, электронной или какой-либо иной форме на каком-либо языке сохраняется за ВМО. Небольшие выдержки из публикаций ВМО могут воспроизводиться без разрешения при условии четкого указания источника в полном объеме. Корреспонденцию редакционного характера и запросы в отношении частичного или полного опубликования, воспроизведения или перевода настоящей публикации следует направлять по адресу:

Chair, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7 bis, avenue de la Paix
P.O. Box No. 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Тел.: +41 (0) 22 730 84 03
Факс: +41 (0) 22 730 80 40
Э-почта: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-40488-6

ПРИМЕЧАНИЕ

Обозначения, употребляемые в публикациях ВМО, а также изложение материала в настоящей публикации не означают выражения со стороны Секретариата ВМО какого бы то ни было мнения в отношении правового статуса какой-либо страны, территории, города или района, или их властей, а также в отношении делимитации их границ.

Мнения, выраженные в публикациях ВМО, принадлежат авторам и не обязательно отражают точку зрения ВМО. Упоминание отдельных компаний или какой-либо продукции не означает, что они одобрены или рекомендованы ВМО и что им отдается предпочтение перед другими аналогичными, но не упомянутыми или не прорекламированными компаниями или продукцией.

СОДЕРЖАНИЕ

Стр.

ВВЕДЕНИЕ ..... **ix**

ЧАСТЬ I — ЦЕЛЬ, СФЕРА ОХВАТА, ОРГАНИЗАЦИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ **I–1**

1.1 Цель и сфера охвата Глобальной системы наблюдений I–1

1.2 Требования к Глобальной системе наблюдений I–1

1.3 Организация и осуществление Глобальной системы наблюдений I–2

ЧАСТЬ II — ПОТРЕБНОСТИ В ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ **II–1**

2.1 Общие положения II–1

2.2 Оценка и формулирование потребностей в данных наблюдений II–2

2.2.1 Тесты по реагированию на данные или эксперименты с системой наблюдений II–2
2.2.2 Эксперименты по моделированию системы наблюдений II–2
2.2.3 Теоретические исследования и моделирование II–3
2.2.4 Лабораторные оценки II–3
2.2.5 Проектирование системы и проведение анализа II–3
2.2.6 Полевые оценки II–3
2.2.7 Области применения конечных пользователей II–3

2.3 Оценка потребностей в сопоставлении с возможностями системы II–3

2.3.1 Процесс регулярного обзора потребностей II–4
2.3.2 База данных по потребностям пользователей и возможностям систем наблюдений II–4
2.3.2.1 Потребности пользователей II–4
2.3.2.2 Возможности систем наблюдений II–6
2.3.3 Критический обзор II–6
2.3.4 Заявления о руководящих принципах II–6

2.4 Проектирование сети и национальные потребности II–7

2.5 Эволюция Глобальной системы наблюдений II–7

Ссылки II–8

Приложение II.1 — Извлечение из базы данных по потребностям пользователей и возможностям систем наблюдений — пример потребностей в некоторых переменных для глобального численного прогнозирования погоды II.1–1

Приложение II.2 — Примеры результатов процесса регулярного обзора потребностей II.2–1

ЧАСТЬ III — НАЗЕМНАЯ ПОДСИСТЕМА **III–1**

3.1 Общие положения III–1

3.1.1 Проектирование сетей наблюдений III–1
3.1.2 Планирование сетей и станций III–2

Стр.

3.1.3 Управление сетями станций, обслуживаемых персоналом III–4
3.1.3.1 Общие положения III–4
3.1.3.2 Организация подразделения управления сетью станций III–4
3.1.3.3 Административные мероприятия III–4
3.1.3.4 Персонал подразделения управления сетью станций III–4
3.1.3.5 Оперативные задачи подразделения управления сетью станций III–5
3.1.3.6 Материально-техническое обеспечение и снабжение III–5
3.1.3.7 Создание новой станции III–6
3.1.3.8 Регулярные инспекции III–6
3.1.3.9 Другие виды деятельности подразделения управления работой станции III–6
3.1.3.10 Приобретение приборов и оборудования III–7
3.1.3.11 Проверка приборов и техническое обслуживание III–7
3.1.3.12 Координация III–7
3.1.3.13 Планирование и финансирование III–8
3.1.3.14 Мониторинг функционирования сети III–8
3.1.4 Управление сетями наземных автоматических станций приземных наблюдений III–8
3.1.4.1 Общие положения III–8
3.1.4.2 Административные вопросы III–8
3.1.4.3 Оперативные задачи подразделения, контролирующего сеть автоматических станций III–9

3.2 Синоптические станции приземных наблюдений III–9
3.2.1 Организационные аспекты III–9
3.2.1.1 Общие положения III–9
3.2.1.2 Наземные станции III–10
3.2.1.3 Морские станции III–13
3.2.1.4 Автоматические станции III–22
3.2.2 Наблюдения/измерения III–36
3.2.2.1 Общие положения III–36
3.2.2.2 Наблюдения на наземных станциях III–36
3.2.2.3 Наблюдения на морских станциях III–41

3.3 Аэрологические станции III–46
3.3.1 Организационные аспекты III–46
3.3.1.1 Выбор местоположения III–46
3.3.1.2 Планирование помещений III–46
3.3.1.3 Организация аэрологического подразделения III–48
3.3.1.4 Архивация данных и ведение записи данных III–50
3.3.1.5 Связь III–50
3.3.1.6 Персонал III–50
3.3.1.7 Обучение III–51
3.3.1.8 Стандарты качества III–52
3.3.2 Наблюдения/измерения III–52
3.3.2.1 Общие положения III–52
3.3.2.2 Шаропилотные наблюдения III–53
3.3.2.3 Радиозондовые наблюдения III–53
3.3.2.4 Радиоветровые наблюдения III–53
3.3.2.5 Радиоветровое зондирование III–54
3.3.2.6 Комбинированные радиозондовые и радиоветровые наблюдения III–54
3.3.2.7 Аэрологическое зондирование с помощью автоматизированной судовой или наземной аэрологической системы III–54
3.3.2.8 Аэрологические системы III–55
3.3.2.9 Требования к наблюдениям III–58
3.3.3 Аспекты специального управления III–59
3.3.3.1 Общие положения III–59

Стр.

3.3.3.2 Закупка приборов и оборудования III–59
3.3.3.3 Техническое обслуживание III–59
3.3.3.4 Бюджетные потребности III–60

3.4 Самолетные метеорологические станции III–60
3.4.1 Общие положения III–60
3.4.2 Приборное оснащение и обработка данных III–62
3.4.3 Выбор площадки III–62
3.4.4 Процедуры наблюдения и передачи данных III–62
3.4.5 Связь III–62
3.4.6 Персонал и обучение III–62
3.4.7 Стандарты качества III–62

3.5 Авиационные метеорологические станции III–63
3.5.1 Общие положения III–63
3.5.2 Приборное оснащение III–63
3.5.3 Местоположение метеорологических станций и приборов III–63
3.5.4 Программа наблюдений и передачи сводок III–64
3.5.5 Средства связи III–64
3.5.6 Персонал и подготовка кадров III–65
3.5.7 Стандарты качества III–65

3.6 Станции на научно-исследовательских судах и судах специального назначения III–65

3.7 Климатологические станции III–66
3.7.1 Организационные аспекты III–66
3.7.2 Сеть климатологических станций III–66
3.7.3 Классификация станций III–66
3.7.3.1 Опорные климатологические станции III–66
3.7.3.2 Главные климатологические станции III–66
3.7.3.3 Обычные климатологические станции III–66
3.7.3.4 Станции специального назначения III–66
3.7.4 Функционирование станций III–67
3.7.5 Стандарты качества III–67
3.7.6 Архивация III–67

3.8 Агрометеорологические станции III–67
3.8.1 Организационные аспекты III–67
3.8.2 Классификация станций III–68
3.8.3 Работа станций III–68

3.9 Специальные станции III–68
3.9.1 Общие задачи и цели специальных станций III–68
3.9.2 Категории специальных станций III–69
3.9.2.1 Метеорологические радиолокационные станции III–69
3.9.2.2 Станции по наблюдению за радиацией III–71
3.9.2.3 Станции обнаружения атмосфериков III–72
3.9.2.4 Станции авиаразведки погоды III–73
3.9.2.5 Метеорологические ракетные станции III–75
3.9.2.6 Станции Глобальной службы атмосферы III–76
3.9.2.7 Станции для измерений в планетарном пограничном слое III–82
3.9.2.8 Мареографные станции III–83

Ссылки III–86

Приложение III.1 — Функциональные спецификации для автоматических метеорологических станций III.1–1

Стр.

Приложение III.2 — Основной комплект переменных, подлежащих передаче со стандартных автоматических метеорологических станций многим пользователям с разнообразными целями III.2–1

Приложение III.3 — Метаданные автоматической метеорологической станции III.3–1

ЧАСТЬ IV — КОСМИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМА IV–1

4.1 Общие положения IV–1

4.1.1 История создания космической подсистемы IV–1
4.1.2 Связь с наземной подсистемой IV–1
4.1.3 Координация IV–2

4.2 Базовый космический сегмент IV–3

4.2.1 Солнечно-синхронные полярно-орбитальные спутники IV–3
4.2.1.1 Принцип IV–3
4.2.1.2 Осуществление IV–4
4.2.1.3 Программы наблюдений IV–4
4.2.1.4 Программы распространения данных IV–5
4.2.1.5 Другие программы по осуществлению связи IV–7
4.2.1.6 Программы по мониторингу космического пространства IV–7
4.2.2 Геостационарные спутники IV–8
4.2.2.1 Программы наблюдений IV–8
4.2.2.2 Программы по распространению данных IV–9
4.2.2.3 Программы по сбору данных и проведению поисково-спасательных операций IV–9
4.2.2.4 Программы по мониторингу космического пространства IV–10
4.2.3 Исследовательские спутники IV–10
4.2.3.1 Основная цель в рамках программ исследовательских спутников IV–10
4.2.3.2 Соответствие программ исследовательских спутников потребностям Глобальной системы наблюдений IV–11
4.2.3.3 Переход к оперативному статусу IV–12

4.3 Распространение данных и обслуживание пользователей IV–12

4.3.1 Общие характеристики наземного сегмента IV–12
4.3.2 Объединенная служба глобального распространения данных IV–13
4.3.3 Обслуживание пользователей IV–15
4.3.4 Учебная подготовка пользователей в области спутниковой метеорологии IV–15

4.4 Производная продукция IV–15

4.4.1 Вопросы калибровки IV–15
4.4.2 Категории продукции IV–16

4.5 Тенденции развития космической подсистемы IV–18

Ссылки IV–18

ЧАСТЬ V — ПРИВЕДЕНИЕ ДАННЫХ УРОВНЯ I V–1

5.1 Общие положения V–1

5.2 Процесс приведения V–1

5.3 Осреднение измеряемых количеств V–1

Ссылка V–2

Стр.

ЧАСТЬ VI — КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДАННЫХ VI–1

6.1 Общие положения VI–1
6.1.1 Уровни применения процедур контроля качества VI–2
6.1.2 Ошибки наблюдений VI–3

6.2 Процедурные аспекты контроля качества VI–3
6.2.1 Ответственность и стандарты VI–3
6.2.2 Объем контроля качества VI–4
6.2.3 Осуществление VI–4
6.2.3.1 Ручные методы VI–5
6.2.3.2 Автоматизированные методы VI–5

6.3 Прочие процедуры контроля качества VI–6
6.3.1 Наличие статистических данных по переменным VI–6
6.3.2 Использование принятых сокращений VI–6
6.3.3 Графическое представление и диаграммы VI–6
6.3.4 Упрощенные математические проверки VI–7

Ссылки VI–7

Приложение VI.1 — Контроль качества данных VI.1–1

Приложение VI.2 — Руководящие принципы, касающиеся процедур контроля качества для данных с автоматических метеорологических станций VI.2–1

ЧАСТЬ VII — МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ VII-1

7.1 Общие положения VII-1

7.2 Осуществление процедур мониторинга VII-1
7.2.1 Количественный мониторинг функционирования Всемирной службы погоды VII-1
7.2.1.1 Ежегодный глобальный мониторинг VII-1
7.2.1.2 Специальный мониторинг Главной сети телесвязи VII-2
7.2.2 Мониторинг качества данных VII-3
7.2.2.1 Центры мониторинга VII-3
7.2.2.2 Процедуры и форматы для обмена результатами мониторинга VII-4

Ссылки VII-4

ЧАСТЬ VIII — УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ VIII–1

8.1 Общие положения VIII–1

8.2 Структура управления качеством VIII–1

8.3 Технические стандарты ВМО в качестве справочной документации VIII–1

8.4 Система управления качеством VIII–1

Ссылки VIII–2

ДОПОЛНЕНИЕ — АКРОНИМЫ Доп.–1

ВВЕДЕНИЕ

Общие положения

Одной из основных целей Всемирной Метеорологической Организации (ВМО), как указано в Конвенции, является оказание содействия международному сотрудничеству в области создания сетей станций для проведения метеорологических или других геофизических наблюдений, относящихся к метеорологии, и в оказании содействия созданию и функционированию метеорологических центров, которым поручено обеспечение метеорологического обслуживания. Другой целью Организации является содействие стандартизации метеорологических наблюдений и обеспечение единообразной публикации данных наблюдений и статистических обобщений. С целью обеспечения необходимой стандартизации практики и процедур в области метеорологии Всемирный метеорологический конгресс принимает на своих сессиях Технический регламент, содержащий метеорологическую практику и процедуры, которым должны следовать страны — члены Организации. Этот Технический регламент включает наставления по различным аспектам деятельности Организации, а также ряд руководств, которые представляют более детально практику, процедуры и спецификации, которые предлагается выполнять каждой стране — члену Организации при подготовке или осуществлении каких-либо мероприятий, которые должны соответствовать Техническому регламенту, а также при осуществлении развития метеорологических служб в соответствующих странах. Настоящее Руководство рассматривает организацию и осуществление Глобальной системы наблюдений, которая является одним из трех основных элементов Программы Всемирной службы погоды (ВСП) ВМО.

Программа Всемирной службы погоды

Всемирная служба погоды, являющаяся одной из основных программ ВМО, сочетает в себе системы наблюдений, средства телесвязи и центры обработки данных и прогнозирования, эксплуатируемые странами-членами с целью предоставления метеорологической и связанной с ней геофизической информации для обеспечения эффективного обслуживания во всех странах.

Действуя в рамках программ ВСП, страны — члены ВМО координируют и обеспечивают применение стандартизированных методов измерений, общепринятых процедур телесвязи, а также представляют данные наблюдений и обработанную информацию понятным для всех образом, независимо от языка.

ВМО осуществляет координацию и мониторинг этих механизмов, а также функционирования технических средств Всемирной службы погоды с целью обеспечения каждой стране доступа ко всей информации, которая необходима ей для предоставления метеорологического обслуживания на каждодневной основе, а также для долгосрочного планирования и научных исследований. Одна из главных задач Программы ВСП заключается в обеспечении базовой инфраструктуры для получения данных наблюдений и связанного с ними обслуживания, которые необходимы соответствующим международным программам, занимающимся глобальными экологическими вопросами.

Всемирная служба погоды функционирует на глобальном, региональном и национальном уровнях. Она включает в себя проектирование, осуществление, функционирование и дальнейшее развитие следующих трех взаимосвязанных и все более интегрируемых основных элементов:

a) Глобальной системы наблюдений (ГСН), состоящей из технических средств и механизмов для проведения наблюдений на станциях, расположенных на суше и в море, а также с воздушных судов, метеорологических оперативных спутников и других платформ. Она предназначена для предоставления данных наблюдений, используемых как в оперативной, так и научно-исследовательской работе;
b) Глобальной системы телесвязи (ГСТ), состоящей из комплексных сетей технических средств и центров телесвязи, в первую очередь, региональных узлов телесвязи, необходимых для быстрого и надежного сбора и распространения данных наблюдений и обработанной информации;
c) Глобальной системы обработки данных и прогнозирования (ГСОДП), состоящей из мировых, региональных/специализированных и национальных метеорологических центров, предназначенных для предоставления обработанных данных, анализов и прогностической продукции.

Осуществление, интеграция и эффективное функционирование этих трех основных элементов достигается при помощи следующих вспомогательных программ:

a) программы управления данными Всемирной службы погоды, по линии которой осуществляется мониторинг потока информации и управление им в рамках системы Всемирной службы погоды для обеспечения качества и своевременного поступления

данных и продукции и использования стандартных форматов представления данных для удовлетворения потребностей стран-членов и других программ ВМО;

b) программы деятельности в поддержку систем Всемирной службы погоды, которая обеспечивает конкретное техническое руководство, подготовку кадров и содействие осуществлению, оперативное информационное обслуживание Всемирной службы погоды и поддерживает совместные инициативы.

Дальнейшие спецификации и детальная информация о функциях и организации трех основных компонентов Всемирной службы погоды приводятся в томе I соответствующих Наставлений по Глобальной системе наблюдений, Глобальной системе обработки данных и прогнозирования и Глобальной системе телесвязи, которые являются дополнениями к Техническому регламенту.

Цели *Руководства по Глобальной системе наблюдений*

Основной целью Руководства является предоставление практической информации о развитии, организации, осуществлении и функционировании Глобальной системы наблюдений, для того чтобы расширить участие отдельных стран-членов в системе, а также увеличить пользу, которую они могут получить от этой системы. Руководство объясняет и представляет практику, процедуры и спецификации Глобальной системы наблюдений и предназначено для оказания помощи техническому и административному персоналу национальных метеорологических служб, который несет ответственность за сети станций наблюдений и готовит национальные инструкции для наблюдателей.

Решение об издании *Руководства по Глобальной системе наблюдений* было принято Комиссией по основным системам ВМО на ее шестой сессии, состоявшейся в Белграде в 1974 г., и работа над первым выпуском была завершена в 1977 г. После этого в Руководство неоднократно вносились изменения и поправки, которые обобщены в этом новом пересмотренном издании.

Настоящее издание содержит поправки, принятые Комиссией по основным система на ее четырнадцатой сессии, которая была проведена в Дубровнике, Хорватия, с 25 марта по 2 апреля 2009 г., и изложенные в дополнениях к резолюциям 2 (КОС-XIV) и 3 (КОС-XIV), а также одобренные Исполнительным Советом на его шестьдесят первой сессии в июне 2009 г. в резолюции 6 (ИС-LXI).

Данное Руководство дополняет регламентный материал по вопросам проведения наблюдений, содержащийся в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49) и *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), и, для удобства работы с ним, имеет приблизительно такую же структуру, как и Наставление. Оно также дополняет *Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), а *Руководство по Глобальной системе обработки данных* (ВМО-№ 305) используется для дополнения настоящего Руководства.

Список публикаций, которые связаны с *Руководством по Глобальной системе наблюдений* и могут быть использованы совместно с ним, приводится ниже:

Всемирная служба погоды: http://www.wmo.int/web/www/www.html

Руководство по системам метеорологических наблюдений и распространения информации для метеорологического обслуживания авиации (ВМО-№ 731)

Руководство по агрометеорологической практике (ВМО-№ 134)

Руководство по гидрологической практике (ВМО-№ 168)

Руководство по Глобальной системе обработки данных (ВМО-№ 305)

Руководство по климатологической практике (ВМО-№ 100)

Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений (ВМО-№ 8)

Руководство по морскому метеорологическому обслуживанию (ВМО-№ 471)

Руководящие принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии (ВМО-№ 258)

Наставление по Глобальной системе наблюдений (ВМО-№ 544)

Наставление по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования (ВМО-№ 485)

Наставление по Глобальной системе телесвязи (ВМО-№ 386)

Наставление по кодам (ВМО-№ 306)

Технический регламент (ВМО-№ 49)

Шестой долгосрочный план ВМО (2004–2011 гг.) (ВМО-№ 962)

Information on Meteorological and Other Environmental Satellites (Информация о метеорологических и других спутниках для наблюдения за окружающей средой) (ВМО-№ 411)

International Cloud Atlas (Международный атлас облаков) (ВМО-№ 407)

ЧАСТЬ I

ЦЕЛЬ, СФЕРА ОХВАТА, ОРГАНИЗАЦИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ И ТРЕБОВАНИЯ К НЕЙ

1.1 ЦЕЛЬ И СФЕРА ОХВАТА ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Глобальная система наблюдений (ГСН) обеспечивает получение с Земли и из космоса данных наблюдений за состоянием атмосферы и поверхности океанов с целью подготовки анализов погоды, прогнозов и предупреждений для всех программ ВМО и соответствующих программ по окружающей среде других международных организаций. Ее функционирование обеспечивают национальные метеорологические службы, национальные или международные спутниковые агентства, и она охватывает несколько консорциумов, занимающихся конкретными системами наблюдений или конкретными географическими районами.

Глобальная система наблюдений является скоординированной системой разных подсистем наблюдений, основная цель которой состоит в обеспечении экономически эффективным способом высококачественных стандартизированных метеорологических и связанных с ними наблюдений за окружающей средой, а также геофизических наблюдений по всему земному шару и из космоса, которые требуются для оперативной подготовки метеорологических анализов и прогнозов, включая предупреждения. Глобальная система наблюдений также предоставляет данные наблюдений для научно-исследовательских целей в поддержку других программ ВМО или, согласно договоренностям с Организацией, соответствующих программ других международных организаций.

Основные долгосрочные цели

Основными долгосрочными целями Глобальной системы наблюдений являются:

a) совершенствование и оптимизация глобальных систем для наблюдений за состоянием атмосферы и поверхности океанов, с тем чтобы наиболее эффективным и действенным образом удовлетворять потребности, связанные с подготовкой все более точных анализов погоды, прогнозов и предупреждений, а также с осуществлением в рамках программ ВМО и других соответствующих международных организаций деятельности в области мониторинга климата и окружающей среды;
b) обеспечение необходимой стандартизации методов и практики наблюдений, включая планирование сетей на региональной основе для удовлетворения потребностей пользователей в отношении качества, пространственного и временного разрешения и долгосрочной стабильности.

1.2 ТРЕБОВАНИЯ К ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ НАБЛЮДЕНИЙ

Требования, которым должна отвечать Глобальная система наблюдений, определяются странами — членами Организации через региональные ассоциации и технические комиссии и формулируются в различных программах ВМО. В принципе Глобальная система наблюдений должна предоставлять основные данные, необходимые для обслуживания, осуществляемого национальными метеорологическими службами или другими организациями, вносящими свой вклад в безопасность общества, социально-экономическое благополучие и развитие своих стран. Такое обслуживание разделяется на три основные категории:

a) предоставление прогнозов погоды (включая сообщения о текущей погоде, предупреждения об опасных явлениях погоды и прогнозирование погоды в изменяющихся масштабах времени с заблаговременностью до одного месяца, а иногда и больше);
b) предоставление климатической информации и консультаций по применению метеорологических данных и знаний;
c) гидрологическое обслуживание, включая предупреждения о наводнениях.

В рамках этих трех основных категорий имеется множество специализированных услуг и областей применения метеорологии, которые требуют различных видов метеорологических наблюдений и измерений в изменяющихся масштабах. Они включают: краткосрочное, среднесрочное и долгосрочное прогнозирование погоды; предоставление предупреждений об опасной погоде для случаев таких явлений, как тропические циклоны, полярные депрессии, бури с градом, наводнения и сильные снегопады; обслуживание авиации, судоходства и сельского хозяйства, а также других различных областей, таких как производство энергии, охрана окружающей среды, строительная индустрия и туризм. В целом потребности, которые должны удовлетворяться Глобальной системой наблюдений для каждой из этих областей деятельности, устанавливаются техническими комиссиями ВМО: по основным системам, климатологии, атмосферным наукам, гидрологии, авиационной метеорологии, сельскохозяйственной метеорологии и океанографии и морской метеорологии.

Ряд международных программ также использует технические средства Всемирной службы погоды, и средства Глобальной системы наблюдений в частности, и они имеют свои собственные специальные потребности. Среди

этих программ: Всемирная программа исследований климата ВМО, Международный совет по науке, Всемирная система зональных прогнозов, Глобальная система мониторинга окружающей среды Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде и совместная Объединенная глобальная система океанических служб Межправительственной океанографической комиссии (МОК) Организации Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО) и ВМО.

Формулирование потребностей в данных является эволюционирующим процессом, основанным на опыте, приобретенном в отношении систем наблюдений, и усовершенствованиях методов ассимиляции данных. Этот процесс уравновешивает запросы пользователей с технической осуществимостью разрешения данных. Часть II содержит более подробную информацию по этой теме.

1.3 ОРГАНИЗАЦИЯ И ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

С целью удовлетворения этих потребностей Глобальная система наблюдений создана как сложная система, включающая наземную и космическую (спутниковую) подсистемы. Первая, подробно описываемая в части III *Руководства*, включает в себя региональные опорные синоптические сети, а также другие сети станций, находящихся на суше, в море и в воздухе; она также включает агрометеорологические станции, климатологические станции и специальные станции. Космическая подсистема (см. часть IV) состоит из метеорологических оперативных полярно-орбитальных и геостационарных спутников и экспериментальных спутников для исследований окружающей среды (космический сегмент), а также имеет наземный сегмент для приема и обработки спутниковых данных.

Сложная система предоставляет получаемую с помощью наблюдений информацию, которая распадается, в широком смысле, на две категории:

a) количественная информация, получаемая прямо или косвенно из инструментальных измерений;
b) качественная, описательная информация.

Примерами количественной информации, которая описывает физическое состояние атмосферы, являются данные измерений атмосферного давления, влажности, температуры воздуха и скорости ветра, в то время как качественная, или описательная, информация включает такие данные наблюдений, как количество и вид облаков, а также типы осадков.

По поручению Всемирного метеорологического конгресса Комиссия по основным системам провела изучение эволюции Глобальной системы наблюдений и подготовила *Implementation Plan for Evolution of Space- and Surface-based Subsystems of the Global Observing System* (План осуществления эволюции космической и наземной подсистем Глобальной системы наблюдений, WMO/TD-№ 1267). Главной целью Плана осуществления является оказание помощи странам-членам в подготовке к изменениям в Глобальной системе наблюдений, которые будут вноситься в течение последующих двух десятилетий. Осуществление новой Глобальной системы наблюдений должно способствовать укреплению сотрудничества между странами-членами на национальном, региональном и глобальном уровнях. В рамках будущей Глобальной системы наблюдений в развивающихся странах необходимо будет решать вопросы, связанные, например, с инфраструктурой, подготовкой кадров и оборудованием и расходными материалами.

Деятельность по осуществлению

Компоненты осуществления Глобальной системы наблюдений направлены на достижение следующих целей:

a) более эффективная стандартизация методов и практики наблюдений и их совершенствование, включая перепроектирование, оптимальное планирование и осуществление перепроектированных сетей наблюдений на региональной основе;
b) улучшенное функционирование глобальной сети для удовлетворения наиболее эффективным образом заявленных потребностей в отношении неопределенности, временного и пространственного разрешения и своевременности метеорологических наблюдений;
c) оценка экономической эффективности, долгосрочной стабильности и связанных с функционированием обновленной Глобальной системы наблюдений инновационных механизмов сотрудничества между национальными метеорологическими и гидрологическими службами;
d) анализ меняющихся потребностей различных программ по применениям в данных наблюдений и разработка руководящего материала для дальнейшего развития Глобальной системы наблюдений.

В отношении осуществления Глобальной системы наблюдений руководящий принцип состоит в том, что вся деятельность и технические средства, связанные с созданием и эксплуатацией Системы на территориях отдельных стран, являются областью ответственности самих стран и должны обеспечиваться до возможных пределов из национальных ресурсов. Там, где это невозможно, помощь может быть предоставлена через Программу развития Организации Объединенных Наций, через другие многосторонние или двусторонние

программы содействия или с помощью Программы добровольного сотрудничества ВМО.

Осуществление Глобальной системы наблюдений вне территорий отдельных стран (например, открытый космос, океаны и Антарктика) базируется на принципе добровольного участия стран, которые желают и имеют возможность вносить свой вклад путем предоставления технических средств и услуг либо на индивидуальной, либо на совместной основе из своих национальных ресурсов или через коллективное финансирование.

Глобальная система наблюдений является гибкой и постоянно эволюционирующей системой с выбором и сочетанием компонентов наблюдательной системы, которые могут корректироваться для полномасштабного использования новых технологий или удовлетворения новых потребностей. Однако в качестве общего принципа эволюция системы должна основываться на апробированных технологиях и представлять собой наилучшее сочетание компонентов наблюдательной системы, которые полностью отвечают следующим требованиям:

a) согласованным требованиям к данным в отношении необходимой (допустимого уровня) неопределенности, временного и пространственного разрешения и своевременности;
b) в отношении оперативной и технической осуществимости;
c) требованиям стран-членов в отношении экономической эффективности.

Внутри всей Глобальной системы наблюдений применяются стандартизированные процедуры контроля качества (см. часть VI *Руководства*) ко всем компонентам наблюдательной системы с целью обеспечения высокого качества и получения совместимых данных.

Требуются определенные уровни избыточности, необходимые для целей обеспечения качества и для обеспечения некоторой страховки против катастрофических выходов из строя любого отдельно взятого компонента или элемента; с целью удовлетворения требованиям в отношении экономической эффективности поощряется создание многоцелевых компонентов и станций.

ЧАСТЬ II

ПОТРЕБНОСТИ В ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

2.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Предсказание погоды и другая деятельность, связанная с окружающей средой, предполагают анализ данных наблюдений. Предсказание погоды, в частности, основано на точных метеорологических анализах. Все анализы требуют весьма надежных данных наблюдений, которые поступают своевременно в аналитические центры из достаточно плотной сети или иного источника данных наблюдений. В случае метеорологических анализов требуемая неопределенность, временное и пространственное разрешение, а также своевременность этих данных зависят от следующих факторов:

a) различных масштабов метеорологических явлений, которые должны быть проанализированы;
b) разрешения и других характеристик методов, применяемых для проведения анализов и моделирования на их основе.

Требования к данным наблюдений всегда соответствуют цели и меняются со временем по мере совершенствования методик наблюдений. В целом они стали более строгими в связи с тем, что мощность компьютеров возросла, а оперативное численное прогнозирование погоды и соответствующие модели стали способны представлять явления меньшего масштаба.

В атмосфере сосуществуют метеорологические явления различных масштабов. Например, одна ячейка грозы имеет протяженность в горизонтальном масштабе лишь в несколько километров и время существования порядка нескольких часов, в то время как тропический циклон имеет размер около 1 000 км в горизонтальном масштабе и время существования порядка 10 и более дней; многие грозовые ячейки появляются и исчезают в течение цикла существования тропического циклона. Поэтому частота и пространственное разрешение наблюдений должны быть адекватными для получения данных наблюдений, которые описывают временные и пространственные изменения метеорологических явлений с разрешением, достаточным для удовлетворения запросов пользователей. Если пространственное разрешение наблюдений составляет более 100 км, метеорологические явления, которые имеют горизонтальный масштаб менее 100 км, обычно не поддаются обнаружению. В *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, горизонтальные масштабы метеорологических явлений классифицированы следующим образом:

a) микромасштаб (менее 100 м) для сельскохозяйственной метеорологии, например испарение;
b) местный масштаб (100 м – 3 км), например загрязнение воздуха, торнадо;
c) мезомасштаб (3–100 км), например грозы, морские и горные бризы;
d) крупный масштаб (100–3 000 км), например фронты, разнообразные циклоны, облачные скопления;
e) планетарный масштаб (более 3 000 км), например длинные волны в верхних слоях тропосферы.

Горизонтальные масштабы тесно связаны с временными масштабами явлений. Возмущения более крупного горизонтального масштаба обычно сохраняются в течение более длительного периода времени (рисунок II.1). Поэтому для краткосрочных прогнозов погоды требуются более частые наблюдения с более плотной сети над ограниченной территорией, с тем чтобы обнаруживать любые мелкомасштабные явления и их развитие. С увеличением периода действия прогноза увеличивается и территория, на которой требуется проведение наблюдений. Ввиду динамического взаимодействия между метеорологическими явлениями в различных масштабах окончательное определение потребностей для отдельных масштабов может оказаться невозможным.

Потребности обычно подразделяются на три категории:

a) глобальные потребности связаны с данными наблюдений, которые необходимы странам — членам ВМО для общего описания метеорологических явлений и процессов крупного и планетарного масштабов;
b) региональные потребности связаны с наблюдениями, необходимыми двум или более странам — членам ВМО для более подробного описания атмосферных явлений крупного и планетарного масштабов, а также для описания менее значительных мезомасштабных и мелкомасштабных явлений в зависимости от решений региональных ассоциаций;
c) национальные потребности определяются каждой отдельной страной — членом ВМО в зависимости от ее собственных интересов.

Хотя приведенное выше обсуждение было сосредоточено на процессах, происходящих в атмосфере, и использовании данных для целей метеорологии, аналогичные соображения распространяются на процессы, происходящие на поверхности земли, и такие области применения, как гидрология и сельскохозяйственная метеорология. Наблюдаемые физические и химические процессы задают тот масштаб, в котором должен проводиться анализ, а взаимодействия между ними определяют сферу охвата данными.

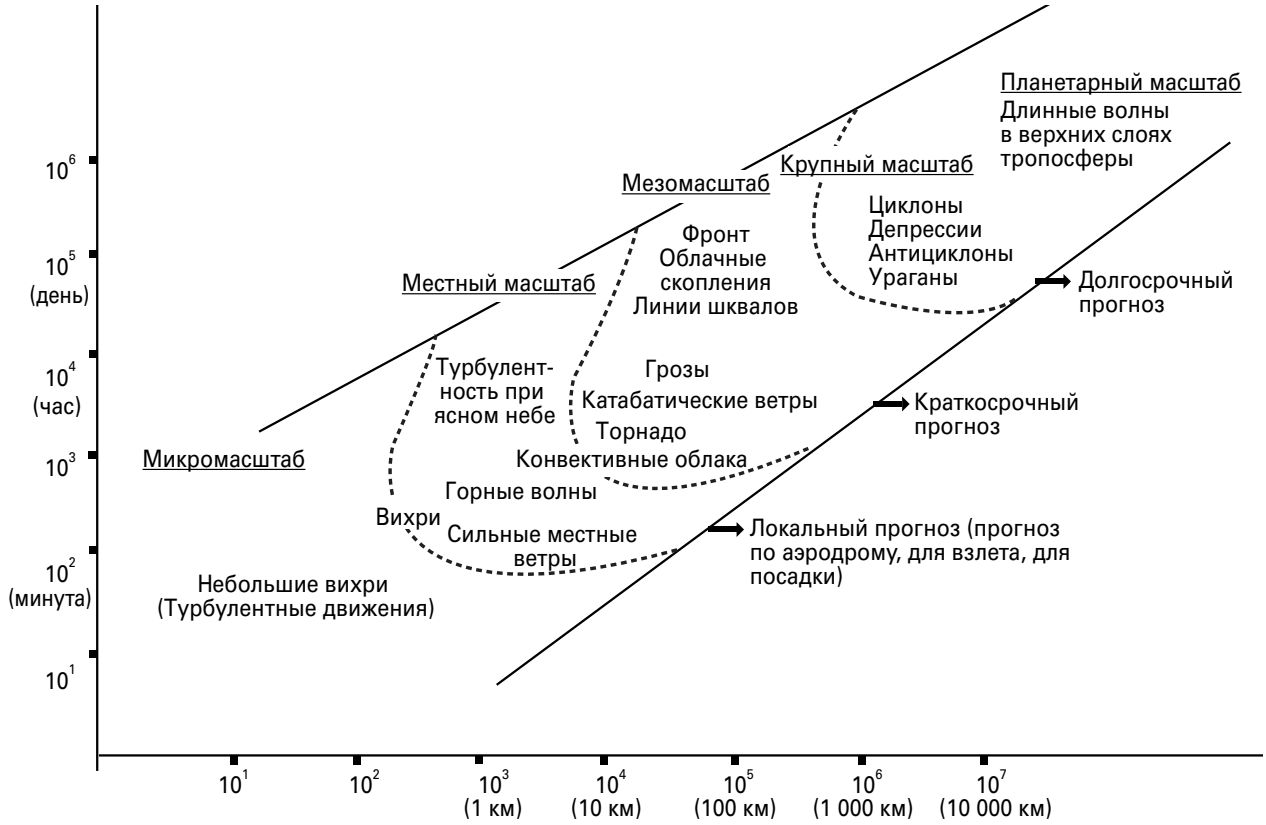


Рисунок II.1. Горизонтальные (в метрах) и временные (в секундах) масштабы метеорологических явлений

2.2 ОЦЕНКА И ФОРМУЛИРОВАНИЕ ПОТРЕБНОСТЕЙ В ДАННЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Оценка потребностей в данных является непрерывным процессом, в основе которого лежит необходимость информационного обслуживания и меняющийся уровень знаний и опыта, связанных с эксплуатацией существующих и потенциальных систем наблюдений. Для проведения оценок имеется ряд методов и средств. Некоторые из них требуют значительных ресурсов, и их лучше всего применять для тестирования конкретных гипотез.

2.2.1 Тесты по реагированию на данные или эксперименты с системой наблюдений

Для подобных тестов требуются фактические данные наблюдений с оперативных, экспериментальных, демонстрационных или научно-исследовательских сетей и систем и наличие потенциала для численного прогнозирования погоды. Наиболее простые эксперименты могут быть охарактеризованы как эксперименты с отказом от данных или с включением данных. Как правило, осуществляется прогон системы ассимиляции и предсказания с использованием контрольного комплекта данных, а затем один или несколько типов данных изымаются или сокращается их объем. Анализы или прогнозы проверяются по данным наблюдений. Сравнение двух прогонов показывает эффект отказа от данных или, в равной степени, значимость системы наблюдений в случае включения данных. Эксперименты с системой наблюдений являются ценными, например, при изучении воздействия временных или пространственных изменений в конфигурации сети или добавления или исключения существующих систем наблюдений, практически без изменений режимов работы.

2.2.2 Эксперименты по моделированию системы наблюдений

Такие эксперименты охватывают комплекты гипотетических или смоделированных данных и являются полезными для оценки того, каким образом совершенно новая система наблюдений могла бы повлиять на точность прогноза. Относящийся к прошлому прогноз обычно предназначается для контрольного прогона; он описывает «истинное» состояние атмосферы. После этого гипотетические данные наблюдений с возможными

характеристиками погрешностей по определенным районам и срокам готовятся с помощью контрольного прогона. Затем комплект данных наблюдений, который должен быть рассмотрен, усваивается прогностической моделью, и наряду с контрольным прогнозом выпускается новый прогноз. Воздействие смоделированной системы наблюдений определяется приблизительно за счет различий между этими двумя прогнозами. Несмотря на ограничение экспериментов по моделированию системы наблюдений только использованием гипотетических наблюдений, они являются важной частью оценки потенциальной полезности данных новой системы до того, как происходит ее фактическое внедрение.

2.2.3 Теоретические исследования и моделирование

Теоретические исследования и моделирование ожидаемой полезности данных, получаемых от потенциальных будущих систем датчиков, могут иметь важное значение при планировании внесения изменений в существующую систему наблюдений. Например, перед запуском первого спутника 1-М серии геостационарных оперативных спутников для исследования окружающей среды (ГОЕС) для прогнозирования работы датчиков были проведены значительные теоретические исследования и моделирование. Результаты этой работы составили важную часть основы для проектирования наземной системы обработки данных, а также многих других видов необходимых вспомогательных средств. По мере того, как системы становятся все более сложными и дорогостоящими, должна возрастать потребность в хорошо спланированных теоретических исследованиях и моделировании. Они являются важным средством для снижения риска при принятии решений о разработке и внедрении систем, которые все еще находятся на стадии концептуальной разработки или научных исследований.

2.2.4 Лабораторные оценки

Некоторые оценки, особенно методов обработки и представления данных, лучше всего и/или более экономично проводить в контролируемых лабораторных условиях. У нескольких стран — членов ВМО имеется возможность для разработки и тестирования методов обработки и представления данных. В прошлом результаты их работы играли решающую роль при проектировании как отдельных блоков, так и сетей датчиков.

2.2.5 Проектирование системы и проведение анализа

Деятельность по проектированию системы и проведению анализа связана с определением финансовых и эксплуатационных последствий рекомендуемых изменений, необходимость которых вытекает из результатов научных исследований. Эта работа также включает разработку и координацию любых полевых и/или экспериментальных проектов, которые могут оказаться необходимыми.

2.2.6 Полевые оценки

Существующие полевые площадки дают возможность изучить то воздействие, которое новые комплекты данных могли бы оказывать на прогнозирование и выпуск продукции и обеспечение обслуживания. Подобные оценки становятся особенно важными как на ранних, так и поздних этапах разработки и ввода в действие для обеспечения того, чтобы оперативная поддержка была определена должным образом, оказывалась в случае необходимости, и чтобы персонал на местах проходил подготовку для получения наилучших результатов от новых систем.

2.2.7 Области применения конечных пользователей

Потребности в данных наблюдений являются специфическими для областей применения конечных пользователей, для которых предоставляется обслуживание, помимо прогнозирования погоды. Эти области применения включают:

a) сельское хозяйство и производство продовольствия;
b) авиацию;
c) сухопутный транспорт;
d) морские ресурсы и услуги, связанные с морскими перевозками;
e) гидрологию и водные ресурсы;
f) промышленность;
g) мониторинг окружающей среды;
h) предотвращение опасности и смягчение последствий бедствий, меры по реагированию в чрезвычайных ситуациях;
i) энергетику;
j) метеорологическое обслуживание населения, здравоохранение и безопасность;
k) климатологию и климатическое обслуживание.

2.3 ОЦЕНКА ПОТРЕБНОСТЕЙ В СОПОСТАВЛЕНИИ С ВОЗМОЖНОСТЯМИ СИСТЕМЫ

Весьма сложной является работа по сведению воедино знаний и опыта, приобретенных в результате описанной выше деятельности, и достижение общего согласия в отношении конструктивного решения и осуществления комплексных систем наблюдений. Эта проблема является особенно актуальной в тех случаях, когда необходимость и осуществление характеризуются глобальным или региональным масштабом. Комиссия по основным системам поощряла разработку процедурного порядка выполнения этой задачи, по возможности наиболее

объективным образом. Этот процедурный порядок известен как регулярный обзор потребностей. Он проводится по каждой из областей применения, охватываемых программами ВМО, а именно:

a) глобальное численное прогнозирование погоды;
b) региональное численное прогнозирование погоды;
c) синоптическая метеорология;
d) прогнозирование текущей погоды и сверхкраткосрочное прогнозирование;
e) сезонные и межгодовые прогнозы;
f) химия атмосферы;
g) авиационная метеорология;
h) изменчивость климата;
i) изменение климата;
j) морская метеорология;
k) гидрология;
l) сельскохозяйственная метеорология.

2.3.1 Процесс регулярного обзора потребностей

В рамках данного процесса проводится совместный обзор меняющихся потребностей пользователей в данных наблюдений и возможностей существующих и планируемых систем наблюдений. Его результатом являются заявления о руководящих принципах, в которых говорится о том, в какой степени подобные возможности соответствуют потребностям. Первоначально этот процесс применялся в отношении потребностей глобального численного прогнозирования погоды и возможностей космической подсистемы, однако в последнее время диапазон потребностей был расширен и данную методику стали успешно применять к системам приземных наблюдений и другим областям применения.

Данный процесс состоит из четырех этапов (см. рисунок II.2):

1) обзор потребностей пользователей в данных наблюдений в рамках сферы применения, охватываемой программами ВМО;
2) обзор возможностей для наблюдений в рамках существующих и планируемых систем наблюдений;
3) критический обзор того, в какой степени имеющиеся возможности (2) соответствуют потребностям (1);
4) заявление о руководящих принципах, основанное на (3).

Целью заявления о руководящих принципах наряду с конечным результатом критического обзора является следующее:

a) информирование стран — членов ВМО о том, в какой степени их потребности удовлетворяются существующими системами, будут удовлетворяться планируемыми системами или удовлетворялись бы предлагаемыми системами. Предусматривается также предоставление средств, при помощи которых страны-члены могут через технические комиссии проводить проверку того, что их потребности были правильно истолкованы, и могут обновлять их в случае необходимости, что является частью процесса регулярного обзора потребностей;
b) предоставление исходных материалов, которые могут быть полезны странам — членам ВМО для проведения диалога с агентствами, эксплуатирующими системы наблюдений, в отношении того, следует ли продолжать эксплуатацию существующих систем, или модифицировать их, или прекратить эту эксплуатацию; следует ли заниматься планированием и осуществлением новых систем; и есть ли необходимость в проведении научных исследований и разработок для охвата незадействованных аспектов потребностей пользователей.

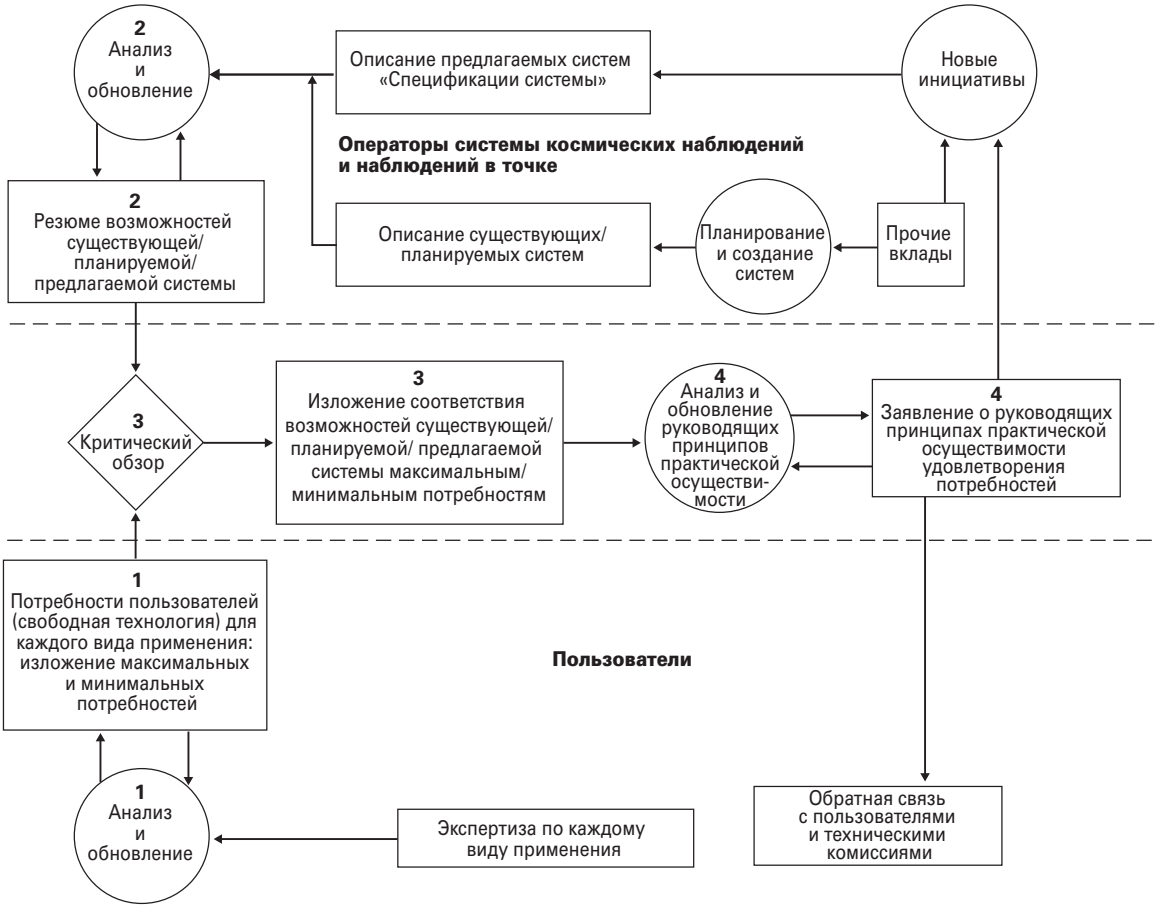
Разумеется, процесс регулярного обзора потребностей необходимо периодически повторять, поскольку потребности меняются и появляется дополнительная информация. На рисунке II.2 показаны предполагаемые взаимодействия с агентствами, эксплуатирующими системы наблюдений, и группами пользователей.

2.3.2 База данных по потребностям пользователей и возможностям систем наблюдений

В целях содействия процессу регулярного обзора потребностей Департамент Всемирной службы погоды занимается сбором информации о потребностях в данных наблюдений для удовлетворения потребностей всех программ ВМО с использованием тех методов, которые были перечислены в разделе 2.2, а также каталогизацией текущего и планируемого предоставления данных наблюдений — первоначально данных, получаемых со спутников для исследования окружающей среды, а в настоящее время — с систем наблюдений в точке. Созданная в конечном итоге база данных называется «база данных о потребностях пользователей и возможностях систем наблюдений» и доступ к ней можно получить через адресную страницу Космической программы ВМО: http://www.wmo.int/pages/prog/sat/Databases.html. Например, в приложении II.1, взятом из этой базы данных, приводится в табличной форме часть данных наблюдений, необходимых в настоящее время для глобального численного прогнозирования погоды.

2.3.2.1 Потребности пользователей

Потребности пользователей не зависят от системы, т. е. предполагается отсутствие их привязки к конкретной технологии. Не приводится каких-либо соображений относительно того, какой тип характеристик измерений, какие наблюдательные платформы или системы обработки данных необходимы (или даже возможны) для удовлетворения этих потребностей. Это планируется сделать в период 2005–2015 гг. База данных была



Примечание. Четыре этапа процесса регулярного обзора потребностей: 1, 2, 3 и 4.

Рисунок II.2. Процесс регулярного обзора потребностей

разработана в контексте определенного вида применения (использования). Потребности в данных наблюдений заявляются в количественной форме в виде комплекта соответствующих параметров, из которых наиболее важными являются горизонтальное и вертикальное разрешение, частота (цикл наблюдений), своевременность (задержка в поступлении) и неопределенность (приемлемая среднеквадратическая ошибка и любые ограничения для погрешности). Для каждого применения обычно не существует какого-либо резкого перехода к другому виду использования данных наблюдения в связи с изменением их качества; более совершенные данные наблюдений (в плане разрешения, частоты или неопределенности) обычно являются более полезными, а данные наблюдений более низкого качества, хотя и менее полезны, в целом не бесполезны. Кроме того, диапазон практического использования меняется от одного вида применения к другому. Потребности в каждом параметре выражаются в виде двух величин, а именно — максимальной, или «целевой», и минимальной, или «пороговой», потребности. Максимальная (или «целевая») потребность является оптимальной величиной: в случае ее превышения не ожидается никакого существенного улучшения в рабочих характеристиках соответствующего применения. Поэтому стоимость совершенствования данных наблюдений сверх этой максимальной потребности не будет равнозначна соответствующей повышенной выгоде.

Для максимальных потребностей характерна вероятность изменения по мере совершенствования применений; они создают возможности для использования более совершенных данных наблюдений. Минимальная потребность представляет собой пороговое значение, ниже которого данные наблюдений не являются существенно полезными для данного применения, или ниже которого полученная польза не компенсирует дополнительные расходы, связанные с использованием данных наблюдения. Оценка минимальных потребностей для любой данной системы наблюдений усложняется наличием предположений относительно вероятности наличия других систем наблюдений. Нереальной может оказаться попытка формулирования минимальной потребности в абсолютном смысле, поскольку само существование данного применения основано на существовании базовых возможностей для наблюдений. В пределах от минимальных до максимальных потребностей данные наблюдений постепенно становятся более полезными.

2.3.2.2 Возможности систем наблюдений

Первоначально внимание уделялось главным образом возможностям космической подсистемы Глобальной системы наблюдений. Каждое сотрудничающее космическое агентство предоставляло резюме потенциальных рабочих характеристик своих приборов, изложенное с использованием тех же терминов, что и потребности пользователей, наряду с достаточно подробным описанием приборов и задач по оказанию поддержки в оценке рабочих характеристик. Оценка продолжительности срока службы основана на представленной программной информации. Особое внимание уделялось разработке общего языка в виде согласованных определений для геофизических параметров, которые требовали проведения наблюдений, или представленной и согласованной терминологии для характеристики потребностей и рабочих характеристик.

В настоящее время функционирование элементов наземной подсистемы Глобальной системы наблюдений также охарактеризовано аналогичным образом, при этом учитывалось их неравномерное распределение по всем аспектам в тридцати четырех однородных регионах.

2.3.3 Критический обзор

Для сравнения потребностей и возможностей используется база данных. Поскольку база данных меняется для более эффективного отражения потребностей пользователей, а также существующих и планируемых возможностей для наблюдений, должен проводиться регулярный обзор потребностей.

В ходе данного процесса проводится сравнение потребностей пользователей с возможностями систем наблюдений и регистрация результатов с точки зрения той степени, в которой возможности существующих, планируемых и предлагаемых систем соответствуют заявленным потребностям. Это весьма сложный процесс, и была выполнена значительная работа, чтобы данный процесс и представление данных критического обзора соответствовали следующим критериям:

a) представление должно быть кратким и интересным, а также понятным руководителям высшего звена и принимающим решения лицам, оставаясь при этом достаточно подробным для адекватного представления всего диапазона потребностей в данных наблюдений и возможностей систем наблюдений;
b) представление потребностей пользователей должно быть точным; хотя оно обязательно делается в виде резюме, оно должно восприниматься специалистами по каждому виду применения в качестве правильного толкования их потребностей;
c) представление возможностей системы наблюдений должно быть точным; хотя оно также делается в виде резюме, оно должно восприниматься высококвалифицированными пользователями данных в качестве правильного толкования характеристик и потенциала системы;
d) результаты должны точно отражать ту степень, в которой существующие системы являются полезными на практике, уделяя при этом внимание тем областям, в которых они не удовлетворяют некоторые или никакие потребности пользователей;
e) процесс должен быть объективным, насколько это возможно.

В приложении II.2 приводится пример конечного результата регулярного обзора возможностей космических и наземных подсистем для удовлетворения потребностей в измерении профилей ветра для применения в численном прогнозировании погоды. Это единственный параметр для единой области применений. Благодаря этому процессу готовятся сотни подобных таблиц, однако были разработаны средства программного обеспечения, которые обеспечивают необходимые подкомплекты таблиц для экспертов, участвующих в регулярном обзоре потребностей.

2.3.4 Заявления о руководящих принципах

Заявления о руководящих принципах предназначены для обеспечения толкования результатов критического обзора, изложения выводов и определения приоритетных действий. Процесс подготовки подобного заявления неизбежно является более субъективным по сравнению с процессом подготовки критического обзора. Кроме того, в то время как в обзоре делается попытка представить всеобъемлющее резюме, заявление о руководящих принципах является более выборочным, и акцент в нем делается на ключевых вопросах. Именно на этом этапе требуется вынесение оценочных решений, касающихся, например, относительной важности наблюдений за различными переменными.

Поскольку *Предварительное заявление о руководящих принципах* было опубликовано ВМО в 1998 г., подготовлены несколько обновленных вариантов и дополнений, с тем чтобы данный процесс охватывал новые области применений, учитывал меняющийся характер потребностей и включал возможности наземных датчиков (ВМО, 1999 г., 2001 г.).

С самыми последними заявлениями о руководящих принципах можно ознакомиться на веб-странице Космической программы ВМО по следующему адресу: http://www.wmo.int/pages/prog/sat/RRR-and-SOG.html.

2.4 ПРОЕКТИРОВАНИЕ СЕТИ И НАЦИОНАЛЬНЫЕ ПОТРЕБНОСТИ

Помимо Глобальной системы наблюдений потребность в сетях наблюдений может возникнуть на национальном уровне для расчета местных метеорологических параметров на основе прогностических полей, проверки качества выпускаемых прогнозов и предупреждений и для других применений (в реальном или нереальном масштабах времени). Данные наблюдений, требуемые для этой цели, включают приземные и аэрологические данные, полученные с наземных станций и судов, самолетов и буев, а также данные метеорологических радиолокаторов и спутниковую информацию.

Национальные сети наблюдений проектируются странами-членами в соответствии с их индивидуальными потребностями и по соглашению с другими странами-членами в соответствии с нормативными и руководящими документами ВМО.

При проектировании этих сетей следует учитывать особые потребности в данных наблюдений и прогностической продукции со стороны групп конечных пользователей, для которых предоставляется это обслуживание. Для удовлетворения значительной части потребностей в данных для индивидуального обслуживания могут часто требоваться дополнительные данные, более плотные сети или большая частота наблюдений.

2.5 ЭВОЛЮЦИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

Происходит постепенная эволюция Глобальной системы наблюдений, необходимая для удовлетворения глобальных, региональных и национальных потребностей в данных наблюдений. Многие из заявленных потребностей не могут быть удовлетворены без космических систем наблюдений. В большинстве случаев необходимо сочетание спутниковых данных и данных наблюдений в точке для получения адекватной разрешающей способности и обеспечения стабильности калибровки дистанционных систем зондирования. Поэтому Глобальная система наблюдений будет по-прежнему состоять из наземной и космической подсистем. Однако ограниченность ресурсов требует принятия осторожных решений в отношении значения повышения качества выходной продукции Глобальной системы обработки данных и прогнозирования в сопоставлении с расходами на дополнительные наблюдения. Определение потребностей и структура Глобальной системы наблюдений в значительной мере зависят от стоимости и способности стран эксплуатировать компоненты и технические средства Глобальной системы наблюдений. Поэтому важно определить реальные и достижимые цели для усилий, предпринимаемых странами-членами с целью создания комплексной Глобальной системы наблюдений.

На основе вышеупомянутых заявлений о руководящих принципах Комиссия по основным системам разработала и согласовала на своей внеочередной сессии в декабре 2002 г. «Перспективное видение эволюции Глобальной системы наблюдений на период до 2015 и последующие годы». Концепция эволюции Глобальной системы наблюдений была изложена в 42 рекомендациях окончательного отчета о работе КОС/КСН/ГКО-2 (2002 г.). Двадцать две рекомендации, связанные с наземным компонентом Глобальной системы наблюдений, касаются более полного и своевременного распространения данных; расширения использования системы передачи метеорологических данных с самолета (АМДАР), особенно в районах с недостаточным охватом данными; оптимизации запусков радиоветровых зондов; проведения целевых наблюдений; включения наземных радиолокаторов и профилометров ветра, работающих на основе Глобальной системы определения местоположения (ГСОМ); увеличения охвата данными районов океана путем расширения наблюдений в рамках Программы автоматизированных аэрологических измерений с борта судна (АСАП), с помощью дрейфующих буев и АРГОС, системы ретрансляции и определения местоположения платформ; и возможного использования беспилотных летательных аппаратов. В 20 рекомендациях по космическому компоненту Глобальной системы наблюдений констатируется необходимость в шести оперативных геостационарных и четырех оптимально распределенных полярно-орбитальных спутниках, дополненных исследовательскими спутниками. Они содержат призыв к проведению тщательной калибровки получаемых с помощью дистанционного зондирования данных об излучениях, а также к повышению пространственного, спектрального, временного и радиометрического разрешения. В силу их важного значения для Глобальной системы наблюдений особо выделены программы по получению профилей ветра и измерению глобальных атмосферных осадков.

В феврале 2005 г. Комиссия по основным системам на своей тринадцатой сессии утвердила *План осуществления эволюции космической и наземной подсистем* Глобальной системы наблюдений (WMO/TD-№ 1267). Этот *План осуществления* подлежит регулярному пересмотру и содержит основные руководящие принципы эволюции Глобальной системы наблюдений в направлении ее перспективы на 2015 г. После одобрения нового Перспективного видения для Глобальной системы наблюдений на 2025 г. Комиссией по основным системам на ее четырнадцатой сессии в апреле 2009 г. и Исполнительным Советом на его шестьдесят первой сессии в июне 2009 г. Комиссия разрабатывает новый План осуществления эволюции глобальных систем наблюдений, принимая во внимание новое перспективное видение, а также Интегрированную глобальную систему наблюдений ВМО.

Ссылки

Сокращенный окончательный отчет с резолюциями и рекомендациями внеочередной сессии (2002 г.) Комиссии по основным системам, общее резюме, пункты 6.1.14–6.1.24 (ВМО-№ 955)

Implementation Plan for Evolution of Space and Surface-based Subsystems of the GOS Developed by the CBS Open Programme Area Group on the Integrated Observing Systems (OPAG/IOS) (План осуществления эволюции космической и наземной подсистем Глобальной системы наблюдений, разработанный Открытой группой по программной области по интегрированным системам наблюдений (ОГПО-ИСН)) (WMO/TD-№ 1267)

Preliminary Statement of Guidance Regarding How Well Satellite Capabilities Meet WMO User Requirements in Several Application Areas (Предварительное заявление о руководящих принципах определения того, насколько хорошо возможности спутников удовлетворяют потребности пользователей ВМО в нескольких областях применений) (WMO/TD-№ 913, SAT-21)

*Statement of Guidance Regarding How Well Satellite and In Situ Sensor Capabilities Meet WMO User Requirements in Several Application Areas (*Заявление о руководящих принципах определения того, насколько хорошо возможности спутниковых датчиков и датчиков, используемых для наблюдений в точке, удовлетворяют потребности пользователей ВМО в нескольких областях применений) (WMO/TD-№ 1052, SAT-26)

Statement of Guidance Regarding How Well Satellite Capabilities Meet WMO User Requirements in Several Application Areas (Заявление о руководящих принципах определения того, насколько хорошо возможности спутников удовлетворяют потребности пользователей ВМО в нескольких областях применений) (WMO/TD-№ 992, SAT-22)

ПРИЛОЖЕНИЕ II.1

ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ПОТРЕБНОСТЯМ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ И ВОЗМОЖНОСТЯМ СИСТЕМ НАБЛЮДЕНИЙ — ПРИМЕР ПОТРЕБНОСТЕЙ В НЕКОТОРЫХ ПЕРЕМЕННЫХ ДЛЯ ГЛОБАЛЬНОГО ЧИСЛЕННОГО ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПОГОДЫ

Геофизическая переменная	*Горизонтальное разрешение*		*Вертикальное разрешение*		*Цикл наблюдений*		*Задержка поступления данных*		*Неопределенность*		*Достоверность*	*Примечания*	*Идентификатор*	*Источник*
	Цель (км)	*Порог (км)*	*Цель (км)*	*Порог (км)*	*Цель*	*Порог*	*Цель*	*Порог*	*Цель*	*Порог*				
Объемная температура воды на поверхности моря	50	250			3 ч	360 ч	3 ч	180 ч	0,5 K	2 K	Устойчивая		WMO_Sfc_006C	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.
Толщина морского льда	15	250			1 день	7 дней	1 день	7 дней	50 см	100 см	Предположительная		WMO_Sfc_021	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.
Высота значительной волны	100	250			1 ч	12 ч	1 ч	4 ч	0,5 м	1 м	Устойчивая		WMO_Sfc_N059	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.
Влажность почвы	15	250			1 день	7 дней	0,25 дня	1 день	10 г/кг	50 г/кг	Разумная		WMO_Sfc_012A	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.
Профиль удельной влажности — верхние слои тропосферы	50	250	1	3	1 ч	12 ч	1 ч	4 ч	5 %	20 %	Устойчивая	Неопределенность 5 % в RH	WMO_UA_006A	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.
Профиль удельной влажности — нижние слои тропосферы	50	250	0,4	2	1 ч	12 ч	1 ч	4 ч	5 %	20 %	Устойчивая	Неопределенность 5 % в RH	WMO_UA_006	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.
Профиль удельной влажности — общий столб	50	500			1 ч	12 ч	1 ч	4 ч	1 кг/м^2	5 кг/м^2	Устойчивая		WMO_Sfc_N044A	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.
Профиль ветра (горизонтальный компонент) — верхние слои тропосферы	50	500	1	10	1 ч	12 ч	1 ч	4 ч	1 м/с	8 м/с	Устойчивая		WMO_UA_001A	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.
Профиль ветра (горизонтальный компонент) — нижние слои стратосферы	50	500	1	10	1 ч	12 ч	1 ч	4 ч	1 м/с	5 м/с	Устойчивая		WMO_UA_001O	20/10/2003, ГЭ-ПДНПГСН, Женева, ноябрь 2003 г.

RH — относительная влажность

ПРИЛОЖЕНИЕ II.2

ПРИМЕРЫ РЕЗУЛЬТАТОВ ПРОЦЕССА РЕГУЛЯРНОГО ОБЗОРА ПОТРЕБНОСТЕЙ

Ниже приводится оценка адекватности возможностей космических и наземных систем наблюдений относительно потребности по одной конкретной переменной (горизонтальный компонент ветра в высоких слоях тропосферы) для одной конкретной сферы применения (глобальное численное прогнозирование погоды).

Профиль ветра 500–100 гПа (HT)

Анализ для глобального численного прогнозирования погоды (системы наблюдений в точке и космические системы наблюдений)

Резюме потребностей и ключ для оценки

	Цветовой индикатор	*Горизонтальное разрешение*	*Вертикальное разрешение*	*Цикл наблюдений*	*Задержка*	*Неопределенность*
		км	*км*	*ч*	*ч*	*м/с*
Оптимальная		50,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Средняя		107,7	2,2	2,3	1,6	2,0
		232,1	4,6	5,2	2,5	4,0
Пороговая		500,0	10,0	12,0	4,0	8,0

Приборы для измерения профиля ветра 500–100 гПа (HT)

Прибор	*Горизонтальное разрешение*	*Вертикальное разрешение*	*Цикл наблюдений*	*Задержка*	*Неопределенность*	*Программа*		*Орбита*
	км	*км*	*ч*	*ч*	*м/с*	*название*	*рейтинг*	
ACARS P RA-VI WE	175,0	0,1	2,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-VI WE	38,0	0,6	8,0	1,0	2,00	WWW		G
SEVIRI	100,0	5,0	1,0	1,0	4,00	WWW		G
ACARS FL RA-VI EE	159,0	0,6	8,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-V SW	167,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G
IMAGES	150,0	5,0	1,0	1,0	5,00	WWW		G
IMAGES/MTSAT	150,0	5,0	1,0	1,0	5,00	WWW		G
SOUNDER	150,0	5,0	1,0	1,0	5,00	WWW		G
ACARS FL RA-II S	310,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-IV N	318,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-IV C	380,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-II W	429,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G
MVIRI	150,0	5,0	1,0	2,0	5,00	WWW		G
VISSR (GMS-5)	150,0	5,0	1,0	2,0	5,00	WWW		G
VHRR	150,0	5,0	1,0	2,0	6,00	WWW		G
WND P 449 RA-IV C	700,0	0,3	1,0	0,5	1,50	WWW		G

Прибор	*Горизонтальное разрешение*	*Вертикальное разрешение*	*Цикл наблюдений*	*Задержка*	*Неопределенность*	*Программа*		*Орбита*
	км	*км*	*ч*	*ч*	*м/с*	*название*	*рейтинг*	
ACARS FL NAO CST	50,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
WND P 915 RA-IV C	1000,0	0,1	1,0	0,5	2,00	WWW		G
ACARS P RA-VI EE	692,0	0,1	2,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL MED	156,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL NAO OPN	223,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS P RA-V NW	3821,0	0,1	6,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS P RA-V SW	644,0	0,1	6,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL ARC	270,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-I S	330,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL NIO CST	334,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-I N	375,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-I T	402,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL SAO CST	414,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
RAOBS RA-VI WE	218,0	0,3	16,0	1,5	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-III N	455,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL NIO OPN	498,0	0,6	24,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-II E	998,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-II N	614,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-IV S	690,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G
ACARS FL RA-V NW	550,0	0,6	12,0	1,0	2,00	WWW		G

ЧАСТЬ III

НАЗЕМНАЯ ПОДСИСТЕМА

3.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Наземная подсистема подразделяется на основные и второстепенные элементы. Основными элементами подсистемы являются: наземная синоптическая станция, аэрологическая синоптическая станция и самолетная метеорологическая станция. Подробное описание структуры подсистемы см. в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, раздел 1. Региональные ассоциации ВМО должным образом определяют региональные опорные сети наземных и аэрологических станций для удовлетворения потребностей стран-членов и Всемирной службы погоды. Перечень и описание всех наземных и аэрологических станций и соответствующей программы наблюдений опубликованы в *Метеорологических сообщениях* (ВМО-№ 9), том A — Наблюдательные станции.

Основные элементы наземной подсистемы также включают дополнительные синоптические станции приземных и аэрологических наблюдений, включая, в частности, подвижные и фиксированные станции; морские станции, обслуживаемые персоналом, и автоматические морские станции, а также самолетные метеорологические станции, причем последние, как правило, функционируют в несиноптические сроки. Станции на судах и самолетах имеют особое значение для предоставления информации из мало освещенных данными районов.

Другие элементы подсистемы состоят из различных типов в той или иной степени специализированных станций наблюдений и включают авиационные метеорологические станции, научно-исследовательские суда и суда специального назначения, климатологические станции, сельскохозяйственные метеорологические станции и специальные станции.

3.1.1 Проектирование сетей наблюдений

Следующие критерии применяются к сетям наблюдений:

a) место размещения каждой станции должно быть репрезентативным в отношении пространственных и временных условий;
b) расстояние между станциями и интервал между наблюдениями должны соответствовать желаемому пространственному и временному разрешению метеорологических переменных, которые будут измеряться или наблюдаться;
c) общее количество станций должно в целях экономии быть по возможности наименьшим, но в то же время их количество должно, в соответствии с необходимостью, удовлетворять различным потребностям.

Различные свойства воздушной массы должны в принципе определяться на участке, охватывающем минимально возможную площадь, хотя приборы должны быть установлены таким образом, чтобы они не оказывали взаимного влияния, отражающегося на результатах измерений. При выборе площадок для станций необходимо помнить о необходимости получения данных, репрезентативных для района как можно большей протяженности. В идеальном случае все измерения и визуальные наблюдения на всех станциях должны бы проводиться одновременно, т. е. в заранее определенный синоптический срок. Однако поскольку это практически не осуществимо, измерения должны проводиться в максимально приближенное к установленному сроку время.

В целях достижения единообразия используются следующие термины:
a) стандартный срок наблюдения (см. *Наставление по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, раздел 2.3, и приложение (Определения);
b) запланированное время наблюдения.

Дополнительно к этим срокам используется также «фактическое время наблюдения», т. е. время в которое фактически осуществляется наблюдение на станции. Это время не должно отклоняться более чем на несколько минут от «запланированного времени наблюдения». В том случае, если переменные могут значительно изменяться в течение периода времени, обычно требуемого для завершения наблюдения, необходимо организовать получение информации по критическим переменным в срок, максимально приближенный к запланированному времени.

Постоянный мониторинг наличия данных наблюдений в масштабе реального или близкого к реальному времени (полнота и своевременность) должен выполняться национальной метеорологической службой. Помимо этого, наличие данных со станций региональной опорной синоптической сети контролируется при помощи мониторинга количества, координируемого Секретариатом ВМО в рамках Программы Всемирной службы погоды. В тех случаях, когда национальная метеорологическая служба не выполняет правила, касающиеся стандартных сроков наблюдений, установленных *Наставлением по Глобальной системе наблюдений*

(ВМО-№ 544), национальная метеорологическая служба может ожидать негативные результаты мониторинга, который обеспечивается ВМО.

Пространственное распределение станций должно давать возможность предоставлять достаточно точные значения метеорологических переменных, требуемых в любой точке между двумя станциями, посредством визуальной или численной интерполяции, учитывая воздействие топографических характеристик на изменение переменных, представляющих интерес. Такие же соображения относятся к временным рядам данных наблюдений, полученным в одном месте, что предусматривает наличие относительно небольшого расстояния между точками проведения наблюдений и точность измерений выше, чем та, которая достигается в результате интерполяции. С другой стороны, весьма плотная сеть или большая частота наблюдений может привести к получению большего, чем необходимо, количества данных и к неоправданно высоким затратам.

Изменения в пространстве и во времени различны для отдельных метеорологических переменных, а также зависят от топографических характеристик района. В случае наличия или возможности получения любой информации об изменениях в пространстве или во времени она может использоваться для принятия решения о конфигурации сети, что необходимо для предоставления данных с требуемой неопределенностью (см. *Планирование сетей метеорологических станций*, Техническая записка № 111 (ВМО-№ 265)). Для определенных переменных, таких как осадки, для выполнения ряда задач в некоторых регионах может потребоваться удаление между станциями, составляющее 10 км (например, сверхкраткосрочный прогноз, климатология, гидрологический прогноз), хотя в случае дождя данные с менее плотной сети метеорологических радиолокаторов могут также удовлетворять многие потребности. Для таких переменных, как атмосферное давление и ветер на высотах, будет достаточно удаление между станциями, составляющее 100 км. В общем в достаточной степени однородное распределение наблюдательных станций наиболее приемлемо для численного анализа и прогнозов. Однако относительно более высокая плотность станций может быть необходима для локальных или зональных прогнозов (например, для отражения разницы между береговыми и внутриматериковыми условиями или для погоды в долине и горах), а меньшая плотность, по-видимому, будет достаточна для малонаселенных регионов и регионов, имеющих незначительные топографические изменения.

Как правило, достижение оптимизации таких значительно различающихся потребностей на одной сети нецелесообразно, поскольку это может оказать негативное влияние на оперативные или научные потребности, или по экономическим соображениям. Эту проблему можно решить, создав различные типы сетей в подсистеме, как, например, региональная опорная синоптическая сеть и ее выборочные станции для глобального обмена, а также станции, созданные на национальном уровне, и специальные сети наблюдений «других переменных». Подробная информация содержится в разделах 3.2 и 3.9 ниже, которые охватывают отдельные типы сетей и станций.

3.1.2 Планирование сетей и станций

Когда национальная метеорологическая служба имеет трудности в решении проблемы, заключающейся в недостатке наблюдений в ее зоне ответственности, служба должна прежде всего определить, какие данные необходимы и из какого района, места или на какой высоте. Следующим шагом в принятии решения является определение типа сети или станции, которая наиболее подходит для предоставления необходимых данных.

Если станция войдет в сеть наблюдений, ее площадка должна выбираться, в первую очередь, с точки зрения конфигурации сети. Это может быть сделано в результате внесения дополнительного параметра наблюдения или в результате изменения положения существующей станции, или посредством введения в эксплуатацию новой станции.

Основные соображения при определении плотности станций в оптимальной сети станций должны учитываться при разработке системы индикаторов станции с последовательными номерами или буквами. Не представляется целесообразным вводить в эксплуатацию сразу все необходимые для сети станции, и некоторые индикаторы должны быть зарезервированы для станций, которые будут установлены в районах, не охваченных наблюдениями. Если этого не предусмотреть, то новые станции могут вызывать в системе постоянно возрастающий беспорядок.

Для изучения мелкомасштабных явлений организация наблюдений вне сети будет иногда являться адекватной и в то же самое время более экономичной. Это может относиться к метеорологическим наблюдениям для сельского хозяйства на одной репрезентативной станции или к измерениям осадков для более или менее прямой линии вдоль горных массивов, что предоставляет типичные значения количества осадков на наветренных и подветренных склонах.

Процесс принятия решения должен включать соображения эффективности затрат. Наиболее подходящим методом, с помощью которого можно достигнуть наивысшей степени эффективности, является совместное расположение станций. Это можно сделать в результате создания станции другого типа рядом с уже существующей или в результате дополнения программы

наблюдений на станции, измеряющей одну переменную, несколькими переменными. Можно начать только с измерения осадков и закончить программой круглосуточных наблюдений полностью оборудованной синоптической станции приземных и аэрологических наблюдений, для которой требуется большее количество технических средств и дополнительный персонал.

До создания новой станции, если есть подходящая площадка, следующие вопросы помогут принять решение:

a) Является ли площадка репрезентативной для необходимых метеорологических данных?
b) Останется ли площадка репрезентативной с учетом существующих или возможных планов строительства, изменения вегетативного покрова и т. д.?
c) Что может быть сделано для улучшения или сохранения репрезентативности (например, вырубка деревьев, резервация права на лимиты строительства и зеленых насаждений в районе площадки)?
d) Является ли площадка в достаточной степени доступной для персонала, работающего на станции или выполняющего инспекции и техническое обслуживание?
e) Есть ли на площадке помещения для проживания и хранения оборудования или же они могут быть предоставлены в случае необходимости?
f) Есть ли средства электроснабжения, телесвязи, вода и т. д., если в этом возникнет необходимость?
g) Насколько необходимы меры безопасности (защита от молний, наводнений, краж и др.) и каким образом они могут осуществляться?
h) Каким образом можно преодолеть трудности укомплектования станций персоналом в результате частичной или полной автоматизации или в результате привлечения местного персонала? Наиболее уместно привлечение персонала по совместительству для выполнения конкретных работ на метеорологических станциях, поскольку в этом случае обеспечивается непрерывность работы, даже в случае необходимости замены персонала.

Имеется несколько аспектов, которые необходимо учитывать на этапе планирования новой наблюдательной станции или их сети. На этом этапе руководству национальной метеорологической службы, отвечающему за развитие сети наблюдений, необходимо ответить на некоторые вопросы, в том числе следующие:

a) Какую систему выбрать для требуемых наблюдений?
b) Какова репрезентативность метеорологических наблюдений по району в соответствии с тем применением, для которого они используются?
c) Каковы стандарты и определения для измерений?
d) Каковы процедуры стандартизации?
e) Каковы потребности в приборном оснащении?
f) Каковы требуемая (допустимая) неопределенность и достижимая точность?
g) Каковы общие требования к станции или сети в отношении выбора места для размещения и установки приборов, инспекционных проверок и технического обслуживания, мониторинга функционирования системы, наличия и качества данных?
h) Каким образом проводить метеорологические наблюдения?
i) Каким образом установить эффективные процедуры связи между теми, кто отвечает за мониторинг и техническое обслуживание, для содействия принятию безотлагательных мер по исправлению ситуации?
j) Какой вид метаданных, связанных с метеорологическими наблюдениями, является необходимым?
k) Какие меры предусмотрены в отношении подготовки кадров?

Следует также сказать, что целесообразно выбирать земельный участок, принадлежащий общественным или правительственным организациям, поскольку позднее будет меньше вероятность возникновения необходимости переноса станции в другое место. Долгосрочный контракт должен быть заключен с соответствующими властями или землевладельцем, если необходимо, с помощью агента по недвижимости. Срок действия контракта должен основываться на обычном международном стандартном периоде времени для проведения климатологических измерений и иметь продолжительность по крайней мере 30 лет. Контракт должен препятствовать каким-либо изменениям (например, строительству зданий) в районе площадки для проведения измерений. Контракт должен также включать положения относительно установки и функционирования приборов и другого необходимого оборудования, а также линий связи и электропитания; правила, регламентирующие право прохода на территорию площадки.

Вполне понятна существующая тенденция, направленная на выбор для станций такой площадки, которая не может быть использована каким-либо другим образом и стоимость которой соответственно сравнительно небольшая. Только в весьма редких случаях такой земельный участок будет соответствовать метеорологическим потребностям, которые в первую очередь должны определять пригодность площадки. Ничто не может быть более дорогим и ущербным по сравнению с длинным рядом наблюдений, который впоследствии окажется бесполезным или даже введет в заблуждение, это необходимо иметь в виду в этой связи. Таким образом, нужно придерживаться следующего правила: «Стандарт качества должен быть, по необходимости, наивысшим, а стоимость должна быть по возможности низкой».

Более детальная информация относительно места расположения площадки наблюдений находится в разделе 3.2.1.2.

3.1.3 Управление сетями станций, обслуживаемых персоналом

3.1.3.1 Общие положения

Ответственность за управление сетью метеорологических станций, основной задачей которой является предоставление данных наилучшего возможного качества, лежит на соответствующей стране — члене Организации. Страна-член должна создать, в соответствии с необходимостью, организационное подразделение или подразделения в метеорологической службе, которые несут ответственность за функционирование, обслуживание и контроль за работой станции, а также за снабжение, заказ оборудования, поставку и ремонт оборудования и других материалов, необходимых для беспрерывной работы станции. Эта единица должна являться оперативным подразделением в рамках службы, нести ответственность за национальные стандарты и обладать соответствующим статусом. Это подразделение должно также устанавливать контакты и координировать свою деятельность с пользователями данных на национальном уровне, а также с вспомогательными службами (административные и финансовые). Необходимо постоянно следить за техническим развитием, для того чтобы внедрять улучшенные типы приборов, оборудования и новые методы наблюдений. Дополнительная информация об управлении сетью наблюдений содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть III, глава 1.

3.1.3.2 Организация подразделения управления сетью станций

При организации подразделения необходимо учитывать размеры сети. В том случае, если страна имеет весьма большие сети, может возникнуть необходимость в создании центрального подразделения с подцентрами. Местоположение таких подцентров будет зависеть от потребностей страны-члена. Необходимо учитывать экономические соображения, а также проблемы технического и организационного характера, такие как персонал, связь и средства транспорта.

Другой подход к проблеме управления работой станций может основываться на функциях станций, входящих в сеть: синоптические, авиаметеорологические, климатологические и агрометеорологические станции.

Подразделение должно иметь в своем распоряжении транспортные средства для выполнения различных видов деятельности.

3.1.3.3 Административные мероприятия

Подразделение должно иметь систему учета, содержащую всю соответствующую и скорректированную документацию научного, технического, оперативного и административного характера (документирование метаданных). Должен иметься перечень станций с информацией о географических условиях, персонале и программах деятельности.

Приборы на станции играют основную роль в системе. В частности, необходимо уделять внимание ведению учета соответствующей информации относительно используемых приборов, включая скорректированный перечень применяемого оборудования. Должны иметься и аккуратно храниться данные о технических особенностях прибора, изменении места его установки и о периодических тестах. Дополнительную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 1, раздел 1.3.4, и часть III, глава 1.

Информация о работе станции, например перебои в работе, неточность измерений, запросы на проведение ремонтных работ, необходимость в запасных частях и другие вопросы, требующие принятия немедленных действий, должна фиксироваться в «регистрационной карте». В зависимости от информации, внесенной в карту, необходимо предпринимать действия в соответствии с имеющимися приоритетами. Кроме того, поскольку это является частью метаданных, весьма важно вести журнал для регистрации погрешностей приборов, изменений в их установке, а также принятых мер по исправлению ситуации. В соответствии с типом прибора (механический, электрический, электронный или комбинированный) и характером погрешности можно обращаться в разные ремонтные мастерские и лаборатории.

3.1.3.4 Персонал подразделения управления сетью станций

Персонал подразделения должен иметь высокую квалификацию и специальную подготовку для выполнения необходимой работы в области метеорологии. Кроме того, персонал должен проявлять деликатность в вопросах человеческих взаимоотношений, связанных с работой в рамках метеорологической службы и контактами с добровольными наблюдателями, частными институтами или другими правительственными агентствами за пределами службы.

Подразделение должен возглавлять опытный метеоролог[1], специализирующийся в проведении наблюдений. Он также должен быть хорошим администратором и способным организатором; его основная ответственность заключается в подготовке получаемой

[1] Описание классификации метеорологического персонала и его обязанностей см. в *Руководящих принципах образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258).

в результате наблюдений информации высокого качества для пользователей наиболее эффективным образом.

Подразделение при необходимости может иметь более мелкие секции, например, когда управление сетью осуществляется на географической или функциональной основе (см. 3.1.3.2). Начальник каждой секции должен также быть высококвалифицированным, опытным метеорологом, гидрологом или инженером, а также уметь осуществлять прямое руководство в полевых условиях.

В зависимости от размера сети станций необходимо привлекать одного или более инспекторов, которые должны являться членами метеорологического персонала (по крайней мере, имеющих диплом техника-метеоролога) с опытом работы на наблюдательных станциях.

Необходимо также привлекать технический персонал, включающий техников по обслуживанию сети станций и помощников техников. Техники имеют специальную подготовку, для того чтобы решать все технические проблемы и задачи, связанные с управлением станции, включая задачи, которые решаются в полевых условиях и на рабочем месте. Помощники техников должны нести ответственность за решение технических задач, которые включают организационные вопросы и каналы связи со станциями.

Для выполнения административной работы необходимо использовать канцелярских служащих.

3.1.3.5 Оперативные задачи подразделения управления сетью станций

Оперативные задачи основываются на видах деятельности и функционировании отдельных станций. В число задач, выполняемых данным подразделением, входит:

a) формулирование планов и политики, связанных с развитием, техническим обслуживанием и работой сети;
b) поддержание функций сети;
c) мониторинг функционирования сети, рекомендация и внесение усовершенствований;
d) мониторинг и оценка экономической эффективности и результативности сети;
e) разработка и определение стандартов работы и калибровки, процедур и функциональных требований в отношении наблюдений, приборов и оборудования, и выпуск соответствующих инструкций;
f) осуществление функционального контроля и проверки сети;
g) обеспечение связи между пользователями данных метеорологических наблюдений и поставщиками данных и оборудования;
h) консультирование по вопросам технической подготовки всех лиц, связанных с работой сети;
i) подготовка и поддержание спецификаций наблюдений, содержащих подробные инструкции по сборке и монтажу оборудования для сетевых наблюдений;
j) обеспечение расходных материалов для сетевых измерений;
k) консультирование по долгосрочным планам переоборудования.

Виды деятельности станции формулируются в соответствующей программе, которая должна осуществляться в соответствии с оперативным ежедневным графиком. Подразделение должно готовить инструкции, относящиеся к правильному применению стандартных процедур, функционированию приборов (включая проведение тестов надежности приборов) и использованию официальных каналов связи. Оно также должно предоставлять соответствующие таблицы, формы и наставления и готовить директивы относительно взаимоотношений с местными пользователями метеорологических данных.

Подразделение должно назначить инспектора, несущего ответственность за деятельность группы станций, качество их наблюдений и четкое функционирование приборов[2]. Совместно с пользователями должна быть разработана схема в соответствии с которой все поступающие данные наблюдений и все соответствующие карты и формы со станции проверяются на наличие ошибок, и соответствующая информация доводится до инспектора, ответственного за работу станции. Информация о неточной работе приборов или запросы на проведение ремонтных работ должны анализироваться инспектором, с тем чтобы оказать содействие подразделению в ликвидации неточностей и обеспечить четкое функционирование станций.

В подразделение должны направляться периодические отчеты о деятельности станций.

Персонал станции должен быть информирован о структуре национальной метеорологической службы и особенно о сети станций. Это можно сделать с помощью циркулярного письма или печатного бюллетеня, который также может служить для передачи информации или сообщений на станцию или со станции. Особое внимание необходимо уделять таким событиям, как юбилеи, отличная работа и уход на пенсию.

3.1.3.6 Материально-техническое обеспечение и снабжение

Каждый тип станции должен иметь свои стандарты деятельности, оборудования, приборов и оперативных

[2] Основную цель инспекций см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 1, раздел 1.3.5.

процедур; это должно соответствовать правилам ВМО и других соответствующих стран-членов. Должен иметься скорректированный перечень приборов, канцелярского оборудования и других видов материалов на станции.

Эффективная система связи должна быть разработана внутри организации для обеспечения четкой передачи сообщений и информации, причем необходимо использовать, если возможно, более одного вида связи.

Помощник-метеоролог, работающий на станции, несет ответственность за свою основную деятельность и за поддержание в порядке места установки прибора. Растительность вблизи станции и по ее периметру не должна мешать функционированию приборов. Установка, ремонт и техническое обслуживание оборудования является обязанностью сотрудников по техническому обслуживанию из подразделения управления сетью станций.

Необходимо разработать и осуществить систему заказа форм, карт и других расходных материалов для станции, предпочтительно на полугодовой основе. Необходимые запасные части должны направляться по запросу на станцию с помощью надежной системы, учитывая, что необходимый материал требует бережного отношения; необходимо использовать специальную упаковку, обеспечивающую адекватную защиту (коробки, ящики, прокладки, мягкие уплотнители).

3.1.3.7 Создание новой станции

После принятия решения о создании станции необходимо осмотреть площадку. Необходимо проанализировать все потребности, с тем чтобы обеспечить работу устанавливаемых приборов без помех. Необходимо проверить наличие соответствующих условий работы для наблюдателя, помещения и других необходимых средств, таких как питьевая вода, электричество и средства связи.

Подразделение должно заранее подготовить все приборы, оборудование, запасные части и материал, необходимые для новой станции.

Установка новой станции поручается бригаде, включающей инспектора, техника и помощников. Бригада должна быть подготовлена для выполнения конкретных заданий наиболее эффективным образом в соответствии с детальным стандартным планом работ.

Во время установки оборудования следует давать необходимые пояснения помощнику-метеорологу, который будет работать на станции, для того чтобы помочь ему взять на себя полную ответственность за ее функционирование.

Должен быть подготовлен детальный отчет о новой станции. Он должен включать (предпочтительно в форме контрольного списка) описание площадки и прилегающей к ней местности, а также чертеж и выдержку из подробной карты местности. Для станции приземных наблюдений необходимо подготовить карту видимости. Отчет должен включать детальную информацию о приборах, их функционировании, результатах испытаний, таблицы и перечни. Рекомендуется использовать фотографии, сделанные с четырех основных направлений.

Функционирование и технические характеристики вновь созданной станции должны тщательно контролироваться подразделением. Документация, которая поступает после первого месяца работы, должна тщательно рассматриваться. После проверки данных и оценки каких-либо неточностей может возникнуть необходимость в дополнительной инспекции станции. После этого необходимо утвердить график регулярных инспекций.

3.1.3.8 Регулярные инспекции

Регулярные инспекции, включая периодическое техническое обслуживание автоматических станций, помогают обеспечить четкое функционирование метеорологической станции. Детальный график разрабатывается подразделением, и периодичность инспекций назначается в соответствии с национальной практикой. Инспекция должна осуществляться в соответствии со стандартным перечнем проверок, с помощью которого информация, полученная после предыдущей инспекции, соответствующие файлы станции, уведомления от других пользователей и, если необходимо, специальные запросы, сделанные до начала инспекции, окажут дополнительную помощь инспектору. Полевые испытания приборов на станции должны включаться в перечень вопросов, которые требуют внимания инспектора (см. разделы 3.1.3.10 и 3.1.3.11). Задачи и частоту проведения регулярных инспекций см. в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), часть III, раздел 3.

Результаты регулярных инспекций должны заноситься в отчет об инспекции, который может быть менее полным по сравнению с отчетом, о котором говорится в разделе 3.1.3.7. Копии отчета должны распространяться среди пользователей данных наблюдений в рамках соответствующей организации, администрации и других подразделений, связанных с работой метеорологической станции.

3.1.3.9 Другие виды деятельности подразделения управления работой станции

Подразделение может по запросу оказывать помощь другим организациям за пределами национальной

метеорологической службы. Такая помощь может быть предоставлена в результате подготовки документации или активного участия в различных проектах, предусматривающих функционирование приборов и применение метеорологии и оперативной гидрологии.

3.1.3.10 Приобретение приборов и оборудования

Оборудование, используемое на сети наблюдательных станций страной-членом, должно соответствовать общим требованиям к метеорологическим приборам, которые указаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 1, раздел 1.4. Приборы должны быть стандартизированы и предназначены для функционирования в преобладающих климатических условиях. Необходимо тщательно выбирать стандартный прибор, учитывая экономические и технические соображения, для того чтобы обеспечить введение в систему наилучшего возможного типа прибора.

Приборы должны вводиться в эксплуатацию только после серии взаимных сравнений и других проверок. Взаимные сравнения приборов должны периодически осуществляться во время каждой очередной инспекции станции. Переносные стандартные приборы, используемые инспекторами, должны проверяться по соответствующим стандартам, используемым службой, до и после каждой инспекции.

После принятия решения о приобретении определенного типа прибора следует предпринимать необходимые административные меры. После поставки прибора следует разработать процедуры тестирования, для того чтобы определить какие-либо отклонения прибора от национального стандарта, в частности, в рамках оперативной работы. Для каждого отдельного прибора необходимо подготовить сертификаты тестирования. Прибор, который не соответствует требуемой неопределенности измерений, не должен вводиться в систему. Для каждого нового прибора необходимо завести отдельную регистрационную карту (см. 3.1.3.3).

Необходимо утвердить для использования минимальное количество приборов; персонал должен обеспечить необходимые организационные мероприятия по приобретению приборов. Рекомендуется создание аварийного резерва, особенно для тех видов оборудования, которые трудно заменить. Хранение резервных приборов должно быть хорошо организовано.

В рамках службы необходимо создать систему заказов и приобретения оборудования. Она должна применяться ко всем приборам, предоставляемым организации внешними поставщиками и устанавливаемым на отдельных станциях через подразделение управления сетью станций.

Необходимо предпринимать меры по улучшению качества, технических характеристик и конкурентной способности стоимости различных предметов снабжения. В отношении оборудования очень важен поиск усовершенствованных концепций и средств.

Для материалов, подверженных испарению, весьма важно обеспечить их правильное хранение и регулярное использование. Необходимо периодически проводить проверку качества таких изделий, как метеорологические шары-зонды или аккумуляторные батареи.

Значительное преимущество может предоставлять компьютеризированная информационная система учета и распределения оборудования. В организациях, где такие возможности отсутствуют, необходимо осуществить ручную систему.

3.1.3.11 Проверка приборов и техническое обслуживание

Система проверки приборов на станции должна существовать на регулярной основе, для того чтобы любые неполадки могли быть обнаружены своевременно. Система должна включать проведение регулярных тестов надежности функционирования приборов. В случае обнаружения или предположения наличия дефектов необходимо срочно информировать подразделение. В зависимости от характера дефекта и типа станции подразделение примет решение о замене прибора или проведении ремонтных работ в полевых условиях.

Инспектор, ответственный за работу станции, должен оказывать помощь подразделению в поддержании наилучшего рабочего состояния приборов и в осуществлении периодических взаимных сравнений с национальными стандартами. (См. разделы 3.1.3.8 и 3.1.3.10).

3.1.3.12 Координация

Наряду с направлением отчетов об инспекции в соответствующие отделы и секции и уведомлением о неточностях и возможных ошибках в данных наблюдений, необходимо организовать тесную координацию между различными пользователями данных наблюдений в других структурных единицах организации и подразделением. Необходимо проводить периодические совещания для обсуждения различных вопросов и принятия решений о каком-либо усовершенствовании или изменениях, которые могут быть желательны. Необходимо также предусмотреть соответствующие рабочие мероприятия в рамках подразделения для ремонта различных типов приборов (например, электрические, механические), включая ознакомление с новым оборудованием.

3.1.3.13 Планирование и финансирование

Краткосрочное планирование (один-два года), а также средне- и долгосрочное планирование (пять лет и более) в основном относится к изменениям и совершенствованию системы, установлению приоритетов, развитию системы и новой технологии. Ввиду финансовых ограничений эффективность любого нового типа оборудования будет являться важным фактором, который необходимо принимать во внимание. Решения о планировании могут иметь значительное влияние на организационную структуру управления сетью станций и имеющиеся потребности в персонале и подготовке кадров.

3.1.3.14 Мониторинг функционирования сети

Поскольку осуществляемые национальной метеорологической службой процедуры контроля качества в режиме реального времени имеют свои ограничения и некоторые ошибки могут остаться незамеченными, сетевые администраторы в национальном метеорологическом центре (НМЦ) должны проводить мониторинг контроля качества на сетевом уровне. Мониторинг контроля качества в масштабе реального времени должен включать проверки следующих элементов:

a) полнота наблюдений на наблюдательной станции;
b) качество данных, передаваемых со станции;
c) полнота и своевременность данных наблюдений в центре.

Мониторинг контроля качества предназначен для выявления недостатков и ошибок, их мониторинга и проведения надлежащих процедур по устранению недостатков.

Мониторинг контроля качества требует подготовки резюме и различных статистических данных. Поэтому необходимо создать систему мониторинга контроля качества для сбора различных статистических данных об ошибках в наблюдениях за отдельными метеорологическими переменными, используя ряд флажков, показывающих результаты каждой проверки, и для подготовки различных статистических данных на часовой, суточной, недельной, месячной и годовой основах. Станции, характеризующиеся высоким процентным содержанием неудачных наблюдений, сталкиваются, вероятно, со случаями сбоев в работе аппаратного или программного обеспечения или несоответствующего технического обслуживания. Об этих случаях следует сообщать сетевому администратору.

Система мониторинга контроля качества должна обеспечивать ведение статистики мониторинга станции по частоте и величине ошибок в наблюдениях, с которыми сталкивается каждая станция. Эти статистические данные содержат информацию для цели:

a) мониторинга функционирования станции;
b) локализации систематических погрешностей или сбоев в наблюдениях;
c) оценки повышения качества данных наблюдений, функционирования и технического обслуживания станции/сети.

3.1.4 Управление сетями наземных автоматических станций приземных наблюдений

3.1.4.1 Общие положения

Ввиду того, что автоматические метеорологические наземные станции обычно используются для дополнения сети основных станций, обслуживаемых персоналом, управление сетями автоматических станций должно, в принципе, следовать тем же общим правилам и практике, что и управление сетями станций, обслуживаемых персоналом (см. раздел 3.1.3). Это нужно для того, чтобы гарантировать получение комплекта данных наблюдений с относительно тем же качеством и точностью, что и данных, получаемых с помощью сети станций, обслуживаемых персоналом. Согласно *Наставлению по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положение 3.1.10, автоматические станции следует инспектировать не реже одного раза в шесть месяцев.

Подробную информацию по автоматическим станциям можно найти в разделе 3.2.1.4 настоящего *Руководства*, а также в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1.

Для обеспечения однородности и сопоставимости данных, получаемых с автоматических станций, с данными со станций, обслуживаемых персоналом, обязанности по управлению сетью автоматических станций должны возлагаться на то же организационное подразделение или подразделения в рамках метеорологической службы, которые несут ответственность за управление сетями станций, обслуживаемых персоналом. Основная цель должна состоять в организации комплексной системы станций наблюдений устойчивого качества на глобальном, региональном и национальном уровнях.

3.1.4.2 Административные вопросы

Подразделение управления сетью станций должно иметь доступ ко всем техническим документам, содержащим детальную информацию как о конфигурации, так и о файлах датчиков по каждой автоматической станции, устанавливаемой в рамках оперативной сети.

Опыт в области оценок оперативной системы и научных исследований сетей показывает, что для эксплуатации новых компонентов, таких как автоматические метеорологические станции, необходима подготовка

национальных инструкций по эксплуатации метеорологических станций, оборудованных устройствами для получения данных в автоматическом режиме.

Учитывая особое положение автоматической метеорологической станции в рамках потока данных от места наблюдений в национальные центры обработки данных, при подготовке необходимых инструкций должны учитываться многие характеристики системы.

В связи с тем, что технология, используемая на автоматических метеорологических станциях, развивается очень быстро, больше внимания следует уделять новым областям автоматизации, например методам получения, обработки и локальной архивации данных метеорологических измерений. В автоматизированной системе большое количество различных алгоритмов используется для определения обычных процедур контроля качества: для оценки с соответствующим сглаживанием физических количественных данных цифровых измерений и для перевода полученного перечня измеряемых количественных данных в формат кода ВМО. Вопрос о стандартизации на международной основе еще предстоит решить.

3.1.4.3 Оперативные задачи подразделения, контролирующего сеть автоматических станций

Оперативные задачи подразделения, контролирующего сеть, могут варьироваться в зависимости от типа используемых автоматических станций.

a) Контроль сети полуавтоматических станций
По аналогии с сетью станций, обслуживаемых персоналом, должны быть подготовлены инструкции о том, каким образом применять стандартные процедуры; и ответственный персонал должен их неуклонно выполнять. Инструкции должны включать руководства по эксплуатации приборов и мерам профилактического обслуживания, а также могут включать, где это возможно, небольшие ремонтные операции некоторых автоматических приборов или датчиков в пункте наблюдения. Подразделение должно проводить регулярно осмотры этих станций с целью проверки эксплуатации автоматических приборов или датчиков.

Там, где это приемлемо, можно проводить диагностические проверки эксплуатации совместно с контролем качества данных в национальном центре сбора данных. Сведения о возможных неисправностях должны как можно быстрее передаваться специалистам по обслуживанию станций (см. также 3.1.3.14).

b) Контроль сети полностью автоматических станций
В связи с тем, что используемая в автоматических системах приземных наблюдений технология является сложной, подразделению могут потребоваться консультации специалистов по вопросам электроники, программного обеспечения, телесвязи и эксплуатации датчиков. Для подразделения полезно приступать к управлению сетью с самого начала ее устройства, начиная от поставки, подготовки места, проверки и введения в действие. Таким образом, оно будет иметь доступ ко всей соответствующей документации, касающейся оборудования, системы конфигурации, спецификации местоположения, системы программного обеспечения и обслуживания.

Для обеспечения надежности работы датчиков, систем сбора данных и качества данных персонал должен быть обеспечен руководящим материалом относительно требований к проверке как автоматического, так и обслуживаемого персоналом оборудования. Для дистанционных автоматических проверок в процедуры контроля оборудования могут включаться ежедневные проверки режима работы. Тем не менее, для обеспечения должного функционирования сетей автоматических станций необходимы регулярные полевые испытания и проверки приборов на месте.

Подразделение должно обеспечивать инженерную поддержку для функционирования сети и руководящий материал для технического персонала. Инженерная поддержка требуется также и для будущих возможных модификаций, дополнений и перемещений системы, а в некоторых случаях потребуются пересмотренные варианты оперативного программного обеспечения. В оперативные задачи подразделения, контролирующего сеть автоматических станций, входят также вопросы организации учебных курсов. (См. 3.1.3.5).

3.2 СИНОПТИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ ПРИЗЕМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

3.2.1 Организационные аспекты

3.2.1.1 Общие положения

Синоптические станции приземных наблюдений могут находиться на земной поверхности или в море, могут быть неавтоматическими или автоматическими. В настоящем *Руководстве* синоптические станции приземных наблюдений рассматриваются в рамках трех категорий, а именно: наземные станции, морские станции и автоматические станции.

Создание сети станций, их функционирование в соответствии с указанными стандартами и техническое обслуживание включают многие вопросы организационного характера, имеющие различную степень сложности, в зависимости от типа станции, ее местоположения,

функций, приборного оборудования, каналов связи для передачи данных и потребностей в подготовленном персонале различной квалификации. Различные аспекты таких вопросов, относящиеся к каждому типу станций в рамках трех категорий синоптических станций приземных наблюдений, указанных выше, обсуждаются в разделах 3.2.1.2, 3.2.1.3 и 3.2.1.4 ниже.

3.2.1.2 Наземные станции[3]

3.2.1.2.1 *Размещение (местоположение) станций*

Каждая станция, проводящая приземные синоптические наблюдения, должна быть расположена на площадке, на которой получаемые метеорологические данные являются репрезентативными относительно состояния атмосферы в большом регионе. Размеры этого региона, или района репрезентативности, могут быть от 2 000 до 10 000 км^2 (для равнинного или однородного рельефа).

Для станции должен выделяться специально отведенный участок земли. Оптимальная площадь составляет приблизительно 1 га.

Расположение постов наблюдений (места установки метеорологических приборов) должно соответствовать географическим условиям прилегающего района и должно быть защищено от воздействия промышленных объектов. Таким образом, необходимо устанавливать метеорологические приборы на открытой площадке, удаленной от каких-либо сооружений или леса. Минимальное расстояние от различных конструкций и групп деревьев должно соответственно в 10 и 20 раз превышать их высоту. Площадка должна находиться на расстоянии более 100 м от водных объектов, за исключением тех случаев, когда необходимо проводить прибрежные измерения.

3.2.1.2.2 *Район проведения метеорологических наблюдений*

Районом проведения метеорологических наблюдений называется район расположения большинства приборов и оборудования. Площадь, на которой проводятся наблюдения, должна быть не менее 25 м × 25 м в том случае, если применяется много оборудования, но в случае небольшого количества оборудования (как на рисунке III.1) эта площадь может быть значительно меньше. Площадка проведения наблюдений должна быть сориентирована на север-юг и восток-запад. Адекватная длина площадки с севера на юг имеет важное значение для измерений, на которые оказывает значительное воздействие тень (например, радиация, продолжительность солнечного сияния, градиенты температуры ниже или выше поверхности земли).

Оборудование и приборы должны устанавливаться в определенном порядке в несколько рядов или линий. В северном полушарии датчики следует устанавливать следующим образом: оборудование измерения ветра на северной стороне площадки, вместе с оборудованием измерения температуры и влажности, затем ряд осадкомеров, а измерения температуры почвы проводятся в южной части площадки наблюдений. На рисунке III.1 показана примерная схема наблюдательной станции в северном полушарии с минимальным расстоянием между различным оборудованием.

Площадка для проведения метеорологических наблюдений должна быть огорожена несплошным забором или частоколом для исключения доступа несанкционированных лиц. В Арктике, в пустынных и других регионах площадку наблюдений можно не огораживать, а только разметить.

Поверхность площадки для наблюдений необходимо оставить в естественном состоянии (трава должна быть подстрижена до высоты 20 см). Рекомендуется ходить по площадке по специальным дорожкам и тропинкам. Дорожки не должны быть засфальтированы или забетонированы. В целях безопасности напряжение электроснабжения не должно превышать 24 или 36 вольт. Оборудование должно быть покрашено предпочтительно в белый цвет; другие цвета могут использоваться для вышек и ограды.

Если этот район охватывает один или несколько гектаров, должны быть выделены специальные защищенные зоны вокруг площадок (более 200 м во всех направлениях от границ участка станции). По возможности эти зоны должны оставаться без изменения, а их использование должно согласовываться с национальной метеорологической службой.

Особое внимание при выборе площадки для измерения осадков необходимо уделять следующим вопросам:

a) любой метод измерения осадков должен быть направлен на получение проб, являющихся репрезентативными относительно действительного количества осадков на определенной площади, которую представляют данные измерений. Выбор площадки, а также систематические ошибки в измерениях являются, таким образом, важными факторами;
b) при выборе площадки необходимо учитывать систематическое отклонение поля ветра над входным отверстием осадкомера, а также воздействие самой площадки на траектории движения воздуха;

[3] Требования в отношении расположения станций и приборов, указанные в этом разделе, относятся к «идеальной» ситуации, которой необходимо придерживаться в случае возможности. При этом следует понимать, что эти требования не всегда могут быть удовлетворены по каким-либо причинам.

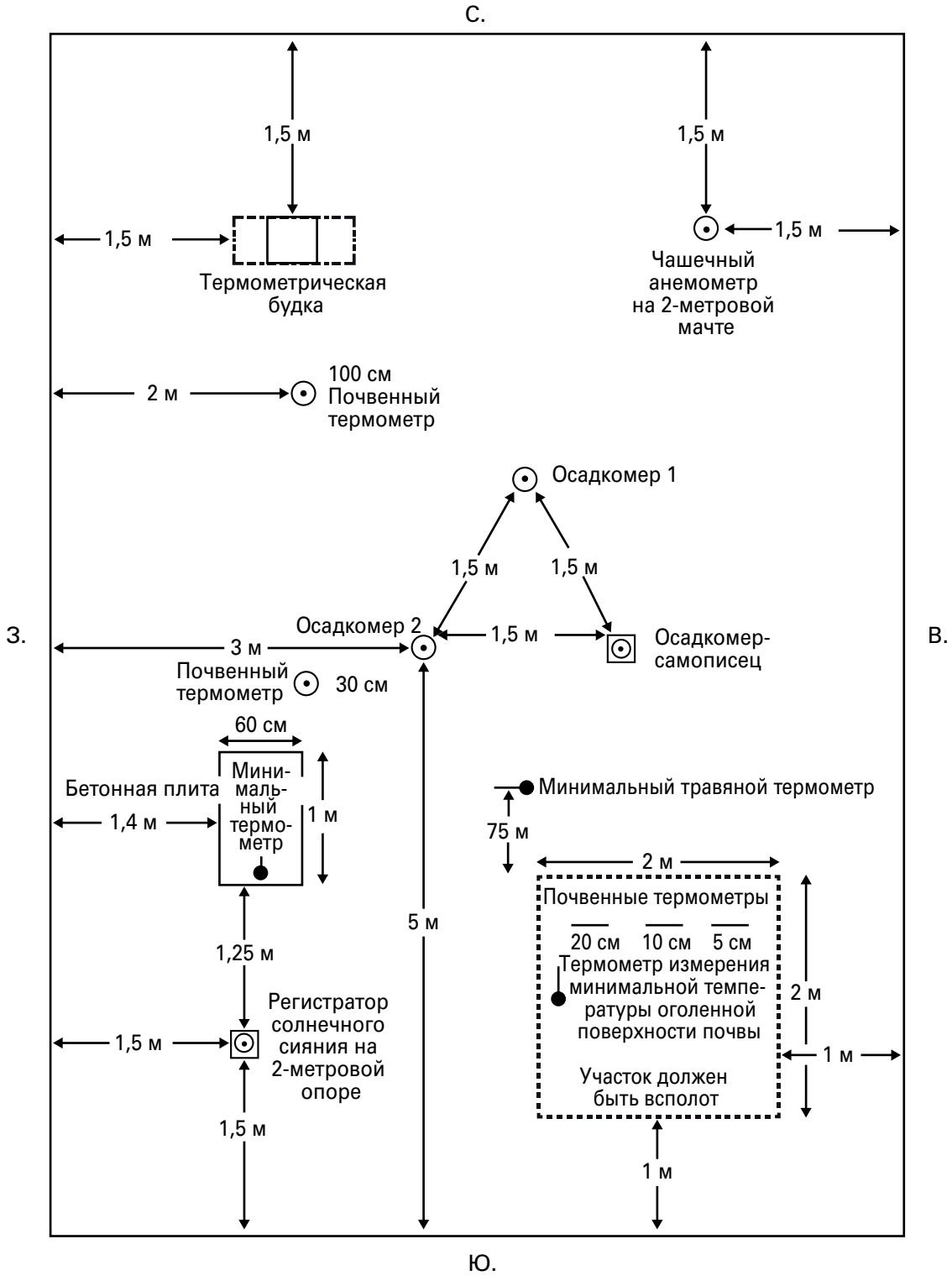


Рисунок III.1. Схема наблюдательной станции в северном полушарии, показывающая минимальные расстояния между приборами

Источник: *The observer's Handbook* (Справочник наблюдателя), Метеорологическое бюро, Соединенное Королевство, 1982 г.

c) для каждой площадки необходимо определить средний вертикальный угол препятствий и составить план площадки. Следует избегать расположения площадок на склонах и крышах зданий. Поверхность земли в районе установки осадкомера может быть покрыта невысокой травой, гравием или галькой, но не следует применять такие покрытия, как бетон, для того чтобы избежать чрезмерного забрызгивания;
d) в районах с плотным однородным вегетативным покровом зеленые насаждения рекомендуется регулярно подстригать, чтобы их высота была на одном уровне с входным отверстием осадкомера;
e) площадки, выбранные для измерения высоты выпавшего снега и/или снежного покрова, должны быть в максимальной степени защищены от ветра. Наилучшими площадками обычно являются лесные поляны и сады, окруженные деревьями, мелким лесом, кустарником или другими объектами, которые являются эффективным препятствием ветру со всех направлений.

Дополнительную информацию о размещении и установке приборов можно найти в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 1, разделы 1.1.2 и 1.3.3.1.

3.2.1.2.3 ***Служебные здания в месте проведения наблюдений***

Для обеспечения нормального функционирования каждая станция должна иметь здание для обслуживающего персонала с оптимальной площадью, необходимым отоплением и/или системой охлаждения, противопожарным оборудованием и оборудованием обеспечения безопасности, а также аварийным источником электропитания.

3.2.1.2.4 ***Персонал станции наблюдений***

Каждая станция должна быть обеспечена персоналом, количество и функции которого определяются в соответствии с правилами и стандартами страны-члена и с учетом программы наблюдений и другой работы, осуществляемой конкретной станцией. Работа наземных станций не должна прерываться между сроками наблюдений.

Станция, работающая круглосуточно для сбора и передачи срочной информации об особо опасных явлениях погоды дополнительно к стандартным наблюдениям, осуществляемым в восемь синоптических сроков, обычно комплектуется персоналом в составе пяти человек. Для станции, которая осуществляет наблюдения только в восемь синоптических сроков и на которой персонал находится не постоянно, достаточно трех человек.

Официальные должности персонала, такие как старший техник, техник, старший наблюдатель и наблюдатель, определяются в соответствии с типом и важностью данных, собираемых станцией, степенью сложности используемого измерительного оборудования, обязанностями персонала и применяемой национальной метеорологической службой практикой.

Наблюдатели, которые не работают постоянно в национальной метеорологической службе, но проводят метеорологические наблюдения на какой-либо синоптической станции, должны получить специальный сертификат соответствующей службы, удостоверяющий их хорошее знание инструкций по проведению наблюдений и квалификацию для проведения наблюдений метеорологических переменных с необходимой точностью. Аналогичным образом национальная метеорологическая служба должна выдавать сертификат, подтверждающий компетенцию любых других наблюдателей, которые несут ответственность за проведение метеорологических наблюдений.

3.2.1.2.5 ***Подготовка персонала станции***

Каждая станция должна быть укомплектована подготовленным персоналом согласно классификационной схеме ВМО; для получения более подробной информации см. *Руководящие принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258). Подготовка метеорологического персонала и других специалистов для работы на станции организуется страной-членом внутри страны или на соответствующих курсах за границей. Дополнительно к подготовке по специальности персонал должен периодически проходить курс повышения квалификации, для того чтобы поддерживать эффективность своей работы. Общие и конкретные инструкции по подготовке персонала содержатся в соответствующих публикациях ВМО, например в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть III, глава 5.

Для того чтобы обеспечить проведение надежных наблюдений и получение надежной информации, рекомендуется готовить персонал для производства наблюдений на следующих уровнях:
a) начальники метеорологических станций, проводящих стандартные наблюдения (см. раздел 3.2.2 ниже): обучение в среднем специальном учебном заведении (окончание технического колледжа или его эквивалента);
b) техники, отобранные среди наиболее опытных младших техников или наблюдателей: требования соответствуют указанным выше;
c) младшие техники (или наблюдатели): специальная подготовка (или курсы в специальных школах) не менее шести месяцев.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Возможна подготовка одного или двух наблюдателей на самой станции (не менее одного месяца), желательно с последующим обучением на курсах специальных учебных центров или заочно.
2. Описание классификации метеорологического персонала и его обязанностей см. в *Руководящих принципах образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258).

На станциях должна находиться вся необходимая документация, наставления, руководства, другие инструкции и руководящий материал, которые должны быть доступны всему персоналу и которые должны ими регулярно изучаться.

3.2.1.2.6 *Идентификация станции*

Наземная станция, включенная в региональную опорную синоптическую сеть, должна идентифицироваться индексным номером станции, выделяемым соответствующей страной-членом в соответствии со схемой, указанной в *Наставлении по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A. Список индексных номеров станций, их программы наблюдений и другая соответствующая информация публикуется Секретариатом ВМО в *Метеорологических сообщениях* (ВМО-№ 9), том A — Наблюдательные станции.

Каждая страна-член, эксплуатирующая синоптические станции, должна направлять в Секретариат ВМО необходимую информацию для этой цели в соответствии с положениями, изложенными в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положение 2.3.2.

Каждая страна-член должна иметь обновленный список синоптических станций (справочник), расположенных на ее территории, с указанием следующей информации по каждой станции:

a) название и в случае необходимости индексный номер станции;
b) географические координаты (с разрешением 1 к 1 000)[4];
c) высота станции в целых метрах, высота барометра над уровнем моря;
d) геопотенциал нулевого уровня в целых метрах, к которому приводится давление, или соответствующая изобарическая поверхность, геопотенциал которой передается в сводках;
e) категория станции и программа наблюдений;
f) сроки проведения синоптических наблюдений и передачи их данных;
g) краткое описание рельефа окружающей местности;
h) размещение приборов, в частности, высота над уровнем земли термометров, осадкомеров и анемометров;
i) история станции: дата начала регулярных наблюдений, перемещение станции, перерывы в наблюдениях, изменение названия и другие значительные изменения, сделанные в программе наблюдений;
j) название вышестоящей организации или учреждения;
k) любая другая информация, необходимая для заполнения разделов в *Метеорологических сообщениях* (ВМО-№ 9), том A — Наблюдательные станции.

3.2.1.2.7 *Телесвязь*

Все станции должны обеспечиваться средствами телесвязи для скорейшей передачи данных в целях удовлетворения потребностей прогностических служб (глобальные, региональные и национальные потребности) и местных пользователей (на постоянной основе или по запросу). На станции может устанавливаться различное оборудование для передачи и приема информации, включая телефон, телеграф и радио. Общий и конкретный инструктивный материал для сбора и передачи информации содержится в *Наставлении по Глобальной системе телесвязи* (ВМО-№ 386).

Каждая синоптическая станция, сводки с которой вводятся в перечень для международного обмена, должна обеспечиваться оборудованием телесвязи, а также гарантировать регулярную и надежную передачу необходимых сводок и другой информации по соответствующим адресам.

3.2.1.2.8 *Стандарты качества*

Необходимо обратиться к следующим документам:

a) *Наставление по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485), часть II, 2.1.3 — Минимальные стандарты;
b) *Руководство по Глобальной системе обработки данных* (ВМО-№ 305), глава 6.

3.2.1.3 Морские станции

3.2.1.3.1 *Общие положения*

Порядка 70 процентов поверхности Земли покрыто океанами. Важной задачей является получение регулярной и адекватной метеорологической и океанографической информации из этих обширных районов, поскольку своевременные и точные прогнозы погоды, а также обслуживание в интересах мореплавания зависят от наблюдений в океанах.

[4] См. *Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 1, раздел 1.3.3.2.

3.2.1.3.2 *Фиксированные морские станции*

3.2.1.3.2.1 Океанские метеорологические станции

a) Общие положения

Океанские метеорологические станции являются наиболее сложными метеорологическими морскими станциями. Ввиду высокой стоимости, сети океанских метеорологических станций, как правило, организуются в рамках совместного проекта, осуществляемого участвующими странами-членами, и отдельными странами-членами, несущими ответственность за работу судов, приписанных к национальным портам. Примером является сеть океанских станций в Северной Атлантике, которая функционирует на этой основе под эгидой ВМО.

b) Характеристика станции

Океанская метеорологическая станция создается на специально построенном или оборудованном для этой цели судне. Для осуществления непрерывной программы наблюдений в определенной точке необходимо более одного судна. Судно должно иметь специальную площадку на палубе для запуска шаров-зондов для проведения аэрологических наблюдений и адекватное место для установки метеорологических приборов. Необходимо отводить специальные места для хранения запасных частей и расходных материалов для проведения наблюдений в течение 30–40 дней, при этом необходимо предпринимать меры предосторожности при работе с водородом. Основное помещение для хранения, однако, должно находиться в порту, из которого работает судно. Судно должно иметь необходимые условия для работы экипажа и метеорологического персонала.

Переменные, охватываемые приземными синоптическими наблюдениями с океанских метеорологических станций, приводятся в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положение 2.3.3.11, и многие из них являются такими же, как для наземных станций, что указано в настоящем *Руководстве* (раздел 3.2.2.2). Для морских станций в некоторых случаях существуют различные способы получения метеорологических переменных. Обычно размещение метеорологических приборов на морских станциях является более трудным из-за ограниченной площади и воздействия судовых надстроек и конструкций. Рисунок III.2 содержит информацию по размещению различных приборов.

c) Выбор места

Место станции должно внимательно выбираться с целью предоставления наиболее эффективной информации национальным метеорологическим службам и Глобальной системе наблюдений. Порты, из которых направляются суда, должны выбираться таким образом, чтобы максимально уменьшить расстояние до точек работы в море.

d) Работа судов

Национальные метеорологические службы, эксплуатирующие суда, должны нести ответственность за технические и научные стандарты, а также за калибровку и обслуживание приборов, установленных на борту. Представитель национальной метеорологической службы должен обеспечить, чтобы наблюдения проводились эффективно и в соответствии с правилами. Он также должен обеспечить соответствующую подготовку персонала и наличие необходимых для персонала наставлений и другой документации.

e) Идентификация

Идентификаторами океанских метеорологических станций (судов) должны служить не названия отдельных судов, а буквенно-цифровые индексы, присваиваемые месту нахождения станции, например C7R.

f) Связь

Типы оборудования, подходящие для своевременной передачи данных с океанских метеорологических станций, могут включать:

i) интерфейс с сетями связи общего пользования;
ii) телеграф;
iii) телекс;
iv) радиотелетайп;
v) факсимильные радиопередачи;
vi) радио;
vii) глобальную систему мобильной связи;
viii) спутники.

Должна существовать по крайней мере одна альтернатива в случае выхода из строя или перебоя в работе основного канала связи.

g) Персонал и подготовка кадров

Для работы океанских метеорологических судов необходимо три вида персонала:

i) экипаж судна;
ii) метеорологический персонал (наблюдатели и техники);
iii) персонал, осуществляющий телесвязь (операторы телесвязи).

Количество персонала по пунктам (ii) и (iii) зависит от используемого оборудования и уровня необходимой квалификации. Возможно поручить наблюдателям нести ответственность за осуществление процедуры распространения данных по ГСТ. Они могут также нести ответственность за функционирование и обслуживание оборудования на борту судна при условии прохождения соответствующего обучения.

Привлечение отдельных членов экипажа судна к работе в качестве наблюдателей или операторов под руководством опытного метеоролога явилось весьма эффективным

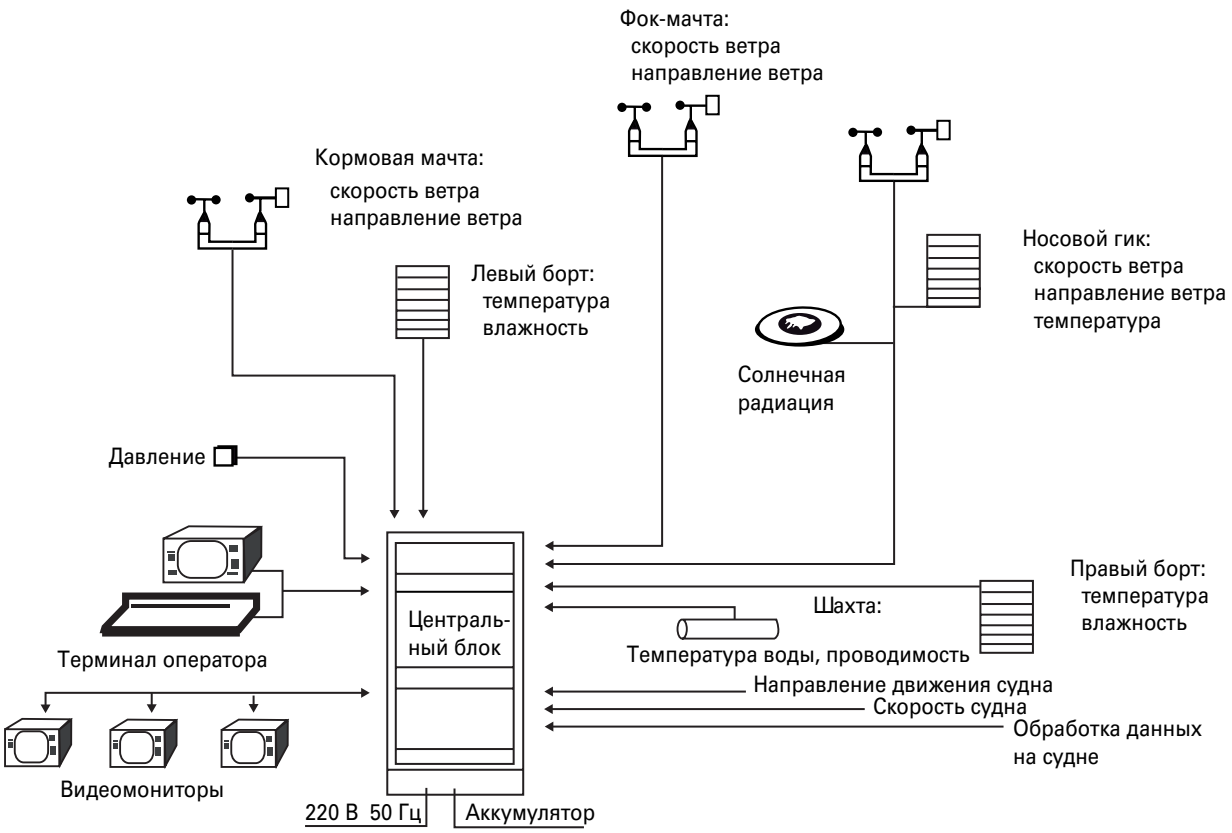


Рисунок III.2. Размещение различных приборов на океанской метеорологической станции (АО «Вайсала», Финляндия)

способом сокращения эксплуатационных расходов, по крайней мере, для одной из станций в сети океанских станций в Северной Атлантике. Некоторые члены экипажа должны быть подготовлены соответствующим образом для проведения наблюдений. Общее количество персонала, необходимого для работы океанского судна погоды, может быть таким образом значительно сокращено.

h) Стандарты качества

Следует обратиться к *Руководству по применениям морской климатологии* (ВМО-№ 781), 3.1.4 — Контроль качества, обработка и архивация данных, приложение I — Стандарты минимальных процедур контроля качества; *Руководству по морскому метеорологическому обслуживанию* (ВМО-№ 471), 3.2.9 — Контроль качества, приложение 3.E — Минимальные стандарты контроля качества; *Наставлению по морскому метеорологическому обслуживанию* (ВМО-№ 558), том I, 5.6.3 — Контроль качества данных, приложение I.15 — Минимальные стандарты контроля качества; *Manual of Quality Control Procedures for Validation of Oceanographic Data* (Руководство по процедурам контроля качества для проверки океанографических данных), Справочники и руководства, № 26, ЮНЕСКО.

3.2.1.3.2.2 Станции на плавучих маяках, островные и береговые станции

a) Общие положения

Данные станции могут быть важны для региональной опорной синоптической сети и для глобальной сети. Страны-члены должны это учитывать при планировании и обслуживании национальной сети таких станций.

b) Конструкция станции

Станция на плавучем маяке является метеорологической станцией наблюдений и расположена на плавучем маяке, основным назначением которого является выполнение функции маяка в прибрежных водах. Метеорологические приборы должны быть правильно установлены в соответствии с правилами, указанными в разделе, посвященном океанским метеорологическим станциям. Необходимо избегать воздействия специальных надстроек плавучего маяка.

Островные и береговые станции должны оборудоваться таким же образом, как и наземные станции. Дополнительно к этому станции должны измерять температуру поверхности моря и вести наблюдение за состоянием моря, а также ледовыми условиями. Станции могут также быть оснащены для проведения аэрологических наблюдений.

c) Выбор места установки станции

Выбор места установки островной и береговой станций должен проводиться в соответствии с правилами, указанными в этом *Руководстве* для наземных станций (разделы 3.2.1.2.1 и 3.2.1.2.2). Дополнительно к этому необходимо обеспечить наблюдения за состоянием моря и температурой поверхности моря.

d) Эксплуатация станций

Национальные метеорологические службы эксплуатируют или несут ответственность за технический стандарт станций, за калибровку и обслуживание приборов. Ответственный сотрудник национальной метеорологической службы должен обеспечить необходимое обучение персонала, а также наличие на станциях соответствующих наставлений и других документов.

e) Идентификация

Островные и береговые станции идентифицируются индексным номером станции, как и береговые станции (разделы 3.2.1.2.6). Станции на плавучих маяках стоят на якоре в фиксированных позициях и могут также идентифицироваться индексным номером станции.

f) Связь

На станциях устанавливается соответствующее оборудование телесвязи, которое будет гарантировать регулярную и надежную передачу кодированных сводок. (См. раздел 3.2.1.2.7, в котором рассматриваются вопросы телесвязи для наземных станций).

g) Персонал и подготовка кадров

Персонал, необходимый для проведения приземных синоптических наблюдений на островных и береговых станциях, такой же, как для наземных станций для проведения аналогичных наблюдений. Если, однако, проводятся приземные и аэрологические наблюдения, количество персонала должно быть достаточным и он должен быть подготовлен соответствующим образом для проведения обоих видов наблюдений. Начальник станции должен обеспечить получение оперативным персоналом необходимой квалификации для выполнения возложенных на персонал задач, включая обычное техническое обслуживание станции и знание процедур связи (см. также раздела 3.2.1.2.4 и 3.2.1.2.5).

3.2.1.3.2.3 Фиксированные платформы-станции и заякоренные платформы-станции

a) Общие положения

Предприятия нефтедобывающей отрасли, разрабатывающие прибрежные месторождения, практически постоянно эксплуатируют буровые установки и платформы на континентальном шельфе по всему земному шару. Платформы и установки для бурения скважин и добычи нефти могут служить отличным местом для проведения наблюдений метеорологических переменных, и странычлены должны использовать эту возможность. Наблюдения необходимы операторам платформ для мониторинга метеорологических условий на платформе и рядом с ней во время работы вертолетов и судов снабжения. В соответствии с правилами, изложенными отдельными странами, операторы прибрежных платформ должны, как правило, проводить надежные приземные наблюдения по крайней мере некоторых метеорологических и океанографических параметров. С представителями этих компаний можно легко заключить соглашения о сотрудничестве.

b) Конструкция станции

Размещение метеорологических приборов является весьма важным элементом и наиболее сложной частью, относящейся к установке приборов на платформах. Это объясняется размером и структурой платформы, высота которой может быть более 100 м над уровнем моря.

c) Проведение операций

Следует внимательно относиться к тому, чтобы приборное оборудование и контроль наблюдений оставался ответственностью национальной метеорологической службы. Необходимо придерживаться стандартной практики, которая определена ВМО. Для проведения неавтоматизированных наблюдений наблюдателей следует готовить в национальной метеорологической службе. В случае установки автоматических приборов на борту судна должен иметься необходимый технический персонал. Ответственный инструктор должен обеспечить проведение всех наблюдений в соответствии с правилами ВМО и наличие необходимой документации.

d) Идентификация

Фиксированные и заякоренные станции на платформах определяются как суда и включены в *International List of Selected, Supplementary and Auxilliary Ships* (Международный перечень выборочных, дополнительных и вспомогательных судов) (WMO-No. 47) с соответствующими пояснительными примечаниями.

e) Связь

Используются следующие типы оборудования для своевременной передачи данных наблюдений с платформ и буровых установок:

i) интерфейс с сетями связи общего пользования;
ii) телеграф;
iii) телекс;
iv) буквопечатающая радиоаппаратура;
v) факсимильные радиопередачи;
vi) радио;
vii) глобальная система мобильной связи;
viii) спутники.

В случае выхода из строя первичного канала связи должен иметься но крайней мере один альтернативный вариант передачи данных.

f) Персонал и подготовка кадров

Количество необходимого персонала зависит от степени автоматизации. Персонал должен иметь хорошее общее образование, такое же как у морских офицеров. Наблюдатели должны пройти теоретический и практический курс, организуемый национальной метеорологической службой. Курс должен включать:

i) общее ознакомление с соответствующими правилами и инструкциями ВМО и национальной метеорологической службы;
ii) приборы, используемые для измерений в море;
iii) визуальные методы наблюдений;
iv) лекции о погоде и прогнозе погоды по конкретному району ответственности.

3.2.1.3.3 *Подвижные морские станции*

3.2.1.3.3.1 Выборочные, дополнительные и вспомогательные суда

Подвижные морские станции состоят из выборочных судовых станций, дополнительных судовых станций, вспомогательных судовых станций и дрейфующих станций на льдинах (рассматриваются в разделе 3.2.1.3.4 ниже). Подвижные суда являются одним из основных источников данных приземных наблюдений в океанских районах. *Наставление по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, предписывает, чтобы страны-члены привлекали максимальное количество подвижных судов, которые пересекают мало освещенные данными районы и/или на регулярной основе следуют по маршрутам в районах, представляющих особый интерес. Международная схема, в соответствии с которой привлекаются суда для проведения и передачи метеорологической информации, называется Схемой судов, добровольно проводящих наблюдения, ВМО. Соответствующие стандарты, рекомендуемые виды практики и процедуры содержатся в *Руководстве по морскому метеорологическому обслуживанию* (ВМО-№ 471).

В соответствии с *Техническим регламентом* (ВМО-№ 49) каждая страна-член должна организовывать привлечение судов, которые зарегистрированы в стране-члене, в качестве подвижных судовых станций. Выполняя это обязательство, каждая страна-член вносит вклад в общую задачу, заключающуюся в обеспечении достаточного охвата метеорологическими наблюдениями морских районов. Желательно добиться равномерного охвата данными морских районов. Однако этого трудно достичь, учитывая значительные различия в интенсивности движения судов в океанах, которая сравнительно больше в северном полушарии. В соответствии с этим большее внимание необходимо уделять привлечению судов, добровольно проводящих наблюдения, которые работают в тропической зоне или в южном полушарии. Для удовлетворения международных метеорологических потребностей в отношении плотности данных по океанским районам планы Всемирной службы погоды предусматривают необходимость постоянного увеличения количества судов, добровольно проводящих наблюдения.

Суда, входящие в Схему судов, добровольно проводящих наблюдения, классифицируются следующим образом:

a) выборочные судовые станции;
b) дополнительные судовые станции;
c) вспомогательные судовые станции.

Более подробную информацию см. в *Международном метеорологическом словаре* (ВМО-№ 182), *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), часть III, положения 2.3.3.12–2.3.3.14) и техническом отчете СКОММ № 4, *The Voluntary Observing Ships Scheme — A Framework Document* (Схема судов, добровольно проводящих наблюдения — Рамочный документ) (WMO/TD-№ 1009).

Выборочной судовой станцией является подвижная судовая станция, оборудованная достаточным количеством прошедших сертификацию метеорологических приборов для производства приземных наблюдений, которая передает метеорологические сводки в полной кодовой форме SHIP.

Дополнительной судовой станцией является подвижная судовая станция с ограниченным количеством сертифицированных метеорологических приборов для проведения приземных измерений, которая передает метеорологические сводки в сокращенной кодовой форме SHIP. (См. *Наставление по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, пункт 2.3.3.13).

Вспомогательной судовой станцией является подвижная судовая станция, обычно без сертифицированных метеорологических приборов, которая может передавать сводки в сокращенной кодовой форме или открытым текстом, на постоянной основе или по запросу, по определенным районам или в определенных условиях. (См. *Наставление по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, пункт 2.3.3.14).

Метеорологические службы многих стран обычно должны предоставлять более детальную информацию о метеорологических и морских условиях в прибрежных регионах. Некоторые службы успешно привлекали суда местных компаний для проведения наблюдений и передачи их результатов во время перехода из порта в порт вдоль берега. Такие суда могут привлекаться в качестве дополнительных или вспомогательных судов. Наблюдения этих судов всегда имеют большую ценность.

3.2.1.3.3.2 Критерии для привлечения судов, добровольно проводящих наблюдения

Некоторые критерии могут использоваться при принятии решения о привлечении конкретного судна в

качестве выборочного, дополнительного или вспомогательного судна для удовлетворения национальных и международных потребностей. Необходимо рассмотреть следующие вопросы: могут ли быть установлены все необходимые приборы, будут ли судовые офицеры иметь время для регистрации и передачи данных наблюдений и можно ли установить постоянный необходимый контакт для получения метеорологических журналов. Как правило, владельцы судов и их капитаны готовы сотрудничать в этих вопросах; однако рекомендуется обсудить все эти вопросы на этапе ведения переговоров о привлечении судна. В то же самое время метеорологическая администрация должна также рассмотреть вопрос о том, позволят ли обычные обязанности штурманов и радиооператоров иметь достаточное время для проведения и передачи наблюдений.

Страны могут также привлекать суда, зарегистрированные в иностранных портах, с целью получения достаточного количества данных наблюдений из океанских районов. В этих целях иногда заключаются соглашения между метеорологическими службами двух стран в тех случаях, когда порт приписки отдельных судов расположен в другой стране, а не в стране, привлекающей судно. Выборочные или дополнительные суда, привлеченные таким образом, должны, однако, заходить в порты соответствующей страны достаточно часто для того, чтобы иметь постоянный контакт. Для того, чтобы избежать введения дублированных данных в международную систему архивации данных, судовые метеорологические журналы, подготовленные иностранным судном, должны заполняться и храниться в соответствии с договоренностью с метеорологической службой страны приписки. Когда привлекается иностранное судно, страна-член, к которой приписано судно, должна быть проинформирована об этом в том случае, если порт страны-члена, которая привлекает судно, не является его портом приписки.

Для привлечения вспомогательного судна не требуется каких-либо предварительных соглашений с метеорологической службой страны регистрации судна.

Привлечение судов, добровольно проводящих наблюдения, является ответственностью каждой страны-члена, участвующей в схеме, и с этой целью страны-члены должны создавать соответствующее организационное подразделение. Необходимо установить связь с судовыми агентствами для осуществления с ними сотрудничества. Соответствующие меры должны также быть предприняты для предоставления приборов, инструктивного материала и другой необходимой документации для судов, а также для сбора и анализа судовых журналов, посещения судов и решения различных финансовых вопросов. В рамках этого национального подразделения специальному сотруднику необходимо поручить вопросы привлечения судов.

3.2.1.3.3.3 Информация, относящаяся к судам, участвующим в Схеме судов, добровольно проводящих наблюдения, ВМО

a) Международный список выборочных, дополнительных и вспомогательных судов

Входящие в данный список суда являются важным источником морских данных, которые используются во всем мире для различных целей. При анализе этих данных метеорологические службы должны учитывать тип оборудования на борту судна и конкретный метод наблюдения в том случае, когда обычно используются несколько методов. Для этой цели ВМО ежегодно издает *Международный список выборочных, дополнительных и вспомогательных судов* (ВМО-№ 47) на основе информации, предоставляемой странами-членами в соответствии с правилами 2.3.3.3 и 2.3.3.4 *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III. Эта публикация содержит следующие сведения по каждому судну:

i) страна, привлекающая судно;
ii) версия формата метаданных;
iii) дата подготовки сообщения;
iv) название судна;
v) страна приписки;
vi) позывной сигнал или номер ВМО;
vii) номер Международной морской организации;
viii) тип судна;
ix) цифровое изображение судна;
x) характеристики судна (длина, теоретическая ширина, высота надводного борта, осадка, высота груза, расстояние до мостика от носа);
xi) районы или маршруты, с которыми обычно связана работа судна;
xii) тип барометра;
xiii) тип термометра;
xiv) размещение термометра;
xv) тип и размещение гигрометра или психрометра;
xvi) метод получения температуры поверхности моря;
xvii) различные другие виды метеорологических приборов, используемых на борту судна;
xviii) высота приборов над максимальной летней грузовой маркой (или под ней, например для температуры поверхности моря) в метрах;
xix) высота анемометра над максимальной летней грузовой маркой и над палубой, на которой он размещен, в метрах.

Необходимо периодически обновлять *Международный список выборочных, дополнительных и вспомогательных судов* (ВМО-№ 47), поскольку происходят частые изменения в международном морском торговом флоте и, в особенности, в привлечении вспомогательных судов. Как правило, страны-члены должны направлять в Секретариат ВМО ежеквартально, т. е. к 15 января, 15 апреля,

15 июля и 15 октября каждого года, полный список их выборочных, дополнительных и вспомогательных судов, которые работали в конце квартала, о котором идет речь. Эта информация может также представляться в форме поправок к списку за предыдущий год.

b) Организационные вопросы

Некоторые рекомендации относительно привлечения судов и проведения наблюдений с подвижных судов с помощью специального национального подразделения приводятся выше. Дополнительно к этому в более крупных портах необходимо назначать метеоролога для непосредственного контакта с представителями командного состава судна. Это часто является необходимым для того, чтобы предоставить экипажу судов наставления и другую документацию, для проверки приборов на борту судна, сбора судовых журналов или получения данных из электронных судовых журналов, а также принятия любых необходимых мер по исправлению недостатков. Роль портовых метеорологов является весьма важной, и эффективность Схемы судов, добровольно проводящих наблюдения, в значительной степени зависит от них. Их обязанности детально приводятся в *Руководстве по морскому метеорологическому обслуживанию* (ВМО-№ 471).

c) Метеорологические журналы

Регистрация наблюдений в метеорологическом журнале является обязательной для выборочных и дополнительных судов, а также рекомендуется для вспомогательных судов. Формат журналов является национальной ответственностью. Пример журнала приводится на рисунке III.3. Журналы должны содержать четкие инструкции для внесения данных наблюдений. Полезно, например, обозначить (с помощью заштриховки и т. д.) те колонки, содержание которых должно передаваться как часть метеорологической сводки. В целях предоставления метеорологических журналов судам, которые заходят в их порты приписки не на регулярной основе, портовые метеорологи имеют запас журналов различных национальных метеорологических служб. Дополнительно к этому они могут хранить экземпляры инструкции проведения наблюдений и кодирования на различных языках.

d) Связь

Метеорологические сводки с подвижных судовых станций должны передаваться на береговую радиостанцию как можно быстрее после срока наблюдения; в этой связи метеорологическая сводка сразу же после ее составления на борту судна должна передаваться радиооператору судна без задержки для ее передачи на берег как можно быстрее. Правила передачи метеорологических сводок с подвижных судовых станций на назначенные береговые радиостанции приводятся в *Наставлении по Глобальной системе телесвязи* (ВМО-№ 386), том I, часть I, приложение I-1. Соответствующие процедуры приводятся ниже в качестве справочного материала. Метеорологические сводки с подвижных судовых станций должны (без специального запроса) передаваться с судна на ближайшую береговую радиостанцию, расположенную в районе плавания судна. Если имеются трудности, связанные с прохождением радиоволн или другими обстоятельствами, в установлении связи с ближайшей радиостанцией в районе плавания судна, метеорологические сообщения должны передаваться в соответствии со следующими процедурами в порядке, указанном ниже:

i) передача на любую другую береговую радиостанцию в районе плавания судна;
ii) передача на любую береговую радиостанцию в прилегающей зоне в пределах того же региона;
iii) передача на любую береговую радиостанцию в любой другой зоне в пределах того же региона;
iv) передача на береговую радиостанцию в прилегающей зоне соседнего региона или, в том случае, если это невозможно сделать, на любую другую станцию в соседнем регионе;
v) передача на другое судно или океанскую станцию погоды, осуществляющую функции или готовую действовать в качестве ретрансляционной станции.

Морские подвижные радиосистемы, используемые для связи судно–берег, как указано выше, могут вызвать ряд проблем по различным причинам технического характера при сборе судовых метеорологических сводок для последующего распространения по Глобальной системе телесвязи. Использование новых средств связи, особенно посредством спутников, является возможным решением этих проблем. Следует специально отметить систему ИНМАРСАТ, предназначенную для полномасштабного использования существующих технических средств для обеспечения связи общего пользования между судном и берегом. Использование этой системы имеет, однако, значительные технические и финансовые ограничения для национальных метеорологических служб, и ВМО изучает их. В настоящее время также используются другие спутниковые системы дистанционной передачи данных, рациональные с точки зрения затрат.

e) Персонал и подготовка кадров

Важным этапом привлечения добровольных наблюдателей для проведения судовых наблюдений является получение разрешения владельца или капитана судна. После завершения этого этапа и определения наблюдателя(ей) портовый метеоролог дает инструкции по следующим аспектам:

i) общее обслуживание приборов;
ii) размещение и снятие показаний гигрометра и психрометра;
iii) получение данных о температуре поверхности моря;
iv) наблюдения за облаками;
v) использование кодов ВМО;
vi) кодирование и передача данных наблюдений.

Captain _____ Principal observing office _____ Radio officer _____

Voyage from _____ to _____

Year 200_			Position of ship							Wind							Temperature					Pressure		Pressure change	Weather			Clouds				
If transmitted by radio address to which sent	Month 0–12	Day of month G.M.T.	Greenwich Mean Time	Wind indicator	Ship's report indicator	Latitude (degrees and tenths)	Quadrant	Longitude (degrees and tenths)	Indicator for precipitation group	Indicator for weather group	Height of lowest cloud	Visibility	Total cloud amount	Direction (true) (tens of degrees)	Speed	Group indicator	Sign of temperature in code	Air temperature (degrees and tenths)	Wet bulb (degrees and tenths)	Group indicator	Sign of temperature in code	Dew point (degrees and tenths)	Barometer as read and correction	Group indicator	Corrected pressure	Group indicator	Characteristic	Amount	Group indicator	Present	Past	Group indicator	Amount of low or medium if no low	Type of low	Type of medium	Type of high
Group No.			**1**			**2**		**3**			**4**			**5**			**6**				**7**			**9**			**10**			**12**			**13**			
Code symbols		YY	GG	i_w	99	$L_aL_aL_a$	Q_c	$L_oL_oL_o$	i_R	i_X	h	VV	N	dd	ff	1	s_n	TTT		2	s_n	$T_dT_dT_d$		4	PPPP	5	a	ppp	7	ww	W_1W_2	8	N_h	C_L	C_M	C_H
			00		99				4							1				2				4		5			7			8				
			06		99				4							1				2				4		5			7			8				
			12		99				4							1				2				4		5			7			8				
			18		99				4							1				2				4		5			7			8				
			00		99				4							1				2				4		5			7			8				
			06		99				4							1				2				4		5			7			8				
			12		99				4							1				2				4		5			7			8				
			18		99				4							1				2				4		5			7			8				
			00		99				4							1				2				4		5			7			8				
			06		99				4							1				2				4		5			7			8				
			12		99				4							1				2				4		5			7			8				
			18		99				4							1				2				4		5			7			8				
			00		99				4							1				2				4		5			7			8				
			06		99				4							1				2				4		5			7			8				
			12		99				4							1				2				4		5			7			8				
			18		99				4							1				2				4		5			7			8				
Column No. 1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**	**11**	**12**	**13**	**14**	**15**	**16**		**17**	**18**	**19**		**21**	**22**	**23**		**24**		**25**	**26**		**28**	**29**		**30**	**31**	**32**	**33**

Note: Log-book is printed so that these two pages form full record columns 1–54 from left to right when opened flat.

Рисунок III.3. Пример метеорологического журнала для судов

		For office use only	Section indicator	Course of ship	Speed of ship	Group indicator	Sign temperature in code	Sea temperature (degrees and tenths)	Wind waves				Swell waves										Ice accretion					Ice										Remarks
													1st swell waves						2nd swell waves																			
									Group indicator	Period in seconds	Height (in half metres)	Group indicator	1st swell waves	Direction from (tens of degrees)	Group indicator	Period in seconds	Height (in half metres)	Group indicator	Direction from (tens of degrees)	Group indicator	Period in seconds	Height (in half metres)	Group indicator	Type of ice accretion	Ice thickness (cm)	Ice accretion rate	Group indicator	Concentration or arrangement	Development stage	Ice of land origin	Bearing of ice edge	Ice situation	Shifts of wind, times of start and finish of rainfall, etc. Special phenomena should be entered briefly. Space for additional remarks is provided at the end of this log-book. The Beaufort notation shown in Table III.2 may be used in this column.	Call sign to which sent, frequency (kHz) used and time sent (GMT)
			15				16			18				19				20				21		22				23									
		222	D_s	V_s	0	S_n	$T_w T_w$	T_w	2	$P_w P_w$	$H_w H_w$	3	$d_{w1} d_{w1}$	$d_{w2} d_{w2}$	4	$P_{w1} P_{w1}$	$H_{w1} H_{w1}$	5	$P_{w2} P_{w2}$	$H_{w2} H_{w2}$	6	I_s	$E E_s$	R_s	ICE	c_i	S_i	b_i	D_i	z_i								
			34	35		36	37			38	39		40				41				42		43			44	45			46	47	48	49	50	51	52	53	54	
00	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
06	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
12	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
18	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
00	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
06	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
12	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
18	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
00	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
06	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
12	222				0				2			3			4			5			6			ICE												
18	222				0				2			3			4			5			6			ICE												

Рисунок III.3. Пример метеорологического журнала для судов (продолж.)

После привлечения судна портовый метеоролог должен посещать его, по крайней мере один раз в три месяца, для проверки точности приборов и доставки различных форм и документов, например кодов и соответствующих правил. Он должен содействовать укреплению интереса к метеорологии у членов экипажа и объяснять им важность точной метеорологической информации как для моряков, так и для метеорологов.

3.2.1.3.4 *Дрейфующие станции на льдинах*

a) Общие положения

Дрейфующие станции обычно являются частью научной базы на крупной льдине, дрейфующей в полярных регионах. Такие станции вносят важный вклад в сеть наблюдений в мало освещенных данными полярных районах.

Страны-члены, индивидуально или совместно, должны организовывать проведение метеорологических наблюдений с крупных льдин, если это возможно, как часть программы научной базы или с помощью автоматической станции. В случае совместно предпринимаемых действий ответственность за научный и технический стандарт станции должна нести одна национальная метеорологическая служба.

b) Идентификация

Идентификация дрейфующих станций на льдинах должна быть такой же, как для судов.

c) Связь

Дрейфующие станции на льдинах должны осуществлять двустороннюю радиосвязь или автоматическую передачу данных через спутник. В полярных регионах могут использоваться только полярно-орбитальные спутники. Система АРГОС, эксплуатируемая вместе с некоторыми спутниками США, предоставляет такую возможность, и использование доплеровского эффекта принимаемых сигналов позволяет определить местоположение станции достаточно точно. Использование полярно-орбитальных спутников как средства связи может вызвать необходимость применения асиноптических сроков предоставления сводок.

d) Персонал и подготовка кадров

Необходимое количество членов персонала дрейфующей базы должно иметь соответствующую подготовку для проведения всех предусмотренных в соответствии с правилами ВМО наблюдений. По крайней мере, следует подготовить одного техника для работы с приборами и их обслуживания. Он должен также нести ответственность за поставку запасных частей и резервного оборудования. Персонал станции должен также включать специалистов для эксплуатации системы связи.

3.2.1.4 Автоматические станции

3.2.1.4.1 *Общие положения*

Автоматическая метеорологическая станция определяется в *Международном метеорологическом словаре* (ВМО-№ 182) как «метеорологическая станция с автоматическим проведением наблюдений и передачей данных».

Следующая информация в этом разделе *Руководства* относится к планированию и созданию оперативных сетей автоматических станций, составляющих часть региональных опорных синоптических сетей, а также других сетей синоптических станций, в рамках которых уделяется внимание быстрому и непосредственному доступу к данным.

Дополнительная информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1.

3.2.1.4.2 *Назначение автоматических станций*

Автоматические станции используются во многих целях. Они включают:

a) предоставление данных из труднодоступных или сложных для проживания мест;
b) проведение наблюдений на обслуживаемых станциях во внерабочее время, например, в ночное время или в выходные дни;
c) повышение надежности данных, стандартизацию методов и сроков проведения наблюдений на всех станциях сети;
d) сокращение расходов в результате уменьшения количества неавтоматических станций;
e) установку датчиков в местах, где можно получить ценную метеорологическую информацию вне зависимости от мест проживания и работы наблюдателя.

3.2.1.4.3 *Типы автоматических синоптических сетей и станций*

3.2.1.4.3.1 Конфигурация сети

Автоматические синоптические сети должны эксплуатироваться в оперативном режиме для сбора, передачи и обработки данных. Станции могут организовываться в сеть различным образом. Сбор данных контролируется непосредственно одним процессором данных в центральной точке сбора данных или несколькими процессорами данных в удаленных точках сбора данных, которые периодически собирают данные со станций и распространяют их (см. рисунок III.4). Локальные процессоры сбора данных используются на крупных сетях, когда регионализация контрольных и процессорных функций имеет преимущество. Использование одного процессора для

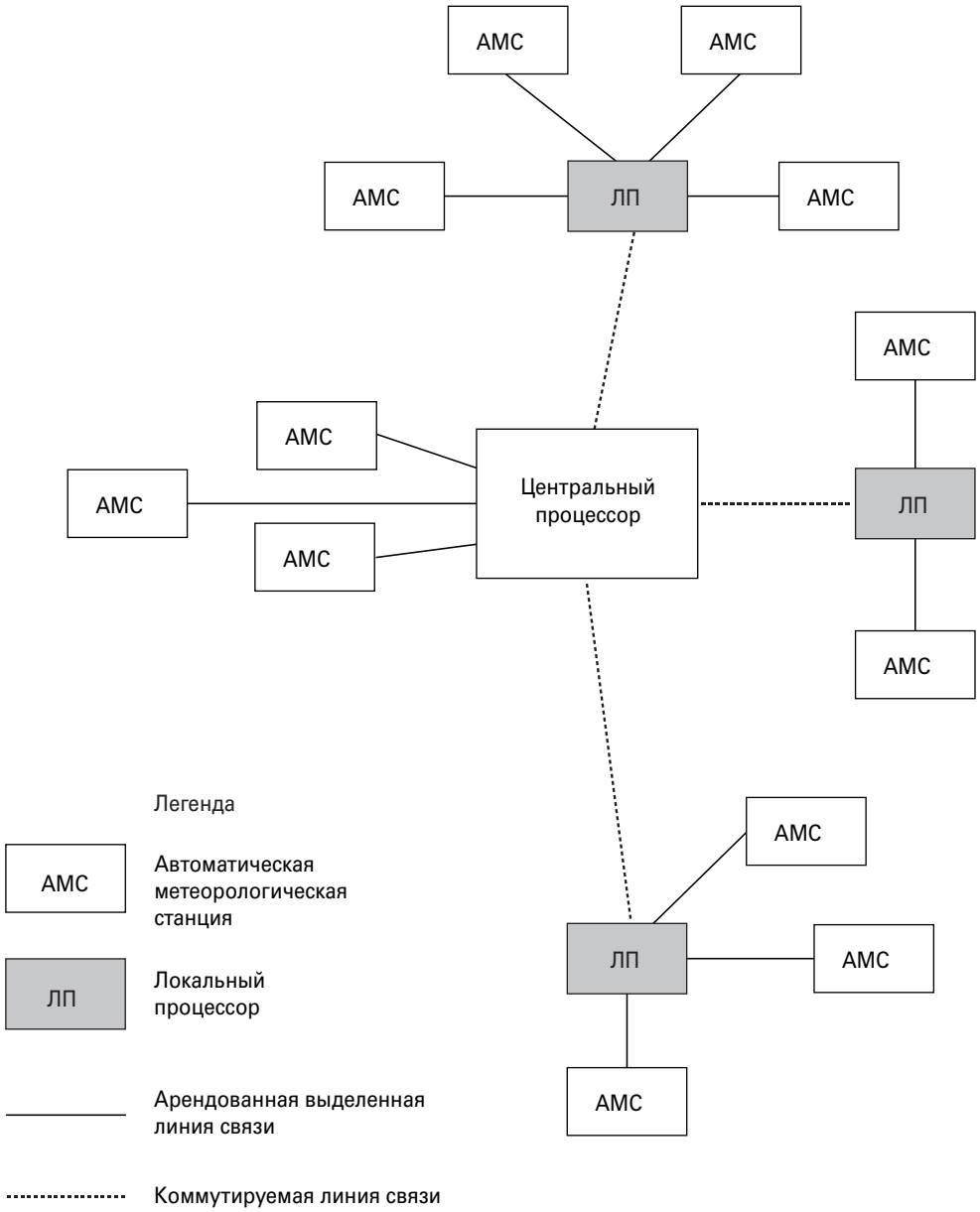


Рисунок III.4. Конфигурация сети

Источник: В. Бранке, 1978 г.: Системная технология для сетей. Технический семинар по методам измерения, автоматизации и обработке данных для контроля водных ресурсов, май 1978 г. Управление водного хозяйства Баварии

обслуживания сети делает всю автоматическую систему наблюдений уязвимой в случае выхода из строя этого процессора.

Оборудование для передачи данных, имеющееся в автоматических синоптических сетях, может также использоваться, если необходимо, неавтоматическими или частично автоматизированными станциями, если наблюдатели имеют адекватное терминальное устройство для ввода данных неавтоматизированных наблюдений. Эти терминалы могут использоваться для ввода синоптических данных, закодированных или в форме параметров, или климатологической информации. Центральный процессор сети собирает данные наблюдений непосредственно или совместно с данными автоматических измерений через автоматические станции (рисунок III.5).

3.2.1.4.3.2 Обработка данных

В основном обработка данных и кодирование осуществляется либо на станции, либо локальным, или одним центральным процессором.

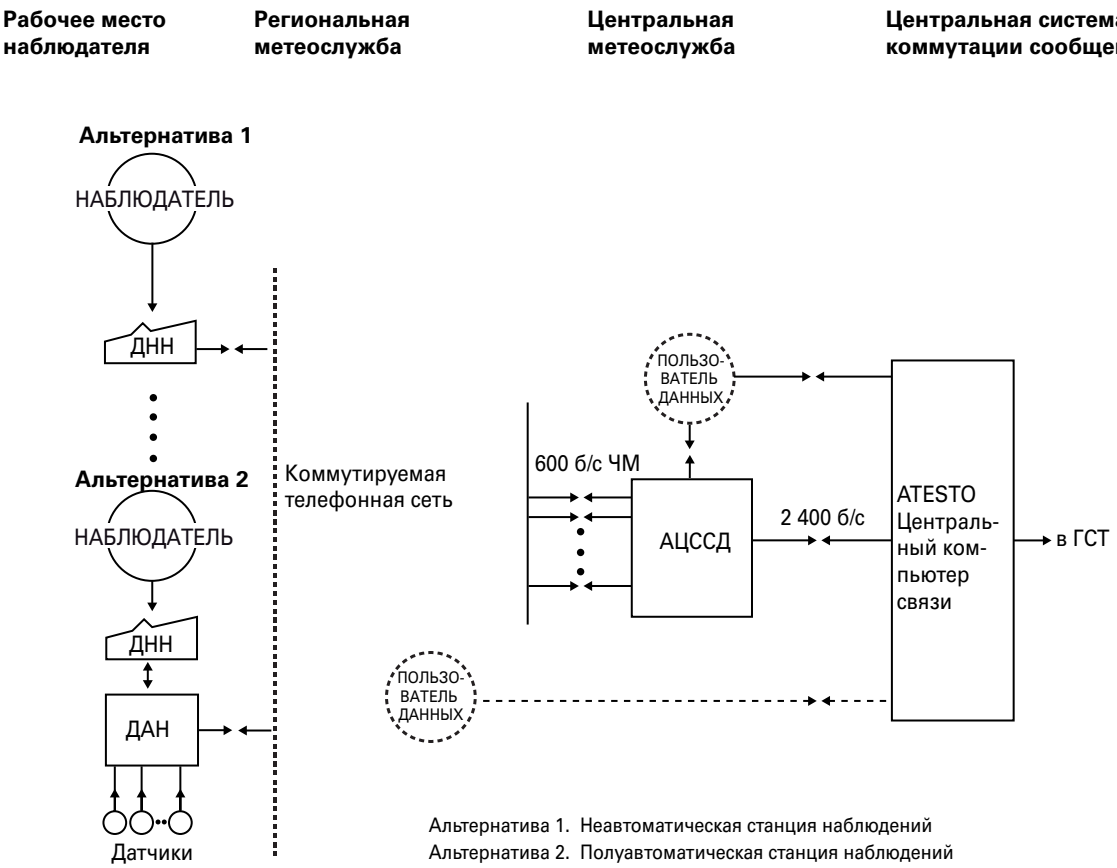
Основное преимущество центрального процессора данных заключается в том, что контроль качества, оперативное вычисление и преобразование данных осуществляются в одном месте. Кроме того, изменения синоптического кода могут быть введены для всех станций одновременно в результате только одной модификации; отдельная станция может быть модифицирована и обслуживаться без изменения стандартных кодов. Более того, эта концепция имеет значительное преимущество для пользователя данных, который может анализировать возникшие с приборным оснащением проблемы с помощью необработанных данных датчика непосредственно из центрального пункта и может планировать ремонтные работы более эффективно.

3.2.1.4.3.3 Передача данных

Передача данных является важной функцией оперативных синоптических станций. Для получения более подробной информации см. *Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1, раздел 1.3.2.10.

3.2.1.4.3.4 Станции многоцелевого назначения

Поскольку стоимость автоматических синоптических станций весьма высока, представляется целесообразным использование возможностей станции также для других целей, как, например, удовлетворение потребностей в



Альтернатива 1. Неавтоматическая станция наблюдений
Альтернатива 2. Полуавтоматическая станция наблюдений

АЦССД — Автоматическая центральная станция сбора данных
ГСТ — Глобальная система телесвязи
ДАН — Данные автоматизированных наблюдений
ДНН — Данные неавтоматизированных наблюдений
ЧМ — Частотная манипуляция

Рисунок III.5. Автоматическая система сбора данных для обычных станций и частично или полностью автоматизированных метеорологических станций

Источник: Т. Ховберг и И. Удин, 1984 г.: Доклады, представленные на Технической конференции ВМО по приборам и экономически эффективным метеорологическим наблюдениям (TECEMO), Нордвийкерхоут, сентябрь 1984 г. *Отчет ВМО № 15 по приборам и методам наблюдений*

данных для климатологии, авиационной метеорологии, штормовых предупреждений, безопасности ядерной энергетики, мониторинга качества воздуха и воды, предупреждений о паводках.

Для таких станций многоцелевого назначения данные могут храниться постоянно в локальных подразделениях хранения данных. Таким образом, имеется возможность передачи данных на центральный процессор сети после перерыва в наблюдениях или их обработки позднее на отдельной компьютерной системе.

3.2.1.4.3.5 Датчики

Датчики, используемые на автоматических метеорологических станциях для измерения различных переменных, и их характеристики приводятся в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1, раздел 1.2.1.

3.2.1.4.4 ***Инструкция по планированию***

3.2.1.4.4.1 Определение потребностей

Все дисциплины, связанные с метеорологическими наблюдениями (синоптическая метеорология, климатология, авиационная метеорология, сельскохозяйственная метеорология и гидрология) сформулировали свои собственные функциональные требования к наблюдениям для удовлетворения конкретных потребностей, связанных с обслуживанием. В то же время все дисциплины согласились с целесообразностью применения универсальных правил или стандартных методов наблюдений для предотвращения ненужной путаницы и достижения совместимости данных. В соответствии с этой политикой целесообразно будет провести стандартизацию автоматических метеорологических станций, если они предназначены для удовлетворения потребностей различных дисциплин.

Для поддержки нынешних и будущих применений автоматических метеорологических станций были разработаны функциональные спецификации (перечень необходимых метеорологических переменных и их характеристик) для автоматических метеорологических станций (см. приложение III.1). Они представляют текущие потребности пользователей в данных, сообщаемых автоматическими метеорологическими станциями, и могут использоваться производителями при проектировании автоматических станций и датчиков. Эти спецификации выражены в виде названия переменной, максимального эффективного диапазона, минимального разрешения передаваемых данных, режима наблюдений и существующей возможности представлять переменные с помощью кодов BUFR/CREX. Будущие потребности будут включены в функциональные спецификации в соответствии с предложениями пользователей.

Некоторые из переменных, перечисленных в функциональных спецификациях, должны быть обязательными. Стандартная автоматическая метеорологическая станция должна состоять из наблюдательной системы, обеспечивающей данные наблюдений из стандартного комплекта переменных, например давление, температура, ветер, влажность. Помимо этого стандартного комплекта может быть рассмотрен комплект дополнительных переменных. В приложении III.2 содержится перечень взятых из *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544) стандартных и дополнительных переменных, которые должны измеряться автоматической метеорологической станцией.

Первым шагом в планировании автоматической сети является составление перечня потребностей имеющихся или потенциальных пользователей данных. В самом начале рассматриваются чисто метеорологические аспекты, например, какое расположение станций, какой цикл измерений, какая программа наблюдений необходимы для удовлетворения потребностей, связанных с прогнозированием погоды в стране, и для выполнения международных обязательств в области предоставления метеорологической информации. Ответ может быть найден в таблице, подготовленной в скандинавских странах (таблица III.1). Необходимо также рассмотреть взаимодействие с другими системами сбора данных, такими как радиолокаторы, аэрологические станции или спутники.

Результаты наблюдений с неавтоматических станций часто рассматриваются в качестве «стандартов» противниками автоматизации, которые сравнивают качество данных, поступающих с автоматического оборудования, с качеством данных идеальных обычных станций. Часто такое представление является необоснованным. В некоторых случаях необходимо внедрять новые методы в целях успешной автоматизации метеорологических наблюдений. Стремление заменить ручные методы наблюдения на автоматические часто ведет к сложным, дорогостоящим и ненадежным результатам. Учитывая эту проблему, автоматическая система должна быть предназначена предпочтительно для работы в соответствии с заранее определенными спецификациями, а не для проведения «измерений» наблюдателем. Следует вводить в эксплуатацию датчики, выходные данные которых могут подлежать автоматической обработке.

Ввиду многоплановости метеорологических задач планированием сети должны заниматься не только инженеры и фирмы — изготовители автоматических систем измерений, которые зачастую не знают стоящих перед пользователями проблем. На этапе планирования будущие пользователи должны принимать участие и предоставлять имеющийся у них опыт, для того чтобы избежать неудобств, которые могут возникнуть в результате введения неподходящей системы. Страны, не

Таблица III.1 Потребности пользователей метеорологических данных в Скандинавии

Временные и пространственные масштабы	*Наблюдения*
0–2 ч 0–100 км Прогноз текущей погоды	• Полный региональный охват радиолокатором; постоянные наблюдения • Автоматические станции, включая буи; региональная сеть для наблюдений за ветром, влажностью с плотностью приблизительно 40 км; измерения ветра в узких каналах плотностью менее 20 км; ветер и температура на наиболее оживленных горных дорогах; температура, ветер, влажность и радиация на участках автострад, подверженных оледенению; все значения в режиме реального времени • 1–2 системы вертикального зондирования для ветра, температуры и влажности. Измерения каждый час • Сводки с гражданских и военных самолетов в регионе • Наблюдения в аэропортах, ежечасные синоптические наблюдения и сводки METAR • В южной части Швеции предоставляется цифровая информация METEOSTAT каждые полчаса
2–6 ч 20–300 км	• Полный охват радиолокационными данными • Полные синоптические наблюдения каждый третий час; плотность 80 км • Автоматические станции, включая буи; измерения давления с плотностью приблизительно 50 км; ветер, температура и влажность с плотностью приблизительно 40 км один раз в час • Цифровые спутниковые изображения с периодом наблюдений 3–6 часов • 1–2 системы вертикального зондирования, по крайней мере каждый шестой час • Синоптические наблюдения в Скандинавии каждый третий час • Акустические датчики, мачты, оборудованные приборами, и т. п.
6–18 ч 20–300 км	• Синоптические наблюдения каждый третий час; плотность приблизительно 80 км • Автоматические станции, измеряющие давление каждый третий час; плотность приблизительно 50 км • Цифровые спутниковые изображения за период времени 3–6 часов • Вертикальные спутниковые зондирования, например TOVS, один раз в шесть часов или более часто • 1–2 системы вертикального зондирования каждый шестой час • Данные наблюдений, поступающие из других государств (SYNOP, TEMP, PILOT, AIREP) каждый третий или шестой час • Судовые наблюдения • Акустические датчики, мачты и т. п.
12–26 ч 150–4 000 км	• Как выше

Источник: А., Л., 1981 г.: Доклады, представленные на второй технической конференции ВМО по приборам и методам наблюдений (TECIMO-II), Мехико, октябрь 1981 г.; *Отчет ВМО по приборам и методам наблюдений* № 9

имеющие опыта в этой области, должны консультироваться со странами, которые применяли автоматические сети наблюдений в течение ряда лет.

Необходимо подготовить детальные спецификации, которые учитывают локальные потребности и условия. Эти спецификации должны учитывать технические параметры, такие как диапазон измерения, неопределенность, разрешение, производительность, время реагирования, стабильность, надежность, потребление энергии, заменяемость, критические размеры (расстояние между датчиками и приемниками/передатчиками, ограничение пространства или веса), потребности в запасных частях и техническом обслуживании. Другими факторами, которые необходимо учесть, являются долгосрочные потребности с точки зрения совместимости с приданным или соседним оборудованием (если оборудование предназначено для замены части другой системы или в качестве вспомогательного оборудования), а также возможное сопряжение с другими системами (в частности, в аэропортах).

3.2.1.4.4.2 Критерии выбора системы

a) Учет условий, в которых будет работать станция
Автоматические метеорологические станции должны обладать способностью выдерживать наиболее суровые метеорологические условия. Таким образом, необходимо проанализировать условия, в которых предстоит работать станции, до выбора или проектирования системы. Основными параметрами являются высокая влажность, низкая или высокая температура, пыль, высокочастотные поля, молнии и коррозионная среда. Ядерные электромагнитные импульсы также должны учитываться. Защитные меры против этих воздействий необходимо планировать с самого начала.

b) Надежность
Среднее время работы без выхода из строя автоматической синоптической станции должно быть более 10 000 часов без учета выхода из строя отдельных датчиков.

Надежность автоматических метеорологических станций может быть повышена за счет частичного или полного дублирования станции, т. е. путем обеспечения резервной системы. Частичным дублированием называется дублирование критических переменных в результате использования вспомогательных подсистем, таких как источники питания, и датчиков измерения ветра и температуры. При полном дублировании вторая станция является менее дорогостоящим типом станции с меньшими техническими возможностями, которая будет сообщать только основные переменные, такие как атмосферное давление, скорость ветра, направление ветра или температура воздуха, что потребует другого источника питания и дополнительных каналов связи, по крайней мере на станции, если необходимо избежать все возможности риска. Особенностью такого подхода к дублированию является то, что первичная и вторичная системы будут работать постоянно за исключением тех случаев, когда одна из них выходит из строя.

Обычно частичное или полное дублирование оборудования является весьма дорогостоящим и целесообразно только в отсутствие соответствующей организации, отвечающей за ремонт оборудования, которая гарантирует устранение неисправностей в течение приемлемого промежутка времени.

Процент синоптических наблюдений, которые могут быть получены пользователем вовремя для эффективного использования, является фактором, имеющим важное значение с точки зрения качества при оценке оперативной автоматической системы. Величина, при которой отклонение от 100 процентов становится достаточной для того, чтобы система стала неэффективной, может зависеть от обстоятельств ее использования; в общем, однако, целью является наличие данных, составляющих более 90 процентов наблюдений для надежных оперативных систем. Для региональных опорных синоптических станций наличие данных, составляющих по крайней мере 95 процентов, является необходимым для ежедневной оперативной работы.

Наиболее важные потери в надежности системы, как правило, связаны с перебоями в передаче данных. Надежность в передаче данных может быть улучшена в результате дублирования сетей, имеющих конфигурацию звезды, и перемаршрутизации на каналах связи с использованием альтернативных линий связи. (См. рисунок III.6).

c) Архитектура системы
Система должна быть гибкой и иметь модульную структуру для того, чтобы удовлетворять требования самых различных видов применения. Особое внимание должно уделяться развитию ее технических возможностей. Должно быть возможным подсоединение к системе на более позднем этапе дополнительных станций, новых датчиков и периферийных устройств. Концепция сети должна предусматривать возможность выбора средств маршрутизации данных и альтернативных средств связи, с тем чтобы они могли быть адаптированы к последним технологическим достижениям.

Основная структура автоматической станции, а также характер обработки данных должны также быть в максимальной степени модульными. Максимальные условия для формирования сигнала должны создаваться при установке каждого датчика, предпочтительно на самом датчике или рядом с ним.

Синоптические станции, которые будут использоваться без привлечения персонала в течение длительного

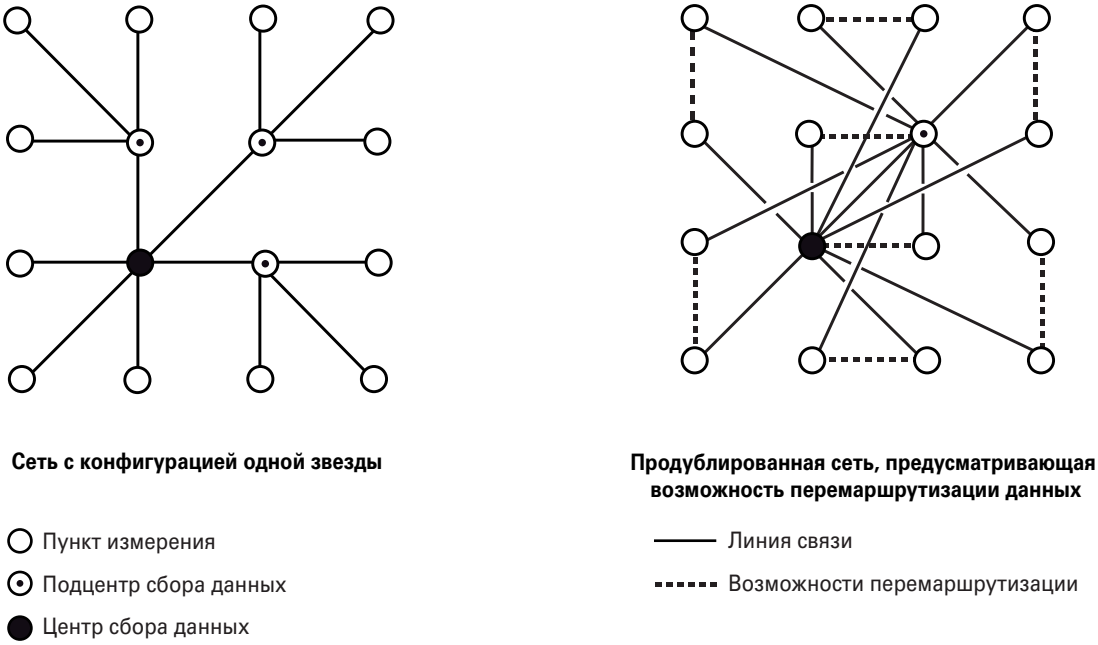


Рисунок III.6. Сеть с конфигурацией, составляющей одну звезду, и продублированная сеть с конфигурацией, составляющей одну звезду с возможностью перемаршрутизации данных

Источник: Ван ден Энден, ИФХСС, 1984 г.: Доклады представленные на Технической конференции ВМО по приборам и экономически эффективным метеорологическим наблюдениям (ТЕСЕМО), Нордвийкерхоут, сентябрь 1984 г.; *Отчет ВМО по приборам и методам наблюдений* № 15

периода времени, должны быть максимально простыми. Однако для станций, которые можно посещать более часто или которые могут работать в полуавтоматическом режиме, могут быть приемлемыми более гибкие решения, включая специальную обработку данных.

d) Соображения относительно продолжительности срока службы оборудования

Продолжительность срока службы оборудования с точки зрения завода-изготовителя рассматривается в качестве времени, в течение которого оборудование находится в активной работе; пользователь, однако, часто считает, что этот термин должен покрывать сроки работы оборудования в полевых условиях. Хорошо известно, что электронное оборудование имеет сравнительно короткий продуктивный цикл. С точки зрения пользователя, полезный срок работы системы является более длительным.

В некоторых случаях срок службы системы ограничен в результате быстрого прогресса технологии. Наличие запасных частей и знаний об эксплуатации оборудования становится серьезной проблемой. Может произойти так, что ко времени создания системы и после ее принятия и испытаний она уже становится устаревшей.

Таким образом, лучше выбирать датчики, которые уже успешно использовались в других странах и являются легкодоступными, вместо того чтобы проводить дорогостоящие исследования и разработку оборудования в какой-либо стране. Особенно это относится к приобретению небольших серий оборудования. Контракт с заводом-изготовителем должен содержать гарантию относительно обслуживания и наличия запасных частей. Если завод — изготовитель системы не может гарантировать достаточную продолжительность работы при приемлемых условиях, то оператор сети должен взять на себя некоторые финансовые обязательства. Оператор должен участвовать в разработке и обслуживании оборудования, с тем чтобы быть достаточно технически грамотным, а также получить необходимый материал на адекватный период времени.

3.2.1.4.4.3 Материально-техническое обеспечение

a) Выбор места установки

Поскольку автоматические станции являются дорогостоящим оборудованием, необходимо внимательно изучить места установки оборудования, перед тем как производить значительные затраты. Соображения относительно выбора места для наземных синоптических станций (см. раздел 3.1.2) также приемлемы для автоматических станций.

Поскольку не должно быть никакого различия в функционировании и качестве данных наблюдений с

неавтоматической и автоматической станции, в случае установки автоматической метеорологической станции и датчиков должны также соблюдаться положения разделов 3.2.1.2.1 и 3.2.1.2.2, касающиеся требований к размещению и установке приборов.

b) Необходимые ресурсы

Для создания автоматической сети наблюдений необходимы значительные материальные ресурсы. Если мы не принимаем во внимание качество и количество данных, получаемых за счет автоматизации, создание автоматической синоптической сети может быть выгодно с финансовой точки зрения только в том случае, если она заменяет многие неавтоматические станции, которые проводят круглосуточные наблюдения, на полностью автоматические станции или частично обслуживаемые станции с сокращенным временем присутствия наблюдателя.

Общие затраты на автоматическую синоптическую сеть включают в себя начальные затраты и оперативные затраты. Начальные затраты включают стоимость разработки, приобретения, установки, испытания эффективности, подготовки документации и программного обеспечения. Оперативные расходы включают расходы на персонал, обслуживание, перевозку, модификацию и замену частей, потребление электроэнергии, аренду земли, обучение, контроль и обработку данных измерений. Стоимость модификации и замены частей системы должна оцениваться на основе первоначальных расходов, поскольку они могут распределяться в течение ряда лет с учетом продолжительности работы каждой системы.

Ежегодные оперативные расходы на надежно функционирующую сеть наблюдений составляют порядка 10–20 процентов первоначальных затрат. Оперативные расходы редко включаются реалистическим образом в предложения заводов-изготовителей и, таким образом, часто недооцениваются. В первоначальных расходах часть, выделяемая на персонал, относительно невелика; в оперативных расходах соответствующие затраты на персонал и материал приблизительно одинаковы. Обычно более важно расходовать имеющиеся ресурсы на инфраструктуру, необходимую для поддержания небольшой автоматической сети, а не на увеличение сети без такой поддержки.

3.2.1.4.4.4 Время, необходимое для создания автоматической сети наблюдений

a) Время, необходимое для разработки

Когда национальные метеорологические службы участвуют в разработке новых датчиков или доукомплектовании автоматических станций, они должны, как правило, обеспечивать использование прототипов и экспериментальных серий, для того чтобы технические спецификации приборов полностью выдерживались; они должны осуществлять тесты на совместимость оборудования в полевых условиях. Поскольку полное полевое взаимное сравнение существующих и новых приборов должно охватывать все четыре сезона, минимальная продолжительность теста составляет один год. После завершения оценки полученных комплектов данных результаты тестов могут потребовать повторного проектирования оборудования. Может потребоваться несколько лет для его успешной разработки для использования в полевых условиях. Если на это потребуется слишком много времени, быстрый прогресс технологии может опередить развитие событий и готовое оборудование может стать устаревшим к моменту начала его эксплуатации.

b) Испытание оборудования

Для реализации такой сложной системы, как автоматическая измерительная сеть, необходима хорошая рабочая бригада. Время, необходимое для завершения испытаний, зависит от сложности и масштабов сети, а также средств, которые имеются в распоряжении. В зависимости от имеющегося опыта требуется от шести месяцев до одного года для одной бригады, чтобы ознакомиться с системой. Этот период становится гораздо большим, если операторы сети не участвовали в разработке и конструировании системы. После завершения создания автоматической сети и до начала рутинных операций и распространения синоптической информации на международном уровне необходимо предусмотреть период обучения и тестирования. Тестирование также должно осуществляться на любой станции сети, созданной позднее; это особенно важно для станций, которые входят в региональную опорную синоптическую сеть.

c) Параллельная работа с обычными станциями

Если предыдущие ряды долгопериодных климатологических данных должны быть увеличены во времени с помощью данных, представляемых автоматическими синоптическими станциями, параллельные измерения с помощью обычных и автоматических методов наблюдений необходимы для обеспечения непрерывности данных. Один год параллельных измерений является недостаточным; предпочтительно два года как минимум, в зависимости от климатического региона.

После полной или частичной автоматизации станции часто трудно заставить наблюдателей проводить параллельные наблюдения, или же по финансовым причинам может потребоваться сокращение количества действующих станций. В этом случае достаточно длительные параллельные наблюдения должны проводиться по крайней мере на некоторых автоматических станциях.

3.2.1.4.5 ***Операции***

3.2.1.4.5.1 Время и частота наблюдений

Для большинства метеорологических переменных, измеряемых автоматическими метеорологическими станциями, и для их применений возможным является интервал измерения в 1–10 минут; во многих странах интервал измерения обычно составляет 10 минут. (См. *Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть III, глава 2, пункт 2.4.2).

Если есть намерение использовать данные с автоматической станции для целей мониторинга в реальном масштабе времени, выпуска предупреждений и прогнозирования, или даже прогнозирования текущей погоды, то обязательным является интервал в несколько (однапять) минут, что позволяет постоянно прослеживать изменение метеорологических условий и предлагает некоторые решения для интерполяции после кратковременного отказа системы.

3.2.1.4.5.2 Переменные приземных синоптических метеорологических наблюдений

Когда частично автоматизированные станции применяются наряду с наблюдениями, проводимыми наблюдателем, обеспечивающим получение дополнительных данных наблюдений переменных, не измеряемых автоматически, представляется приемлемым проводить такие наблюдения вне пределов метеоплощадки (например, если наблюдатель проживает достаточно далеко от нее). В таком случае наблюдатель может использовать устройство дистанционного ввода данных, которое позволяет ему установить контакт с автоматическими станциями в любое время по телефонным линиям или по каналам ВЧ. Таким образом, наблюдения, проводимые наблюдателем, не зависят от тех наблюдений, которые производятся автоматически. Однако расстояние между устройством дистанционного ввода данных и автоматической станцией не должно превышать 10 км, особенно в горных регионах, для того чтобы сохранить целостность наблюдений.

3.2.1.4.5.3 Защита от выхода оборудования из строя

Выход из строя центральных процессоров сети может парализовать всю сеть или ее значительные части. В целях безопасности работы сети рекомендуется использовать двойную систему центральных процессоров. И даже на случаи отказа полностью продублированной системы необходимо планировать процедуры, которые обеспечат продолжение некоторых минимальных функций оперативной сети.

На главных синоптических наземных станциях, по крайней мере тех, которые входят в региональную опорную синоптическую сеть, выход из строя автоматической системы получения данных со станций должен компенсироваться адекватной аварийной системой. Наблюдатели, с помощью некоторых альтернативных приборов, должны быть в состоянии проводить измерения сами, кодировать и передавать синоптические сообщения до момента устранения неисправности оборудования.

3.2.1.4.5.4 Мониторинг и обработка данных

Для повышения надежности информации с автоматической сети и доверия к ней со стороны пользователей необходимо осуществлять постоянно действующую программу мониторинга в реальном и близком к реальному масштабах времени и оценивать таким образом качество данных, получаемых с такой сети.

Потребность в качестве данных для предварительной обработки и контроля обработки данных на автоматических станциях определяется в общем плане и для каждого изменяемого параметра *Руководством по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1, и часть III, главы 1, 2, 3. Дополнительная информация по контролю качества в точке наблюдения и центрах сбора данных содержится в частях V и VI настоящего *Руководства*.

Контроль качества данных и их исправление должны проводиться как можно быстрее после сбора данных. Своевременная обработка данных является возможной только в том случае, если характеристики места установки прибора и характеристики приборов для измерения параметров постоянно известны. При планировании сети должна предусматриваться интенсивная работа.

3.2.1.4.5.5 Техническое обслуживание

Важные соображения относительно создания организации для технического обслуживания автоматических станций и принципы осуществления программы обслуживания приводятся в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1, раздел 1.6, и в более общей форме в части III, главы 4 и 5 вышеупомянутого *Руководства*.

Работа по техническому обслуживанию должна осуществляться, в первую очередь, прошедшим специальную подготовку техническим персоналом. Этот персонал, однако, не всегда может решить проблемы наблюдателя с неавтоматическими наблюдениями или заметить возможные дефекты в работе станции. Таким образом, полезно, чтобы частично автоматизированные синоптические станции инспектировались специально подготовленным персоналом вне зависимости от работы по техническому обслуживанию.

Для проверенных систем модификации в общем должны сводиться к минимуму. Для улучшения однородности и продолжительности функционирования автоматической сети инспекции и профилактическое техобслуживание должны выполняться небольшой, и всегда одной и той же, группой специалистов.

3.2.1.4.5.6 Подготовка кадров

Чем сложнее оборудование, тем больше технических знаний требуется от специалистов, которые будут обслуживать и использовать систему. Быстрый прогресс технического развития делает обязательной необходимость регулярного проведения учебных курсов. Технические знания персонала необходимо расширять с помощью проведения курсов повышения квалификации, особенно в случае изменения обязанностей и должностных инструкций персонала.

Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений (ВМО-№ 8), часть II, глава 1, раздел 1.8, содержит информацию об общих требованиях к подготовке наблюдателей.

На многих частично автоматизированных синоптических станциях наблюдатели уже больше не будут тесно связаны с их работой, что ранее имело место в случае проведения обычных измерений. В таких случаях рекомендуется, чтобы наблюдателям давали инструкции в отношении необходимости, важности и целей этой новой работы наряду с практическими примерами полезности и использования данных, которые готовит их станция.

3.2.1.4.5.7 Документация

Подробная документация является основой международного обмена опытом эксплуатации автоматических сетей метеорологических наблюдений и должна, таким образом, иметься в момент организации сети. Документация должна быть получена в компетентных органах или на заводе-изготовителе совместно со спецификацией оборудования.

Действиям и условиям, которые влияют на измерения на метеорологической станции, должно быть отведено важное место в стандартной документации. Регистрация всех изменений в условиях, в которых проводятся измерения, представляет дополнительный источник метеорологической информации и позволяет пользователям данных правильно интерпретировать результаты измерения. С проведением автоматических наблюдений в течение длительного периода времени события, которые необходимо регистрировать, становятся настолько многочисленными, что их последующее восстановление становится практически невозможным. Поэтому роль и значение метаданных станции не подлежат какому-либо обсуждению.

Производители данных несут ответственность за предоставление адекватных и достаточно подробных метаданных. Для получения дополнительной информации см. *Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 1, разделы 1.1.3 и 1.3.4, и часть III, глава 1, раздел 1.6.

С учетом значимости каждого вводимого элемента для оперативного использования данных были разработаны два комплекта метаданных для автоматической метеорологической станции применительно к реальному, близкому к реальному и нереальному масштабам времени. Они воспроизводятся в качестве возможных руководящих принципов для сетевых администраторов в приложении III.3.

Оперативные автоматические сети, которые позволяют вести диалог между станциями и центральным процессором сети, могут также использоваться для предоставления документации различного типа. Наблюдатели или персонал по обслуживанию, которые используют фиксированные или мобильные терминалы данных для интерактивной связи, могут, среди прочего:

a) получать инструкции относительно сложных процедур обслуживания на станции, используя информацию, которая вызывается с центральной станции;
b) делать записи о техническом обслуживании, которое проводилось, или о замечаниях инспектора. Эта информация может передаваться в центральный процессор сети для хранения;
c) регулярно автоматически обновлять таблицы системы, которые содержат основные характеристики отдельных станций, и обновлять перечень запасных частей после установки, обмена, замены или калибровки датчиков;
d) вести журнал наблюдателя. Если журнал изменяется централизованно, значительно проще следить за обновлением этого материала.

3.2.1.4.5.8 Стандарты качества

Следует обратиться к следующим публикациям:
Руководство по глобальной системе обработки данных (ВМО-№ 305), глава 6; *Наставление по глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485), том I, часть II, раздел 2; и Руководящие принципы по процедурам контроля качества для данных с автоматических метеорологических станций, которые приводятся в части VI, приложение VI.2, настоящего *Руководства.*

3.2.1.4.6 ***Автоматические морские станции***

a) Общие положения

Автоматические станции для предоставления метеорологических данных из районов океанов являются важным и надежным механизмом для сбора данных, особенно из таких удаленных районов, как полярные.

Общие соображения, применимые для автоматических наземных станций, также применимы для автоматических морских станций. Проблемы надежности станции также являются в основном аналогичными.

Заякоренные или дрейфующие буи используются для автоматических станций для предоставления данных из морских районов, где мало подвижных судов или они отсутствуют. Разительным примером является недорогостоящая система лагранжевых дрейфующих буев, функционирующая в океанах. В соответствии со структурой бывшей Программы по измерению скорости поверхностных течений (СВП) Эксперимента по циркуляции Мирового океана 1995–2005 гг. стандартные лагранжевые дрейфующие буи назывались СВП, а лангражевые дрейфующие буи, оснащенные барометрами — СВПБ. Подвижное судно, выполняющее программу наблюдений, может быть также полностью автоматизировано, но предпочтительно предусматривать возможность введения информации в систему вручную, по крайней мере для визуальных наблюдений, которые не могут быть выполнены автоматически. В общем автоматические морские станции, контролируемые наблюдателем (при возможности), рекомендуются по нескольким причинам: общая надежность улучшается, временное разрешение увеличивается, датчики и другие необходимые элементы могут быть быстро и эффективно заменены и финансовые расходы на станции с персоналом сокращаются ввиду необходимости применения меньшего количества штатного персонала.

Станции в некоторых частях земного шара, таких как Арктика и Антарктика, изолированные острова и дрейфующие буи (на льду и в море), трудно достижимы для проведения ремонтных работ и для замены в случае выхода из строя. Таким образом, надежность является более важным элементом для таких станций по сравнению с наземными станциями. Полное дублирование является наилучшим решением, но весьма дорогостоящим. Для дрейфующих буев дублирование означает просто установку двух буев вместо одного. Если оборудование буя является простым, включает только нескольких датчиков, таких как датчики давления и температуры, риск выхода из строя весьма невысок.

b) Выбор места установки станции

Изолированные необитаемые острова и относительно недоступные береговые регионы являются естественным местом установки автоматических станций. Страны-члены могут улучшить их национальную сеть эффективным и недорогим способом в результате установки таких станций, которые могут также внести значительный вклад в региональную и глобальную сеть.

Заякоренные буи в фиксированных положениях в океанских и прибрежных районах могут также являться точками проведения метеорологических наблюдений, а также измерений поверхностных потоков и океанографических подповерхностных измерений. Страны-члены должны быть в курсе и использовать планирование и установку таких буев другими организациями, такими как океанографические институты; аналогичным образом, когда такие буи используются метеорологической службой, последняя должна предложить установку океанографических датчиков на буях. Это может в некоторой степени относиться и к дрейфующим буям.

Фиксированные платформы могут также выбираться для полностью автоматических станций.

Береговые станции могут также быть автоматическими или полуавтоматическими, если имеется персонал для проведения неавтоматизированных наблюдений дополнительных переменных.

Станции на плавучих маяках могут быть автоматизированы таким же образом, если они недостаточно или полностью не укомплектованы персоналом.

Относительно большие ледяные поля являются отличным местом для автоматических станций, и сеть ледовых буев в полярных регионах должна эксплуатироваться странами-членами по отдельности или совместно.

Дрейфующие буи с автоматическими станциями предоставляют эффективный способ получения метеорологической информации из открытого моря. Страны-члены должны сообща планировать установку буев для создания желаемой сети наблюдений.

c) Проектирование станций

Автоматическая морская станция должна состоять из следующих компонентов:

i) несколько датчиков для измерения различных переменных или их наблюдения;
ii) электронный блок с микропроцессором или микроконтроллером для выборки, обработки и регистрации выходных данных датчиков;
iii) источник электропитания, такой как блоки батарей, панели солнечных элементов или внешние источники, для обеспечения достаточного электропитания, необходимого для бесперебойной работы станции в течение срока ее эксплуатации; должен быть предпринят ряд профилактических мер по обеспечению безопасности, поскольку были отмечены случаи опасных взрывов, в связи с чем были выработаны соответствующие рекомендации;
iv) передатчик для связи.

Для автоматических станций на плавучих маяках, островах и береговых станциях размещение метеорологических датчиков должно быть по возможности таким же, как и для обслуживаемых станций.

Размещение приборов (датчиков) на фиксированных платформах-станциях рассматривалось в разделе 3.2.1.3.2.3. Размещение должно учитываться на фазе планирования/конструкции платформы. Оно должно согласовываться между владельцем платформы и национальной метеорологической службой. Морские буровые или эксплуатационные платформы имеют соответствующую последним научно-техническим достижениям структуру со сложным оборудованием, включая компьютеры. Целесообразно подсоединить метеорологические датчики к компьютеру с необходимым программным обеспечением для обработки «сырых» данных и их преобразования в метеорологические переменные, а также кодировать информацию в соответствующих кодах ВМО для передачи в береговой центр сбора данных.

Дрейфующие океанские буи на льдинах (ледовые буи) могут иметь различную конструкцию; для большинства метеорологических задач можно пользоваться простой версией. Набросок типичного простого дрейфующего буя приводится на рисунке III.7. Как и буи, разработанные в течение первого Глобального эксперимента в рамках Программы изучения глобальных атмосферных процессов, т. е. буи ПГЭП, эти буи оборудованы датчиками для измерения только двух переменных. Обычно используется плавучий якорь, для того чтобы оптимизировать дрейф буя и свести к минимуму его смещение по отношению к данному участку перемещающейся водной массы (лагранжевые дрейфующие буи).

Более сложные буи могут иметь несколько датчиков, например для измерения ветра. В этом случае корпус буя должен быть больше (выше) и соответственно намного более дорогостоящий. Ледовые буи обычно напоминают дрейфующие буи, за исключением его корпуса, который имеет форму, приспособленную для того, чтобы держаться на ледяной поверхности.

d) Программа наблюдений

В соответствии с правилом 2.3.3.16, часть III, том I, *Наставление по Глобальной системе наблюдений (*ВМО-№ 544), приземные синоптические наблюдения на фиксированной автоматической морской станции включают наблюдения следующих элементов: атмосферного давления, направления и скорости ветра; температуры воздуха; температуры поверхности моря.

Кроме этого, если возможно, должны включаться наблюдения за состоянием моря (волнение) и информация об осадках («да» или «нет»; особенно в тропических районах).

Программы наблюдений для типичного простого дрейфующего буя включают проведение наблюдений только двух переменных: атмосферного давления и температуры поверхности моря. В целом, приземные синоптические наблюдения должны проводиться в соответствии с положением 2.3.3.17, часть III, том I, *Наставление по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544).

Представленные выше программы наблюдений для автоматических морских станций должны рассматриваться в качестве минимальных потребностей. Крупные автоматические станции, особенно те, которые ежедневно контролируются, должны также, если возможно, давать высоту нижней границы облаков, видимость, рассчитанную барическую тенденцию и ее характеристику, а также количество осадков.

Более крупные дрейфующие и заякоренные — часто совмещенные океанографические-метеорологические — буи могут иметь более широкую программу наблюдений, включая, например, измерения ветра.

e) Организация сети

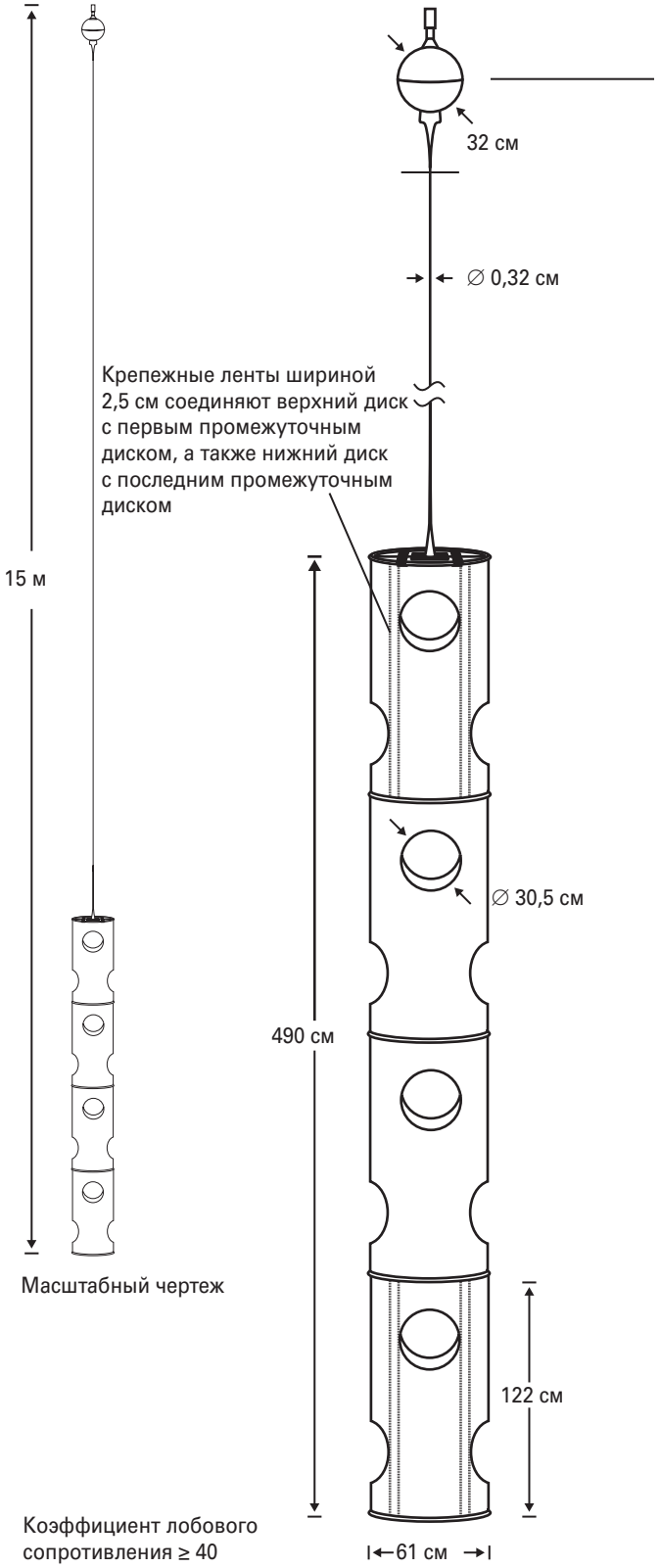
При организации сети морских станций представляется целесообразным использовать автоматические средства; во многих случаях автоматические наблюдательные станции являются единственным решением. В ряде случаев, и особенно в отношении автоматических метеорологических станций на борту судов, добровольно проводящих наблюдения, желательно использовать «гибрид» станций, где неавтоматизированные наблюдения используются вместе с автоматическим датчиком для получения полного комплекта данных наблюдений (для некоторых судов). Сеть будет в общем состоять из обслуживаемых и автоматических станций.

Фиксированные платформы, плавучие маяки и береговые станции могут являться изолированными автоматическими станциями в обычной в других отношениях сети и являться неотъемлемой частью национальных, региональных и глобальных сетей.

Автоматические станции, устанавливаемые на плавучих льдинах (ледовые буи), и дрейфующие буи являются специализированными и полностью автоматизированными сетями для предоставления данных из отдаленных и неосвещенных данными районов.

Путем включения автоматических средств в новые станции или в обычные станции с целью их автоматизации страны-члены могут внести вклад в обеспечение функционирования и/или улучшение всей сети для национальных, региональных и глобальных целей.

Страны-члены должны по линии соответствующих совместных организаций или мероприятий попытаться создать сеть дрейфующих буев в особо важных океанских районах. При планировании такой сети необходимо знать системы ветров соответствующих океанских районов. За пределами тропических регионов в общем является достаточным рассчитать средний



ПРИМЕЧАНИЯ:

- соединительные тросы плавучего якоря и поверхностного поплавка герметизируются твердыми смолами, а натяжение амортизируется за счет использования гибких уретановых конусообразных соединений
- четырехсекционный плавучий якорь с отверстиями и с жесткими пластиковыми дисками сверху и снизу и полужесткими дисками между секциями
- цилиндрический плавучий якорь с отверстиями, состоящий из четырех расположенных друг над другом секций
- в каждой секции имеется по две пары диаметрально противоположных отверстий диаметром 30,5 см
- парные отверстия взаимно перпендикулярны в горизонтальной плоскости
- плавучий якорь изготавливается из стойкого к разрыву и износу материала, обладающего отрицательной плавучестью и высокой, проверенной временем сопротивляемостью к разрушению в морской воде
- верхний диск плавучего якоря заполнен полиуретановой пеной для обеспечения плавучести; другие диски заполнены водой или монолитные
- любой дополнительный якорный балласт, помещенный в нижний диск

Рисунок III.7. Типичный простой дрейфующий буй

геострофический ветер для каждого месяца. Траектории дрейфа свободно дрейфующих буев должны определяться с достаточной точностью для планирования расстановки буев. Это было успешно выполнено группой экспертов ВМО/МОК по сотрудничеству в области буев для сбора данных.

f) Материально-техническое обеспечение
   i) Должно иметься электропитание, предпочтительно энергетическое оборудование типа солнечных батарей. Если применяются батареи, их срок службы должен быть по крайней мере один год (два года для дрейфующих буев и три — для ледовых буев); должны быть предприняты меры безопасности, направленные на предотвращение возможности взрыва при использовании батарей в невентилируемых отсеках;
   ii) должны иметься средства телесвязи. Для автоматических морских станций это, как правило, означает применение автоматического передатчика с соответствующей антенной для прямой связи с береговыми станциями или через спутник;
   iii) обслуживание и поставка запасных частей осуществляется эксплуатирующей организацией;
   iv) специально подготовленный персонал должен иметься для планирования обслуживания и мониторинга операций должным образом.

Для поддержания в эксплуатации соответствующего количества буев (ледовые буи и дрейфующие буи) в конкретном районе необходимо проводить последовательную расстановку буев. Эффективное функционирование сети буев, таким образом, зависит от имеющихся судов (самолеты для ледовых буев). Для дрейфующих буев возможно использовать попутные суда; возможно также устанавливать дрейфующие буи с самолетов, пролетающих на малой высоте.

Некоторые типы буев, вынесенных за пределы желаемого района наблюдений или не функционирующих должным образом, могут быть подняты на борт судна и использованы повторно. Однако современные версии лагранжевых дрейфующих буев не предназначены для подъема и восстановления. Одним из преимуществ простых буев является то, что их стоимость относительно невысокая и их можно считать буями разового использования.

g) Кодирование и связь

Обработка данных и кодирование могут осуществляться самой автоматической станцией с помощью микропроцессора или на центральной приемной станции и в центре обработки. Рекомендуется последний метод, поскольку в этом случае автоматическая станция может быть весьма простой.

Для простых дрейфующих буев барическая тенденция (три часа) и характеристика тенденции могут быть предусмотрены дополнительно к давлению. Это требует использования микропроцессора для обработки данных, включая хранение выходных данных датчика.

Связь с береговыми автоматическими станциями может осуществляться по наземной линии, сверхвысокочастотному (ОВЧ) или ультравысокочастотному (УВЧ) радио или по прямому спутниковому каналу (например, геостационарный или полярно-орбитальный спутник). Данные могут передаваться через спутник локальным пользователям с помощью приемной станции или распространяться по Глобальной системе телесвязи с крупных наземных станций приема спутниковой информации. Каналы связи с дрейфующими и ледовыми буями устанавливаются обычно через полярно-орбитальные спутники, поскольку это позволяет определить местоположение буя, передающего информацию. Телеметрический передатчик, находящийся на платформе буя, предварительно регулируется для распространения информации через фиксированные интервалы времени (обычно каждые 90 секунд). Спутник должен иметь, по крайней мере, четыре различных контакта с находящимся на платформе буя телеметрическим передатчиком во время каждого прохождения для получения достаточных данных, чтобы определить его координаты. Поскольку доплеровский сдвиг частоты передается вместе с данными датчика, должна быть обеспечена стабильность цепи телеметрического передатчика. Данные, полученные таким образом, являются преимущественно асиноптическими в случае, если передаются данные самых последних наблюдений. Новые буйковые системы также регистрируют данные прошлых синоптических и ежечасных наблюдений с буев и передают их как асиноптические через спутниковую систему.

Система АРГОС для определения местоположения дрейфующих буев и для сбора данных через спутники предоставляет эффективное средство для использования дрейфующих буев в полной мере. При содействии ВМО и Межправительственной океанографической комиссии страны-пользователи проводят переговоры с агентством, несущим ответственность за управление системой АРГОС в интересах соответствующих стран — членов ВМО, в отношении специального тарифа, позволяющего уменьшить стоимость получения данных с буев и других автоматических станций.

h) Персонал

Следует иметь в виду, что внедрение автоматической сети предусматривает использование большого количества высококвалифицированного персонала для правильной эксплуатации систем. Об этом иногда забывают и, к сожалению, дорогостоящее оборудование

становится бесполезным. Это наиболее важный совет странам-членам, планирующим сети автоматических морских станций.

i) Стандарты качества

Помимо вспомогательных материалов, упомянутых в положении 3.2.1.3.2.1, следует сделать ссылку на следующие публикации:

a) *Handbook of Automated Data Quality Control Checks and Procedures of the National Data Buoy Center* (Справочник по автоматизированным проверкам и процедурам для контроля качества данных Национального центра буев для сбора данных), технический документ НЦБД 03-02;
b) *Reference Guide to the GTS-Sub-system of the ARGOS Processing System* (Справочное руководство по подсистеме ГСТ системы обработки данных АРГОС), технический документ ГСБД № 2;
c) *Guide to Data Collection and Localization Services Using Services Argos* (Руководство по службам сбора данных и определения местоположения, использующих службу Аргос), технический документ ГСБД № 3;
d) *Global Drifter Programme Barometer Drifter Design Reference* (Справочник по устройству дрифтера с барометром для работы по Глобальной программе по дрейфующим буям), отчет ГСБД № 4.

3.2.2 Наблюдения/измерения

3.2.2.1 Общие положения

3.2.2.1.1 *Сроки и частота наблюдений*

В разделах 2.3.1.3 и 2.3.1.4, содержащихся в части III тома I *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), указано, что основными стандартными сроками приземных синоптических наблюдений являются 0000, 0600, 1200 и 1800 UTC (международного скоординированного времени, МСВ), а промежуточными стандартными сроками этих наблюдений являются 0300, 0900, 1500 и 2100 МСВ. Обязательные и/или рекомендуемые сроки наблюдений на станциях различных типов, производящих приземные синоптические наблюдения, таких как наземные станции, фиксированные морские станции, морские подвижные станции и автоматические станции, приводятся в разделах 2.3.2 и 2.3.3, часть III, том I *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544).

3.2.2.1.2 *Программа наблюдений*

Различные переменные, являющиеся объектами приземных синоптических наблюдений, которые должны выполняться различными типами станций (например, наземные станции, океанские метеорологические станции, подвижные судовые станции, автоматические станции на суше и море), приводятся в положениях 2.3.2.9, 2.3.2.10 и 2.3.3.11–2.3.3.16, содержащихся в части III, том I *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544). Дополнительный руководящий материал для проведения наблюдений или измерений каждой из этих переменных приводится ниже. Для удобства работы с документом информация предоставляется отдельно по наземным станциям и морским станциям, хотя для некоторых переменных правила являются теми же в обоих случаях.

3.2.2.2 Наблюдения на наземных станциях

Метеорологические переменные, которые должны наблюдаться и регистрироваться на обслуживаемой синоптической наземной станции, определены в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, раздел 2.3.2.9. Они описаны ниже.

3.2.2.2.1 *Текущая и прошедшая погода*

Спецификации, используемые для текущей и прошедшей погоды, должны быть такими, как указано в *Наставлении по кодам* (ВМО-№ 306, том I.1, часть A, кодовая форма FM 12-XIV SYNOP). Спецификации, используемые для атмосферных явлений, должны применяться те, которые указаны там же, т. е. входят в описание «погоды». Кроме того, следует придерживаться дополнительных спецификаций, а также описаний всех видов метеорологических явлений: гидрометеоров (атмосферных осадков), литометеоров, электрометеоров (электрических явлений) и фотометеоров (оптических явлений), приведенных в *Международном атласе облаков* (ВМО-№ 407). Дополнительную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 14.

Наблюдения за погодой и атмосферными явлениями производятся, главным образом, визуально.

На наземных станциях должно быть обеспечено круглосуточное непрерывное наблюдение за погодой, в том числе за атмосферными явлениями. На других станциях приземных наблюдений — по возможности. Частоту наблюдений за атмосферными явлениями (между стандартными сроками наблюдений) следует обеспечить такую, чтобы не пропустить даже кратковременные и неинтенсивные явления.

При наблюдениях необходимо:

a) отмечать вид и интенсивность атмосферных явлений (слабая, умеренная, сильная);
b) записывать время начала, изменения интенсивности и окончания явлений в часах и минутах;
c) охватывать наблюдениями также ближайшие окрестности станции.

Следующие меры не являются обязательными, но рекомендуются:

d) следить за эволюцией состояния атмосферы как единого целого (развитие облачности, изменения ветра, быстрые изменения атмосферного давления, видимости и т. п.);
e) увязывать вид атмосферных осадков и электрометеоры с видами облаков; явления, ухудшающие видимость, со значением видимости; характер метелевого явления со скоростью ветра и интенсивностью снегопада и т. п.

Результаты наблюдений за погодой и явлениями заносятся в соответствующий раздел журнала для записи приземных метеорологических наблюдений. Для регистрации наблюдений рекомендуется пользоваться условными знаками (символами), указанными в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49).

3.2.2.2.2 *Направление и скорость ветра*

На станциях приземных наблюдений следует измерять следующие параметры:

a) среднюю скорость ветра в срок наблюдения;
b) среднее направление ветра в срок наблюдения;
c) максимальную скорость ветра в срок наблюдения;
d) максимальную скорость ветра за период между стандартными сроками наблюдений.

Приборы для измерения ветра, высота их установки, период осреднения для наблюдений за ветром и метод оценки при отсутствии приборов приводятся в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, раздел 3.3.5, и в *Наставлении по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A, раздел 12.2.2.3.

Среднее направление ветра на наземных станциях должно отсчитываться от географического (истинного) меридиана по направлению часовой стрелки как направление, откуда дует ветер. С этой целью приборы должны быть строго ориентированы вдоль географического меридиана. Систематически следует проверять правильность ориентировки приборов по географическому (истинному) меридиану, а также вертикальность установки мачты и приборов и исправлять обнаруженные отклонения.

При наблюдениях должны точно выдерживаться:

a) установленные сроки производства измерений;
b) период осреднения характеристик ветра;
c) неопределенность для показаний приборов:
   – скорость: ±0,5 м/с для ≤ 5 м/с и ±10 % для > 5 м/с;
   – направление: ≤ 5°.

Все результаты измерений ветра следует заносить в журнал, предназначенный для записи приземных метеорологических наблюдений.

Все приборы, предназначенные для измерений ветра, следует устанавливать на специальных мачтах, обеспечивающих доступ к оборудованию. Необходимо иметь возможность опускать верхнюю часть мачты, или на мачте должны иметься металлические перекладины или ступеньки.

Необходимо один раз в год проводить профилактическую проверку флюгера: снять флюгер с оси, очистить его от загрязнения; проверить вес доски (допустимое отклонение ±1 %); вновь покрыть черным лаком. При обнаружении затупления стержня, на котором вращается флюгер (верхняя часть оси, ввинченной в мачту), следует его вывернуть и заточить снова.

Дополнительную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 5.

ПРИМЕЧАНИЕ. Осреднение направления ветра в принципе является простым, но трудности возникают в том, что при 0° шкала 0–360° теряет непрерывность. В качестве очевидного примера осреднение 1° и 359° дает 180°. Такое осреднение не представляет трудности для наблюдателя, ведущего постоянно непрерывную запись направления ветра, но автоматические вычислительные приборы должны быть снабжены какими-либо средствами, чтобы избежать этой неопределенности.

3.2.2.2.3 *Количество облаков, типы облаков и высота нижней границы облаков*

Количество облаков должно определяться визуально по степени покрытия видимого небесного свода облаками, по десятибалльной шкале или в октах, с неопределенностью до одного балла/окта.

При визуальных наблюдениях за формами облаков должны использоваться таблицы классификаций, определения и описания типов, родов и разновидностей облаков, содержащиеся в *Международном атласе облаков* (ВМО-№ 407), том I. Дополнительную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 15.

Высоту нижней границы облаков следует определять при помощи измерения. Технические средства измерения высоты облаков могут быть основаны на нескольких методах, например, определение с помощью световых импульсов и применения лазеров. Могут также использоваться запускаемые с земли шары-пилоты.

При наблюдениях облачности необходимо следовать следующим рекомендациям:

a) место наблюдений следует выбирать наиболее открытое, чтобы была видна возможно большая часть небосвода;

b) с целью правильного определения форм и видов облаков рекомендуется следить за их эволюцией систематически, в том числе между сроками наблюдений;
c) количество облаков должно определяться общее для всех ярусов (общее количество облаков) и отдельно для каждого значимого яруса облачности с целью удовлетворения, в частности, требований кодовой формы FM 12-XIV SYNOP (*Наставление по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A);
d) в темную часть суток при определении форм облаков следует увязывать их с характером выпадающих осадков, оптическими и другими явлениями.

Запись наблюдений за облачностью следует делать в журнал, предназначенный для занесения результатов метеорологических приземных наблюдений в объеме и детализации, позволяющих зашифровывать данные в соответствии с кодовой формой FM 12-XIV SYNOP (см. *Наставление по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A).

3.2.2.2.4 ***Видимость***

Определения видимости в дневное и ночное время см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 9.

На синоптических станциях приземных наблюдений должна измеряться или определяться метеорологическая оптическая дальность. Другие характеристики видимости могут измеряться на аэродромах и с воздушных судов, например, дальность видимости на взлетно-посадочной полосе, наклонная дальность видимости и т. д.

Подробное описание визуальной оценки и приборного измерения метеорологической оптической дальности дается в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 9.

Объекты, используемые для оценки метеорологической оптической дальности в дневное время, должны быть расположены на стандартных расстояниях, позволяющих определять значения видимости в соответствии с кодовой таблицей 4377 (Горизонтальная видимость у поверхности Земли) *Наставления по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A. Расстояния до объектов (L) должны быть измерены инструментальными методами.

Результаты наблюдений за видимостью (метеорологической оптической дальностью) заносятся в журнал для записи приземных метеорологических наблюдений в три этапа, как это определено в кодовой таблице 4377 в *Наставлении по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A.

3.2.2.2.5 ***Температура воздуха и экстремальная температура***

Основные положения, касающиеся данного пункта, см. в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), часть III, раздел 3.3.3.

Методы и приборы для измерения температуры воздуха на станциях приземных наблюдений описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 2.

На станциях приземных наблюдений должны измеряться следующие характеристики температуры воздуха:
a) температура в срок наблюдения;
b) максимальная температура (наивысшая температура за установленный период времени, например за 12 часов или за 24 часа);
c) минимальная температура (наинизшая температура за установленный период времени, например за 12 часов или за 24 часа).

Экстремальные (максимальная и минимальная) температуры должны измеряться (если установлено региональными ассоциациями) по крайней мере в два стандартных срока (основных или промежуточных), с 12-часовым интервалом между ними, которые примерно соответствуют утреннему и вечернему местному времени пункта наблюдений или станции.

Результаты измерений вместе с поправками заносятся в журнал, предназначенный для записи приземных метеорологических наблюдений.

3.2.2.2.6 ***Влажность воздуха***

Основные положения см. в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), часть III, раздел 3.3.4.

Методы и приборы для измерения атмосферной влажности на станции приземных наблюдений описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 4.

На станциях приземных наблюдений должны измеряться либо вычисляться следующие параметры:
a) давление водяного пара;
b) относительная влажность;
c) температура точки росы.

На наземной станции приборами, которые чаще всего используются для измерения влажности, являются психрометр и волосной гигрометр.

Показания приборов должны записываться в установленный срок наблюдения в журнал, предназначенный

для записи приземных метеорологических наблюдений. Туда же должны заноситься результаты вычислений характеристик влажности воздуха.

3.2.2.2.7 *Атмосферное давление, барическая тенденция и характеристика барической тенденции*

Методы и приборы для измерения атмосферного давления на станции приземных наблюдений описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 3.

Требования в отношении измерения атмосферного давления, процедуры, которым необходимо следовать при приведении давления к среднему уровню моря, а также потребности и процедуры, связанные с представлением данных о высоте геопотенциала согласованной стандартной изобарической поверхности на высокогорных станциях в соответствии с решением региональной ассоциации, изложены в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, правило 3.3.2, и в *Наставлении по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A, правило 12.2.3.4.2 и кодовая таблица 0264. Необходимо отметить, что наблюдения за атмосферным давлением следует проводить точно в стандартные для приземных синоптических наблюдений сроки, определенные в пункте 3.2.2.1 выше.

Запись измеренного непосредственно по барометру атмосферного давления следует производить в журнал, предназначенный для занесения результатов приземных метеорологических наблюдений. Следующие параметры должны также заноситься в регистрационный журнал: скорректированное атмосферное давление на уровне станции; вычисленное давление на уровне моря или высота изобарической поверхности; вычисленная барическая тенденция и ее характеристика.

Непрерывная регистрация хода атмосферного давления может осуществляться с помощью электронных барометров или барографов.

Барическая тенденция определяется по величинам атмосферного давления, измеренного с помощью барометра, и выражается в виде разности между этими величинами в течение трех часов, предшествующих времени наблюдения. Допускается вычисление барической тенденции по показаниям барографа в виде разности между показаниями, снятыми с зарегистрированной кривой (вычерчиваемой круглосуточно) в соответствующие сроки наблюдений (каждые три часа).

Характеристика барической тенденции должна определяться при помощи надлежащего знака (рост = знак «+» или падение = знак «–») в случае снятия показаний барометра, и при помощи вида кривой в случае снятия показаний барографа.

Характеристика барической тенденции должна обозначаться в соответствии с кодовой таблицей 0200 из *Наставления по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A.

Соответствующими резолюциями региональных ассоциаций определяются наблюдения следующих переменных:

3.2.2.2.8 *Количество осадков*

Основные положения см. в *Руководстве по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), часть III, раздел 3.3.8.

Методы и приборы для измерения осадков на станциях приземных наблюдений описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 6.

На станциях приземных наблюдений, когда это установлено региональными ассоциациями, должно измеряться количество осадков, а также должны определяться другие характеристики осадков, такие как продолжительность и интенсивность. Количество осадков должно измеряться по крайней мере в два стандартных срока (основных или промежуточных), интервал между которыми составляет 12 часов и которые примерно соответствуют утреннему или вечернему местному времени пункта производства наблюдений или станции.

ПРИМЕЧАНИЕ. Страны-члены могут устанавливать дополнительно другие сроки измерений осадков, а также осуществлять непрерывную регистрацию как жидких, так и твердых осадков.

Для измерения количества осадков применяются дождемеры. Форму, экспозицию дождемеров и материал, из которого они изготовлены, следует выбирать так, чтобы влияние ветра, испарения, смачивания стенок и выбрызгивания сводились до минимума.

Результаты измерений и поправки заносятся в журнал, предназначенный для записи приземных метеорологических наблюдений.

3.2.2.2.9 *Состояние поверхности почвы*

Методы наблюдений за состоянием поверхности почвы на станциях приземных наблюдений описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 14.

На наземных синоптических станциях, если это требуется региональными ассоциациями, в утренний срок

наблюдений, в который измеряется минимальная температура, при условии, что в зимнее время уже достаточно светло, должны определяться следующие параметры:

a) состояние поверхности почвы без снежного или измеримого ледяного покрова;
b) состояние поверхности почвы со снежным или измеримым ледяным покровом.

Состояние поверхности почвы со снежным или измеримым ледяным покровом, или без них, должно определяться визуально в соответствии со спецификациями, указанными в кодовых таблицах 0901 и 0975 *Наставления по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A, которые не требуют пояснений.

При наблюдениях следует выполнять следующие требования:

a) определение состояния поверхности почвы при отсутствии снежного и измеримого ледяного покрова производится на метеорологической приборной площадке на месте, где установлены термометры для измерения температуры поверхности почвы, свободной от растительного покрова (обнаженная почва);
b) определение состояния поверхности земли и снежного или ледового покрова должно характеризовать окрестности станции (открытая репрезентативная территория). Поэтому наблюдения производятся всегда с одного и того же (желательно возвышенного) места путем визуального осмотра местности, окружающей станцию или метеорологическую приборную площадку.

Результаты наблюдений заносятся в журнал, предназначенный для записи приземных метеорологических наблюдений. Допускается запись словами, сокращенными условными значками и в кодовой форме FM 12-XIV SYNOP *Наставления по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A.

3.2.2.2.10 *Направление движения облаков*

Станции приземных наблюдений должны, если это требуется региональными ассоциациями или предусмотрено национальными решениями, определять направление движения облаков. Оно может оцениваться визуально, а также определяться совместно с его угловой скоростью с помощью нефоскопа.

3.2.2.2.11 *Особые явления*

На станциях приземных наблюдений, по возможности круглосуточно и непрерывно, следует производить наблюдения за особыми явлениями, которые обычно называют опасными или чрезвычайно опасными (катастрофическими, опасными или суровыми) явлениями погоды.

Эти особые явления затрудняют производственную и другую повседневную деятельность, а зачастую приносят значительный ущерб хозяйству и населению. С целью предотвращения или сокращения ущерба и должны проводиться соответствующие наблюдения на станциях.

Особые явления могут включать следующие переменные:

a) большие значения обычных переменных метеорологических величин, например ветер большой силы, значительное количество осадков, понижение температуры воздуха в переходные периоды ниже 0° — заморозки;
b) неблагоприятные сочетания переменных величин, например сочетание высокой температуры и низкой влажности воздуха, приводящее к засухам;
c) исключительные по продолжительности атмосферные явления, такие как туман или метели;
d) отдельные редко наблюдаемые явления, например град, смерч и другие.

На практике перечень особых явлений, представляющих опасность или носящих чрезвычайный характер, их критерии, такие как пороговые значения, устанавливают страны-члены.

На наземных станциях должно быть обеспечено измерение или наблюдение явлений, указанных в *Наставлении по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A, кодовая форма FM 12-XIV SYNOP, раздел 3, кодовая таблица 3778.

Другие особые явления определяются странами-членами в соответствии с местными условиями.

При наблюдениях особых явлений рекомендуется:

a) проводить измерения с помощью приборов, имеющих достаточные диапазоны или шкалы, обеспечивающие фиксацию величин редкой повторяемости;
b) наблюдатели должны быть предельно внимательными и гибкими при появлении признаков особого явления;
c) наблюдения могут производиться как на самой станции, так и в ее окрестностях, а данные о последствиях особого явления могут быть собраны также путем опроса местных жителей.

Результаты наблюдений должны быть занесены в журнал для записи приземных метеорологических наблюдений в развернутой форме, желательно с кратким пояснительным текстом и в специально отведенном для этого месте.

Особые явления, носившие катастрофический характер,

следует подробно описать, а также по возможности сфотографировать и нанести на карту их последствия. Для этого странам-членам рекомендуется подготовить специальную инструкцию для станций.

3.2.2.2.12 *Автоматические измерения*

Описание содержания приземных синоптических наблюдений на автоматической наземной станции дается в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положение 2.3.2.10.

Датчики и требования к неопределенности данных автоматических метеорологических станций описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1. Информация по методу дискретизации и методу приведения содержится в части V настоящего *Руководства*, а также в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть III, главы 2 и 3.

В общем классические визуальные наблюдения сложно заменить автоматическими методами, хотя в некоторых случаях новые методы наблюдений, как например спутниковое или дистанционное зондирование, могут предоставить лучшую информацию по сравнению с той, которая получена классическими методами. Однако возможно получить классическую визуальную информацию путем объединения некоторых автоматически измеряемых переменных на наземных станциях. Примеры приведены ниже.

a) Погода в срок наблюдения и прошедшая погода
   i) из возможных 99 вариантов кода некоторые из наиболее важных типов погоды в срок наблюдения и прошедшей погоды в результате разработки соответствующих алгоритмов могут автоматически представляться с использованием комбинации выходных данных различных автоматических датчиков, как например, датчик осадков, термометр, счетчик молний и анемометр, например, ww: 17, 18, 21, 22, 29, 51, 61, 63, 71, 73, 75, 91, 92, 95, 97;
   ii) различия между твердыми и жидкими осадками с помощью расплавления осадков в осадкомерах.
b) Информация об облачности
   i) интерпретация градиента температуры воздуха у поверхности земли (например, разность температуры на высоте 2 м и 5 см над уровнем земли) для оценки общего количества облаков;
   ii) оценка измерений радиации и освещенности для получения информации о развитии облачного покрова.

3.2.2.3 Наблюдения на морских станциях

Метеорологические переменные, которые должны быть объектом наблюдений и регистрации на океанских метеорологических станциях, определены в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положение 2.3.3.11, и описаны в пунктах 3.2.2.3.1–3.2.2.3.11 ниже.

3.2.2.3.1 *Текущая и прошедшая погода*

Правила, применяемые для проведения наблюдений на морских станциях, такие же, как и правила, применяемые на наземных станциях.

3.2.2.3.2 *Направление и скорость ветра*

Методы и приборы для наблюдений за ветром на морских станциях описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 4, раздел 4.2.5.

Наблюдения за скоростью и направлением ветра могут проводиться либо посредством визуальной оценки, либо с помощью анемометров или анемографов.

Визуальные оценки обычно основаны на внешнем виде поверхности моря. Наблюдатели должны знать, что высота волны сама по себе не всегда является надежным критерием, поскольку зависит также от разгона и продолжительности ветра и от наличия зыби.

Критерии, которыми следует пользоваться при визуальной оценке скорости ветра, используя шкалу Бофорта, приведены в таблице III.2.

Направление ветра определяется наблюдением за ориентацией гребней морских ветровых волн.

Измерения ветра с помощью анемометров и анемографов производятся таким же образом, как и на наземных станциях, но могут быть трудности, обусловленные влиянием локальных условий, например влиянием надстройки судна. Поэтому приборы на борту движущегося судна следует размещать в носовой части как можно дальше и выше.

Для движущегося судна необходимо различать ветер относительно судна и истинный ветер. Для метеорологических целей в сводку всегда следует включать истинный ветер. Истинный ветер можно определять по относительному ветру, используя параллелограмм скоростей, как указано на рисунке III.8.

Скорость относительного ветра, измеряемая с борта движущегося судна, должна корректироваться с учетом курса и скорости судна для получения данных о скорости истинного ветра, которые должны сообщаться. Поправка может вноситься на основе парал-

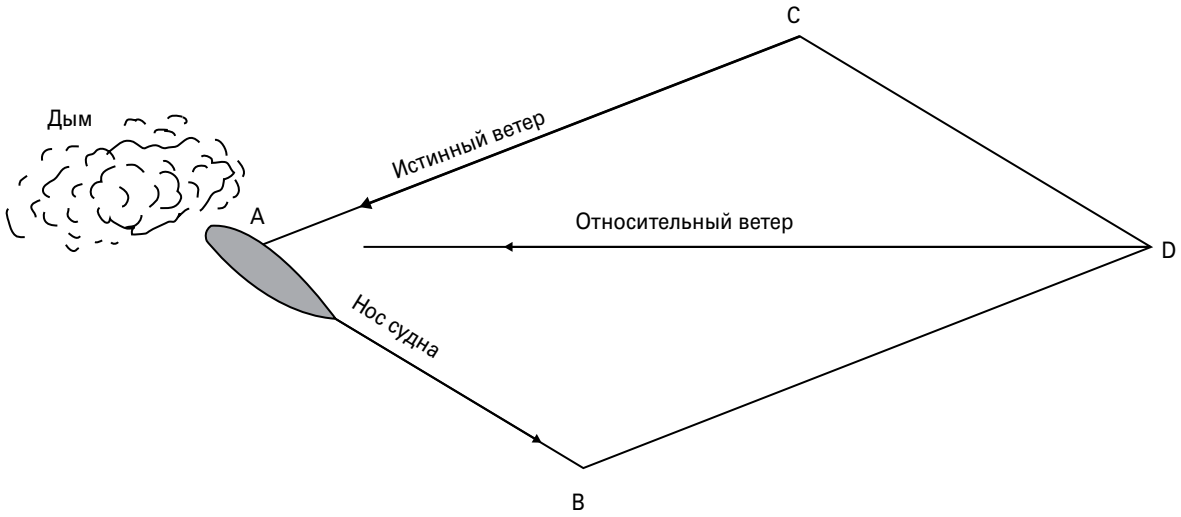


Рисунок III.8. Параллелограмм скоростей

Источник: *Marine Observer's Handbook* (Справочник морского наблюдателя), Метеорологическое бюро, Соединенное Королевство, 1995 г.

лелограмма скоростей или при помощи специальных таблиц (см. *Наставление по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A, правило 12.2.2.3.3).

Для фиксированных платформ-станций и заякоренных платформ-станций должны применяться специальные правила для определения ветра, исходя из того факта, что их высоты могут быть более 100 м над уровнем моря, а приземный ветер определяется как горизонтальная компонента вектора ветра, измеренная на высоте 10 м над поверхностью земли или поверхностью моря. Если датчик ветра установлен на большей высоте, то в его показания должны вноситься поправки. Для сообщения средней скорости ветра (за 10 минут) следует применять следующую шкалу:

Высота над уровнем моря (высота в метрах)	*Коэффициент (r)*
20	1,10
30	1,15
40	1,20
50	1,23
60	1,26
70	1,29
80	1,31
90	1,33
100	1,35

Пример:

Датчик находится на высоте 75 м, показания скорости 50 узлов
Коэффициент 1,30 (интерполированный)
Ветер, приведенный к стандартной высоте 10 м = 50/1,30 = 38,46 или 38 узлов.

3.2.2.3.3 *Количество облаков, тип облаков и высота нижней границы облаков*

Для морских станций обычно применяются те же правила, что и для наземных станций, но оценка нижней границы облаков без береговых ориентиров, таких как горы, может оказаться трудной. Обычные методы с применением прожектора имеют ограниченное значение из-за короткой базисной линии, имеющейся у судна. Наилучшим решением, очевидно, является облачный прожектор со световым импульсом, для которого не требуется какая-либо базисная линия и который измеряет электронным способом время отражения от нижней границы облаков. Однако этот прибор является довольно сложным и дорогостоящим и поэтому широко не применяется. Наблюдателям следует при каждой возможности проверять свои оценки высоты облаков по известным высотам (например, по высоте гор у побережья).

3.2.2.3.4 *Видимость*

При отсутствии необходимых наземных ориентиров невозможно провести наблюдения за видимостью на морских станциях с такой же неопределенностью, как на наземных станциях. Поэтому установлены низкие требования к точности наблюдений за видимостью на морских станциях, как видно из десятка 90–99 кодовой таблицы 4377, том I.1, часть A *Наставления по кодам* (ВМО-№ 306).

Таблица III.2. Шкала Бофорта для оценки силы ветра
(Для стандартной высоты 10 метров над открытой поверхностью земли)

Баллы Бофорта (сила)	*Описательный термин*	*Оцененная средняя скорость (диапазон)*				*Спецификации для использования*			*Вероятная высота волны[a] (метры)*	*Вероятная высота волны[a] (футы)*
		узлы	*м/с*	*км/ч*	*миля/ч*	*На суше*	*На море*	*У побережья*		
0	Штиль	<1	0–0,2	<1	<1	Штиль; дым поднимается вертикально	Море подобно зеркалу	Штиль	—	—
1	Тихий ветер	1–3	0,3–1,6	1–5	1–3	Направление ветра заметно по относу дыма, но не по флюгеру	Образуется рябь в виде в виде чешуи, но без пенящихся гребней	Рыболовный баркас начинает слушаться руля	0,1 (0,1)	¼ (¼)
2	Легкий ветер	4–6	1,6–3,3	6–11	4–7	Ветер ощущается лицом; листья шелестят; ветер приводит в движение флюгер	Небольшие, все еще короткие волны, но более четко выраженные; стекловидные гребни не опрокидываются	Ветер надувает паруса рыболовных баркасов , которые получают ход около 1–2 узлов	0,2 (0,3)	½ (1)
3	Слабый ветер	7–10	3,4–5,4	12–19	8–12	Листья и тонкие ветки деревьев все время колышутся; ветер развевает легкие флаги	Короткие, хорошо выраженные волны; гребни начинают опрокидываться; пена стекловидная; местами видны белые барашки	Рыболовные баркасы начинают крениться и идут со скоростью 3–4 узла	0,6 (1)	2 (3)
4	Умеренный ветер	11–16	5,5–7,9	20–28	13–18	Ветер поднимает пыль и бумажки, приводит в движение тонкие ветки деревьев	Небольшие волны становятся длиннее; повсюду видны белые барашки	Рыболовные баркасы несут все паруса с хорошим креном	1 (1,5)	3½ (5)
5	Свежий ветер	17–21	8,0–10,7	29–38	19–24	Небольшие деревья с листвой качаются; на воде появляются небольшие волны с гребнями	Средние волны принимают более удлиненную форму; повсюду образуются белые барашки (в отдельных случаях образуются брызги)	Рыболовные баркасы сокращают площадь парусов	2 (2,5)	6 (8½)
6	Сильный ветер	22–27	10,8–13,8	39–49	25–31	Качаются толстые ветви деревьев; гудят телеграфные провода; зонты удерживаются с трудом	Начинают формироваться большие волны; белые пенистые гребни занимают значительные площади (возможны брызги)	Рыболовные баркасы держат главный парус на вторых рифах; при ловле рыбы нужна осторожность	3 (4)	9½ (13)
7	Крепкий ветер	28–33	13,9–17,1	50–61	32–38	Качаются стволы деревьев; идти против ветра трудно	Волны громоздятся; пена срывается с гребней и начинает вытягиваться полосами по направлению ветра	Рыболовные суда отстаиваются в гавани, а находящиеся в море берут курс на гавань	4 (5,5)	13½ (19)
8	Очень крепкий ветер	34–40	17,2–20,7	62–74	39–46	Ветер ломает ветви деревьев, препятствует движению	Умеренно высокие длинные волны; края гребней разрушаются и превращаются в брызги; полосы пены очень четко вытягиваются по направлению ветра	Все рыболовные баркасы, если находятся неподалеку, укрываются в гавани	5,5 (7,5)	18 (25)

(*продолж.*)

Таблица III.2 (*продолж.*)

Баллы Бофорта (сила)	*Описательный термин*	*Оцененная средняя скорость (диапазон)*				*Спецификации для использования*			*Вероятная высота волны[a] (метры)*	*Вероятная высота волны[a] (футы)*
		узлы	*м/с*	*км/ч*	*миля/ч*	*На суше*	*На море*	*У побережья*		
9	Шторм	41–47	20,8–24,4	75–88	47–54	Небольшие повреждения (ветер срывает дымовые колпаки и черепицу)	Высокие волны; плотные полосы пены вытягиваются по направлению ветра; гребни волн начинают опрокидываться, переворачиваться и перекатываться; брызги могут ухудшать видимость	—	7 (10)	23 (32)
10	Сильный шторм	48–55	24,5–28,4	89–102	55–63	На суше бывает редко; деревья вырываются с корнями; значительные разрушения строений	Очень высокие волны с длинными ломающимися гребнями; образующиеся в результате этого большие клочья пены переносятся в виде плотных белых полос по направлению ветра; вся поверхность моря становится белой; обрушивание волн становится интенсивным и оглушительным; видимость плохая	—	9 (12,5)	29 (41)
11	Жестокий шторм	56–63	28,5–32,6	103–117	64–72	Наблюдается очень редко; сопровождается разрушениями на обширных пространствах	Исключительно высокие волны (небольшие и средние суда могут временами скрываться из вида); море полностью покрыто длинными белыми клочьями пены, вытянутыми по направлению ветра; с гребней волн повсюду срывается пена; видимость плохая	—	11,5 (16)	37 (52)
12	Ураган	64 и выше	32,7 и выше	118 и выше	73 и выше	—	Воздух наполнен пеной и брызгами; море становится совершенно белым из-за переносимой водяной пыли; видимость очень плохая	—	14 (–)	45 (–)

[a] Эта таблица дает лишь приближенное указание на то, что можно ожидать в открытом море, далеко от суши. Ее никогда не следует использовать для записи погоды в вахтенный журнал или для сообщения о состоянии моря. В замкнутых водах или близ суши при ветре с берега высота волн будет меньше, а волны круче. Цифры в скобках указывают вероятную максимальную высоту волн.

В тех случаях, когда видимость неодинакова по всем направлениям, она должна оцениваться или измеряться в направлении наименьшей видимости и в журнал должна вноситься соответствующая запись, за исключением случаев уменьшения видимости из-за выхлопных газов судна.

Методы наблюдений за видимостью на морских станциях описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 4, раздел 4.2.8.

3.2.2.3.5 *Температура и влажность воздуха*

Требования в отношении наблюдений за температурой и влажностью на морских станциях описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 4, раздел 4.2.9.

При сообщении данных наблюдений, произведенных на фиксированных платформах-станциях и заякоренных платформах-станциях, высота которых может быть более 100 м над уровнем моря, можно не учитывать изменения температуры и влажности с высотой.

3.2.2.3.6 *Атмосферное давление, барометрическая тенденция и характеристика барометрической тенденции*

Требования в отношении наблюдений за атмосферным давлением на морских станциях и используемые приборы описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 4, раздел 4.2.6.

3.2.2.3.7 *Курс и скорость судна*

Данные о местоположении, курсе и скорости судна берутся из его навигационной системы или рассчитываются независимым образом при помощи спутникового навигатора (например, глобальная система определения местоположения).

Должна сообщаться средняя скорость. (См. группу 10 в кодовой форме FM 13-XIV SHIP, содержащейся в *Наставлении по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A).

3.2.2.3.8 *Температура поверхности моря*

Процедура измерения температуры поверхности моря описана в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 4, раздел 4.2.11.

Метод, используемый на неавтоматических морских станциях для измерения температуры поверхности моря, должен регистрироваться в соответствующем метеорологическом журнале.

3.2.2.3.9 *Океанские волны и зыбь*

Порядок наблюдений за волнами и зыбью описан в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 4, раздел 4.2.12.

Характеристики простой волны показаны на рисунке III.9 ниже.

Наблюдения за волнением с островных или береговых станций не являются репрезентативными из-за отмелей, защитных эффектов берега и других факторов.

3.2.2.3.9.1 Использование приборов для измерения волнения

В последние годы разработаны волнографы для измерения высоты и периода волн. Применяются следующие приборы:

a) дрейфующие буи для измерения ускорения;
b) судовые волнографы для измерения давления и ускорения;
c) волномерные вехи, основанные на измерении электрического сопротивления или электроемкости;
d) радиолокационные измерительные приборы, установленные на платформе или на суше. Настоятельно рекомендуется, чтобы такие регистрирующие приборы использовались на океанских судовых станциях, научно-исследовательских судах и на фиксированных платформах.

Дополнительная информация по наблюдениям за волнением приведена в *Handbook on Wave Analysis and Forecasting* (Справочник по анализу и прогнозированию волнения, WMO-№ 446).

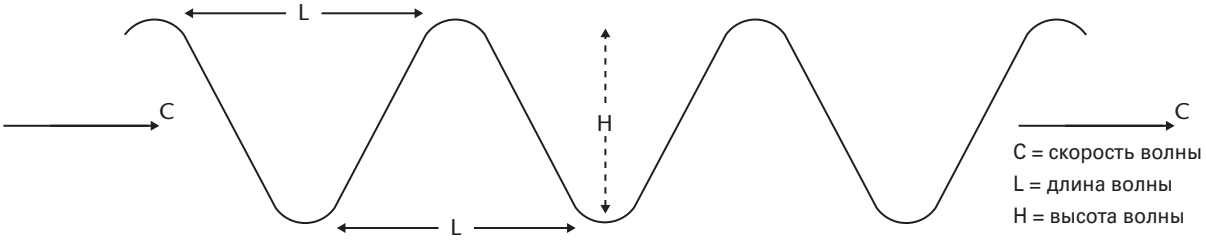


Рисунок III.9. Характеристики простой волны

3.2.2.3.10 *Морской лед*

Порядок наблюдений за льдом описан в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 4, раздел 4.2.13.

Необходимо проводить наблюдения за четырьмя важными характеристиками морского льда, такими как:

a) толщина льда;
b) количество–сплоченность (выраженная в восьмых долях поверхности моря, покрытой льдами);
c) формы морского льда, такие как припай или дрейфующий лед;
d) движение льда.

Сводки с информацией по формированию льда в море могут передаваться либо открытым текстом, либо в кодовой форме (FM 13-XIV SHIP), как указано в *Наставлении по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A.

3.2.2.3.11 *Особые явления*

К ВМО была обращена просьба обеспечить производство специальных наблюдений в рамках ее Схемы судов, добровольно проводящих наблюдения. Примерами являются:

a) наблюдения за скоплениями саранчи в морских районах около Африки, Среднего Востока, Пакистана и Индии;
b) наблюдения за очень высокими волнами, которые представляют большую опасность для судоходства;
c) морские поверхностные течения, которые можно определять по измерениям угла и скорости отклонения судна и которые представляют значение для научных исследований и исследований климата.

Подробная информация о передаче данных этих наблюдений содержится в *Руководстве по морскому метеорологическому обслуживанию* (ВМО-№ 471), раздел 6.4.5, глава 6, а также в его приложениях.

Сообщения о водяных смерчах должны передаваться как специальные наблюдения. При описании водяного смерча направление вращения должно всегда указываться таким образом, как будто его видно сверху.

3.3 АЭРОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

3.3.1 Организационные аспекты

Аэрологическое наблюдение является метеорологическим наблюдением, проводимым в свободной атмосфере прямым образом или косвенным. Для прямых измерений в точке проводятся шаропилотные, радиозондовые, радиоветровые наблюдения или комбинированные радиозондовые и радиоветровые наблюдения (радиоветровое зондирование). Для дистанционного зондирования тропосферы могут использоваться содары, профилометры ветра, радиоакустические системы зондирования, лидары и другие методы наблюдений. Список измеряемых и рассчитываемых переменных приведен в разделе 3.3.2.6.

3.3.1.1 Выбор местоположения

После того как выбран общий район расположения станции, необходимо выбрать специальную площадку для помещений и оборудования. Рекомендуется учитывать следующие критерии:

a) принадлежащая государству земля должна считаться в качестве оптимального выбора, поскольку снизится вероятность переноса станции в другое место и снизятся до минимума будущие притязания;
b) оптимальный размер площадки должен составлять приблизительно 40 000 м^2;
c) к площадке должна быть проведена пригодная для использования в любую погоду дорога для снабжения и технического обслуживания станции;
d) станция не должна находиться в пойме и должна иметь достаточный дренаж;
e) площадка должна быть удалена от естественных или искусственных препятствий, которые мешали бы запуску, подъему и слежению за шаром;
f) станция должна быть обеспечена коммунальным обслуживанием, а именно: электроэнергией, водоснабжением, канализацией и связью;
g) станция должна быть обследована, чтобы устранить любые помехи для работы электронного оборудования или телесвязи.

На обратной стороне листа приведен пример вопросника по обследованию площадки.

Дополнительную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, главы 12 и 13.

3.3.1.2 Планирование помещений

Базовыми постройками на площадке являются служебное здание (рисунок III.10) и помещение для наполнения оболочек газом (рисунок III.11). Во многих случаях радиолокатор или радиотеодолит расположены выше основного здания станции.

При проектировании служебного здания должны учитываться:

a) оперативные функции;
b) ограничение площади;
c) защита от неблагоприятных условий погоды;
d) отопительное и охлаждающее оборудование;
e) запасной источник электроэнергии;

Вопросник по обследованию аэрологической площадки

Местоположение: _____ Дата: _____

1. a) Дать описание предлагаемой аэрологической площадки и указать координаты (широта и долгота):

   _____

   b) Приложить диаграмму, составленную по данным измерений теодолитом с указанием направления, расстояния и вертикального угла всех препятствий для слежения выше угла 0°. Приложить экземпляр фотографий, соединенных таким образом, чтобы показать 360-градусный панорамный вид горизонта. Если данное сообщение готовится в случае, когда совместно размещается радиолокатор, то панорамные фотографии, подготовленные для радиолокатора, могут служить цели этого запроса.

   _____

   _____

2. a) Где будет размещено оборудование для слежения? Указать, будет ли оно установлено на крыше здания, на крыше помещения для наполнения оболочек газом, на башне, на земле; указать также местоположение относительно служебного здания и помещения для наполнения оболочек газом:

   _____

   _____

   b) Высота в футах или метрах: _____

   c) Высота в футах или метрах над средним уровнем моря: _____

3. Какова длина кабеля между системой слежения и регистрирующим устройством? _____

4. Оценка расходов. Оценки, готовящиеся в метеорологическом отделе, отражают следующее:

   a) Стоимость приобретения или аренды земли: _____

   b) Подготовку площадки (дороги, пешеходные дорожки, коммунальное оборудование): _____

   c) Строительство зданий или реконструкция: _____

   d) Связь: _____

   e) Помещение для наполнения оболочек газом: _____

   f) Провода и кабели: _____

   g) Прочее: _____

   ИТОГО: _____

5. Примечания:

   _____

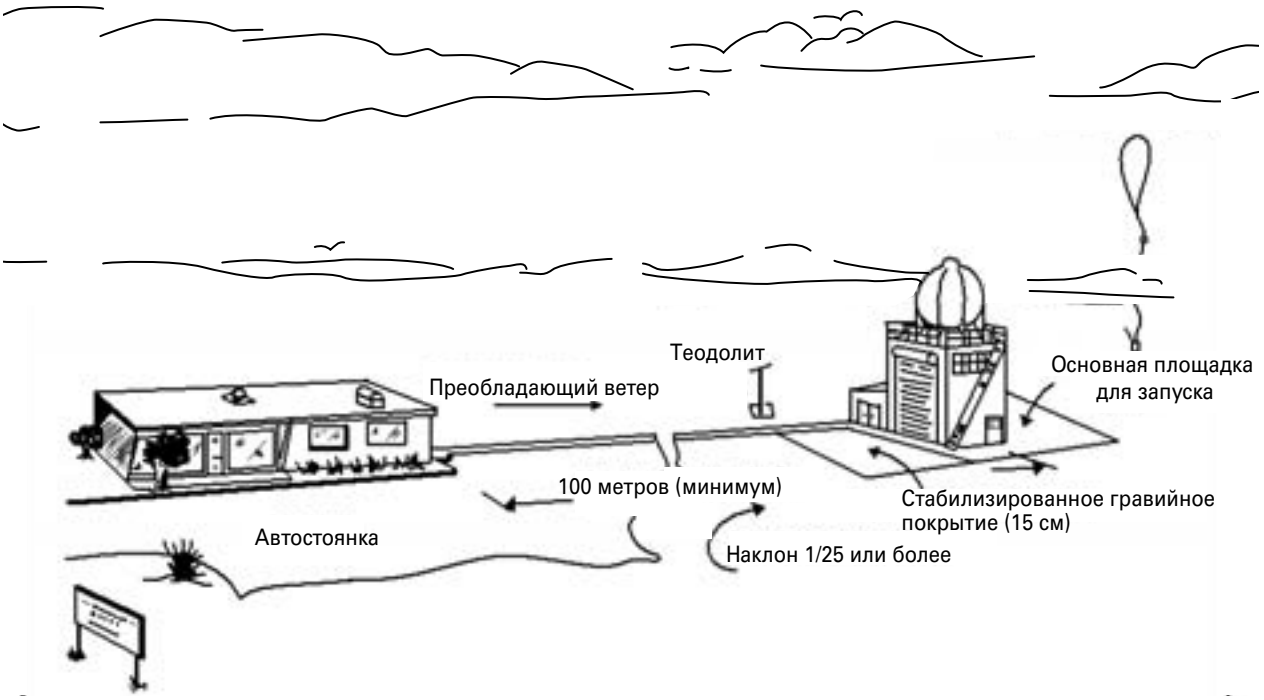


Рисунок III.10. Аэрологическая площадка и служебное здание станции

f) противопожарная защита;
g) молниезащита;
h) связь;
i) техника безопасности.

Конструктивные соображения в отношении помещения для наполнения оболочек газом и площадки для запуска включают следующее:

a) хранение расходного материала;
b) ориентацию;
c) освещение;
d) вентиляцию;
e) взрывобезопасную электрическую систему;
f) дверные проемы;
g) противопожарную защиту;
h) яму для отходов;
i) технику безопасности.

При проектировании также необходимо предусмотреть размещение следующего оборудования:

a) оборудование для наблюдений;
b) оборудование для наполнения баллонов;
c) электрический генератор;
d) оборудование для связи;
e) генератор водорода или запас гелия;
f) оборудование для подготовки шаров.

Проектирование всей станции должно осуществляться квалифицированными архитекторами или инженерами, которые знакомы с функциональными требованиями к программе деятельности на станции, и в тесном сотрудничестве с метеорологической службой.

Следует рассмотреть несколько площадок; необходимо провести их обследование и результаты представить на официальное одобрение соответствующей администрации. Следует также подготовить технические планы и другие документы по контракту. Следует организовать поставку необходимого оборудования, планировку зданий или аренду новой или существующей недвижимости.

В материально-техническое обеспечение повседневной работы станции должно входить следующее:

a) поставка и хранение расходного материала:
   i) газ для наполнение оболочек и расходные материалы;
   ii) радиозонды, мишени и оболочки;
   iii) топливо для генератора;
   iv) канцелярские товары;
b) необходимая документация, такая как *Технический регламент* ВМО (ВМО-№ 49), наставления и руководства;
c) комплект запасных частей;
d) техническое обслуживание зданий и площадок и необходимые для этого материалы;
e) помещение для техника-электронщика для технического обслуживания оборудования на месте или по вызову.

3.3.1.3 Организация аэрологического подразделения

Аэрологическое подразделение состоит из компонентов, необходимых для аэрологических наблюдений. Оно включает все помещения, персонал, оборудование (и его

техническое обслуживание) для любых аэрологических наблюдений, которые могут проводиться на станции: шаропилотных, радиозондовых, радиоветровых и комбинированных радиозондовых и радиоветровых наблюдений.

Аэрологическое подразделение может находиться вместе с другими подразделениями службы погоды или отдельно. Оно может также обеспечивать единственный вид наблюдений, проводимый страной-членом на какой-либо станции. Совместное размещение служб погоды и наблюдений часто является эффективным с точки зрения затрат подходом. Обычно такое подразделение входит в состав другой группы наблюдателей. Наблюдатели выполняют другие функции дополнительно к аэрологическим наблюдениям. Однако в некоторых случаях считается целесообразным иметь такое подразделение отдельно от других служб погоды. Наблюдатели могут только входить в состав аэрологического подразделения или могут выполнять и другие обязанности. Если аэрологические наблюдения являются единственным видом наблюдений на станции, то наблюдателям необходимо иметь только аэрологическую подготовку.

Независимо от местонахождения подразделения необходимо установить некоторые организационные взаимосвязи для эффективного осуществления работы. Когда аэрологическое подразделение находится вместе с

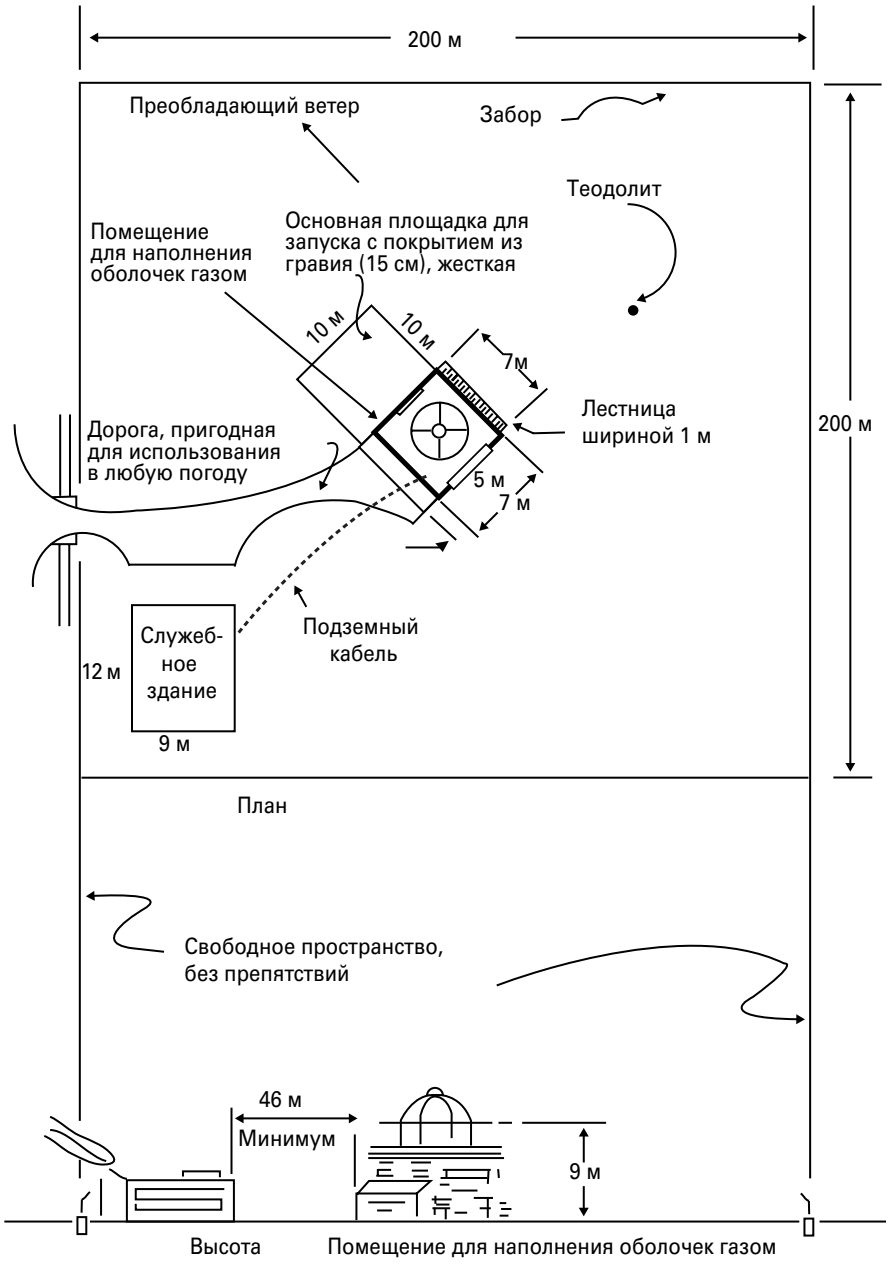


Рисунок III.11. Аэрологическая площадка

другими службами погоды, аэрологические наблюдения становятся неотъемлемой частью такой организации. Квалификация персонала, график работы, обучение и т. п. должны быть расширены или изменены для удовлетворения требований аэрологических наблюдений. Когда подразделение отделено от основного метеорологического бюро, то оно может быть (или не быть) его неотъемлемой частью. За небольшим исключением аэрологическое подразделение должно иметь организационную связь с другим метеорологическим бюро.

По возможности аэрологическое подразделение должно поддерживать тесные рабочие контакты с центральным органом управления, в обязанности которого входят разработка плана работ, правил, заказ материала и запасных частей и обеспечение обучения.

3.3.1.4 Архивация данных и ведение записи данных

Архивация аэрологических данных после окончания наблюдения является очень важной для Всемирной службы погоды и Всемирной климатической программы. Полный набор записей, включающих соответствующие данные наблюдений, должен храниться на станции или в центральном органе управления, или в другом месте. Кроме того, данные могут храниться на таких носителях, как магнитные ленты или диски. Странам, которые имеют такую техническую возможность, рекомендуется предусмотреть предоставление данных по запросу.

Дополнительная информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 12, раздел 12.10.2.

Помимо упомянутых выше архивов данных, аэрологическое подразделение должно вести следующие записи для контроля операций:

a) различной информации, относящейся к наблюдению, например высота разрыва оболочки, причина прекращения наблюдения, проблемы, отмеченные во время полета, и тип использованного радиозонда;
b) полный список приборов и другого оборудования, использованного для получения и передачи данных.

3.3.1.5 Связь

Передача собранных аэрологическим подразделением данных в национальную сеть связи и Глобальную систему телесвязи осуществляется в разных странах-членах разными органами.

В некоторых странах принимают на работу оператора или специалистов по телесвязи, которые обеспечивают своевременное распространение данных по сети Глобальной системы телесвязи. В других странах эту работу поручают наблюдателю или даже персоналу, не связанному с аэрологическим подразделением. В некоторых странах-членах на эту работу принимаются лица из частного сектора, которые работают по контракту с национальной метеорологической службой.

Для того, чтобы данные имели какое-либо значение, они должны вводиться в сеть в требуемые сроки. Следует предусмотреть альтернативные средства передачи информации на случай выхода из строя основной линии связи.

Ниже приводится оборудование связи, необходимое для передачи данных. Оно зависит, среди прочего, от качества цепей связи, удаленности аэрологического подразделения и наличия спутниковых наземных станций:

a) интерфейс с сетями связи общего пользования;
b) телеграф;
c) телексный телетайп;
d) радиотелетайп;
e) факсимильные радиопередачи;
f) радиосредства;
g) оборудование спутниковой связи.

Данные можно передавать в центральный орган управления, который затем вводит данные в сеть Глобальной системы телесвязи. В некоторых случаях другое метеорологическое бюро или агентство может нести ответственность за передачу данных в сеть Глобальной системы телесвязи.

3.3.1.6 Персонал

Категория и количество персонала аэрологического подразделения зависят от используемого оборудования, уровня квалификации и количества требуемых наблюдений. Тип и степень подготовки зависят от роли и ответственности каждого члена персонала.

Ниже приводятся категории необходимого персонала; примеры рекомендуемого количества персонала приведены в таблицах III.3 и III.4.

a) Руководитель станции (классификация ВМО: метеоролог; обозначен как «S» в таблицах III.3 и. III.4)

Если в аэрологическом подразделении более одного человека, необходимо назначить руководителя. Отношения между руководителем и другими членами персонала являются важнейшими для слаженной работы. Руководителем должен быть один из самых опытных специалистов аэрологического подразделения; желательно, чтобы помимо аэрологических наблюдений он обладал опытом работы с аэрологическими приборами и оборудованием, включая знание вопросов техники безопасности при работе с водородом. Умение общаться с людьми и навыки руководства являются также

важными. Его основной обязанностью является обеспечение эффективной работы аэрологического подразделения. Он также является представителем аэрологического подразделения в тех случаях, когда проводятся консультации с другими бюро погоды или агентствами. В частности, в его обязанности входит:

i) обращение в центральный орган управления за указаниями, когда необходимо решение на более высоком уровне;
ii) составление рабочего графика для персонала станции;
iii) ведение учета расходных материалов и запасных частей и их своевременный заказ;
iv) обеспечение выполнения персоналом станции всех намеченных программ и правил, а также обновление *Технического регламента* ВМО, наставлений, руководств и других документов и предоставление их персоналу станции;
v) обеспечение соблюдения правил техники безопасности при работе с водородом, аэрологическими приборами и оборудованием, электроустановками и другим оборудованием.

b) Руководитель смены (классификация ВМО: техник-метеоролог) (SS)

Назначение руководителей смен желательно на станции, на которой аэрологические наблюдения производятся вручную, и необязательно при всех других методах проведения наблюдений. Руководители смен, выбираемые из числа наиболее опытных наблюдателей в каждой смене, должны иметь широкие знания по оперативным вопросам. Минимальные требования можно выполнить посредством обучения на рабочем месте.

c) Наблюдатель (классификация ВМО: техник-метеоролог) (O)

Количество наблюдателей, необходимых для проведения наблюдения, зависит от используемых методов (автоматический, полуавтоматический, ручной) и опытности наблюдателей. Наблюдателям не требуется какого-либо специального образования для проведения аэрологических наблюдений, но необходимо пройти официальную подготовку и обучение на рабочем месте.

d) Обслуживающий персонал/техники (классификация ВМО: техник-метеоролог) (M)

Персонал по техническому обслуживанию/техники должны иметь как минимум дипломы об окончании высшей школы или техникума. Они также должны иметь специализированную подготовку по техническому обслуживанию некоторых видов оборудования, некоторые знания по оборудованию станции, иметь знания по основам физических процессов в атмосфере и иметь как минимум двухлетний стаж работы.

e) Связист (C)

Роль связистов будет зависеть от объема передаваемой информации и других обязанностей. Основная подготовка включает учебный курс, а дальнейшие навыки приобретаются в процессе обучения на рабочем месте. Для работы с некоторыми видами оборудования иногда может потребоваться разрешение.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Эти таблицы предназначены в качестве руководства по количеству персонала, а не для определения минимальных потребностей.
2. Описание классификации метеорологического персонала и обязанностей содержатся в публикации *Руководящие принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258).

3.3.1.7 Обучение

Программа обучения направлена на то, чтобы персонал аэрологической станции мог выполнять возложенные на него обязанности. В обязанности входит администрирование и руководство станцией, эффективное выполнение программы наблюдений, а также выполнение новых требований или осуществление модификаций оперативных процедур. Обучение на периодической основе является важным.

Таблица III.3. Пример рекомендуемых потребностей в наблюдателях — количество на одно наблюдение

Метод наблюдения	*Шаропилотные наблюдения*						*Радиозондирование*						*Радиоветровое зондирование*						*Радиоветровые наблюдения*					
	S	*SS*	*O*	*C*	*M*	*T*[a]	*S*	*SS*	*O*	*C*	*M*	*T*[a]	*S*	*SS*	*O*	*C*	*M*	*T*[a]	*S*	*SS*	*O*	*C*	*M*	*T*[a]
Автоматический	–	–	–	–	–	–	1	–	1	1[b]	1[b]	2	1	–	1	1[b]	1[b]	2	1	–	1	1[b]	1[b]	2
Полуавтоматический	1	–	1	1[b]	–	2	1	–	1	1[b]	1[b]	2	1	–	1	1[b]	1[b]	2	1	–	1	1[b]	1[b]	2
Ручной	1	1[b]	1	1[b]	–	2	1	1	1	1[b]	1[b]	3	1	1	2	1[b]	1[b]	4	1	2	1	1[b]	1[b]	4

[a] Минимальное количество персонала, необходимого для проведения наблюдения; дополнительный персонал не включен.

[b] Для программы наблюдений этот персонал считается дополнительным; руководители рассматриваются как часть персонала, осуществляющего программу наблюдений.

Таблица III.4. Пример рекомендуемых потребностей в наблюдателях — количество в неделю

Наблюдений в день	*Метод наблюдения*	*Шаропилотные наблюдения*						*Радиозондирование*						*Радиоветровое зондирование*						*Радиоветровые наблюдения*					
		S	*SS*	*O*	*C*	*M*	*T*[a]	*S*	*SS*	*O*	*C*	*M*	*T*[a]	*S*	*SS*	*O*	*C*	*M*	*T*[a]	*S*	*SS*	*O*	*C*	*M*	*T*[a]
1	Автоматический	–	–	–	–	–	–	1	–	2	2[b]	1[b]	3	1	–	2	2[b]	1[b]	3	1	–	2	3[b]	1[b]	3
	Полуавтоматический	1	–	2	2[b]	–	3	1	–	2	2[b]	1[b]	3	1	–	2	2[b]	1[b]	3	1	–	2	3[b]	1[b]	3
	Ручной	1	2[b]	4	2[b]	–	5	1	2	2	2[b]	1[b]	5	1	2	4	2[b]	1[b]	7	1	2	4	3[b]	1[b]	7
2 или 3	Автоматический	–	–	–	–	–	–	1	–	3	3[b]	1[b]	4	1	–	3	3[b]	1[b]	4	1	–	3	3[b]	1[b]	4
	Полуавтоматический	1	–	3	3[b]	–	4	1	–	3	3[b]	1[b]	4	1	–	3	3[b]	1[b]	4	1	–	3	3[b]	1[b]	4
	Ручной	1	3[b]	6	3[b]	–	7	1	3	3	3[b]	1[b]	7	1	3	6	3[b]	1[b]	10	1	3	6	3[b]	1[b]	10
4	Автоматический	–	–	–	–	–	–	1	–	4	4[b]	1[b]	5	1	–	4	4[b]	1[b]	5	1	–	4	4[b]	1[b]	5
	Полуавтоматический	1	–	4	4[b]	–	5	1	–	4	4[b]	1[b]	5	1	–	4	4[b]	1[b]	5	1	–	4	4[b]	1[b]	5
	Ручной	1	4[b]	8	4[b]	–	9	1	4	4	4[b]	1[b]	9	1	4	8	4[b]	1[b]	13	1	4	8	4[b]	1[b]	13

[a] Минимальное количество персонала, необходимого для проведения наблюдения; дополнительный персонал не включен.

[b] Для программы наблюдений этот персонал считается дополнительным; руководители рассматриваются как часть персонала, осуществляющего программу наблюдений.

Техническая подготовка должна включать оперативные аспекты и аспекты технического обслуживания. Оперативная подготовка необходима для техников-метеорологов, которые снимают соответствующие показания с метеорологических приборов. Наблюдатель является ключевым членом группы этой категории персонала, поскольку он несет ответственность за сбор, приведение и подготовку данных зондирования для использования на месте и для передачи по системам телесвязи. Обучение на рабочем месте или посредством занятий на курсах представляется важнейшим элементом.

Обучение техническому обслуживанию необходимо для персонала, ответственного за профилактические работы и устранение неисправностей системы. Чтобы достаточно полно понимать работу электронного и электромеханического оборудования и обслуживать это оборудование, необходимо иметь теоретические знания. Теория обеспечивает основу для понимания работы современного и будущего оперативного метеорологического оборудования. Поэтому теоретические занятия должны иметь приоритет при обучении персонала, занятого техническим обслуживанием. Необходимо предусмотреть также практические занятия, прежде чем персонал приступит к обслуживанию сложного оборудования на станциях.

Учебные возможности часто предоставляются в местных или региональных университетах, техникумах, либо на заводах, изготовляющих специализированное метеорологическое оборудование. Обучение на рабочем месте должно проводиться либо в местной организации, либо в какой-либо другой организации, выполняющей те же функции. Что касается комплексного оборудования, то обучение на рабочем месте часто предоставляется после успешного окончания школы, а также вместо классных занятий. Общеобразовательная подготовка столь же важна, как и техническая подготовка, являясь основой для обеспечения эффективного функционирования оборудования.

3.3.1.8 Стандарты качества

Следует сделать ссылку на:

a) *Наставление по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485), часть II, 2.1.3, Минимальные стандарты;

b) *Руководство по Глобальной системе обработки данных* (ВМО-№ 305), глава 6.

3.3.2 Наблюдения/измерения

3.3.2.1 Общие положения

Основные положения см. в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), часть III, раздел 2.4.

Аэрологическое зондирование производится с помощью различных типов приборов на суше и на море, на постоянно действующих станциях и на подвижных платформах, включая научно-исследовательские суда.

Дополнительная информация по этим измерениям изложена в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, главы 12 и 13.

3.3.2.2 Шаропилотные наблюдения

Шаропилотные наблюдения являются одним из самых старых и простых используемых сегодня методов аэрологического наблюдения. Они включают визуальное слежение за подъемом шара-пилота с помощью оптического теодолита. Предполагаемая скорость подъема, зависящая от веса оболочки и подъемной силы газа, обеспечивает высоту, необходимую для расчета скорости и направления ветра. Наблюдатели считывают азимут и угол места за определенный период времени, пока за шаром можно следить визуально. Данные могут представляться графически для получения необходимых данных о ветре или вводиться в калькулятор или компьютер для полуавтоматического приведения данных.

Несмотря на то, что этот вид аэрологического наблюдения является примитивным по сравнению с другими методами, его продолжают использовать некоторые страны-члены. Он может быть недорогостоящей, легко осуществляемой процедурой зондирования, особенно в тех климатических условиях, которые характеризуются большим количеством безоблачных дней. Основным недостатком этого метода является то, что наблюдения ограничены даже самым небольшим количеством облаков. Кроме того, неопределенность измерений прямо пропорциональна достоверности предполагаемой скорости подъема.

Дополнительная информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 13, раздел 13.3.2.

3.3.2.3 Радиозондовые наблюдения

Из всех аэрологических наблюдений, в которых используются телеметрические сигналы для сбора данных, основными продолжают оставаться радиозондовые наблюдения. В сущности говоря, большинство радиозондов, используемых в настоящее время, измеряют основные переменные температуры, давления и относительной влажности (или точки росы). Эти измерения проводятся датчиками, установленными на приборном блоке, который снабжен также радиочастотным передатчиком. Передатчик передает эти данные на наземное приемное оборудование, где они наносятся на регистрирующую бумажную ленту или непосредственно вводятся в компьютер для последующего анализа. Независимо от используемого метода, эти данные должны переводиться в форму, которую можно легко распознавать и стандартизировать в соответствии с *Техническим регламентом* (ВМО-№ 49).

Конструкция радиозонда и размещение на нем датчиков должны быть такими, чтобы свести к минимуму неблагоприятные воздействия на датчик солнечной и земной радиации, осадков, испарения или его обледенение. При необходимости следует вносить соответствующие поправки на радиацию. За несколько минут до запуска радиозонда необходимо проводить контрольное или проверочное снятие показаний с каждого датчика.

На синоптической аэрологической станции вертикальное расстояние набирающего высоту радиозонда должно определяться посредством гидростатистических расчетов или слежения с помощью высокоточного радиолокатора. Измеряемые радиозондом переменные величины, желательные диапазоны и требования к неопределенности приведены в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 12, приложение 12.A.

Четко проведенное радиозондовое наблюдение дает двухмерную картину атмосферы и трехмерную картину, когда используется на аэрологической сети. В тех странах-членах, которые не используют оборудование для измерения ветра, шаропилотное наблюдение может проводиться совместно с радиозондовыми наблюдениями. Высоты могут быть очень точно рассчитаны по радиозондовым данным, которые, в свою очередь, дают точные данные о ветре.

Дополнительная информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 12.

3.3.2.4 Радиоветровые наблюдения

Общепринятый метод радиоветровых наблюдений предполагает использование радиолокатора для определения параметров ветра, который следит за отражающей поверхностью, прикрепленной к аэростату. На практике применение большинства оперативных радиолокаторов для измерения ветра связано с трудностью измерения высоты с достаточной точностью для удовлетворения потребностей пользователей в данных измерений давления и высоты в тропосфере.

Основным преимуществом этого метода наблюдений является малогабаритность оборудования, необходимого для данного вида аэрологических наблюдений, и его можно установить почти повсеместно. Эта система работает наилучшим образом в климатических условиях, при которых отсутствует влияние струйных течений на высотах, поскольку диапазон радиолокатора обычно ограничен приблизительно 100 км. Недостатком является влияние проходящих на высоте самолетов, которые могут помешать радиолокатору следить за мишенью.

Дополнительная информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 13, раздел 13.2.2.

3.3.2.5 Радиоветровое зондирование

Вероятно, самым распространенным видом аэрологических наблюдений, производимых во всем мире, является радиоветровое зондирование, или иными словами радиозондирование ветра. Отличие радиоветрового зондирования от радиоветрового наблюдения касается самого метода наблюдения. При радиоветровом зондировании прослеживается положение радиозонда, и эта информация используется для расчета данных по ветру. При этом радиозонд является активной мишенью. Другое отличие заключается в том, что методы сбора данных о местоположении могут меняться. Большинство видов радиоветрового зондирования в настоящее время включает два метода измерения ветра. Сюда входит использование систем радиопеленгации (РП) и использование сигналов навигационных средств (НАВАИД), таких как ГСОМ и дальняя навигация (ЛОРАН-С).

Эти системы имеют разную степень сложности — от ленточных самописцев до сложных компьютеров, которые автоматически анализируют данные. В целом радиопеленгаторное оборудование, используемое для измерения ветра, является крупногабаритным, а оборудование для НАВАИД сравнительно малогабаритным. Все системы имеют свои преимущества и недостатки, которые изложены в разделе 3.3.2.8.

3.3.2.6 Комбинированные радиозондовые и радиоветровые наблюдения

Аэрологические наблюдения включают использование радиозонда совместно с радиолокатором. Радиозонд снабжен датчиками для измерения метеорологических переменных. Они имеют передатчик, который посылает метеорологические данные и одновременно является активной мишенью для определения радиолокатором положения радиозонда. Этот тип аэрологического наблюдения дает наибольшее количество измеренных переменных, таких как температура, влажность, давление, высота подъема, скорость и направление ветра.

Переменные, перечисленные ниже, могут быть измерены или вычислены по основным измерениям, описанным в предыдущих параграфах:

- Скорость и направление ветра
- Постоянное давление/уровни высоты
- Данные по тропопаузе
- Точка росы
- Индекс стабильности (необязательно)
- Средний ветер (на двух уровнях)
- Сдвиг ветра
- Параметры облаков (необязательно)
- Максимальный ветер
- Высота нулевой изотермы (необязательно)
- Минимальная/максимальная температура и относительная влажность (наблюдения)
- Сверхадиабаты и инверсии (климат)
- Прочие данные

3.3.2.7 Аэрологическое зондирование с помощью автоматизированной судовой или наземной аэрологической системы

Разработка и успешное испытание полностью автоматизированной системы, известной под названием Программа автоматизированных аэрологических измерений с борта судна (АСАП), обеспечивает дополнительную возможность для получения данных аэрологических наблюдений в океанических районах, а также в удаленных районах земли.

АСАП предназначена для получения данных аэрологического зондирования из районов океана с недостаточным количеством данных благодаря использованию автоматических систем зондирования, установленных на борту торговых судов, совершающих регулярные рейсы по постоянным океанским маршрутам. Данные зондирований поступают в реальном масштабе времени в Глобальную систему телесвязи для использования оперативными центрами. АСАП имеет жизненно важное значение как для Всемирной службы погоды, так и для Глобальной системы наблюдений за климатом. Эксплуатацией приборов АСАП занимается несколько национальных метеорологических служб, и осуществление данной программы координируется в рамках группы экспертов по АСАП, входящей в состав группы по наблюдениям с судов Совместной технической комиссии ВМО/МОК по океанографии и морской метеорологии. Большая часть зондирований проводится в настоящее время в Северной Атлантике и северо-западной части Тихого океана. Группа по наблюдениям с судов публикует ежегодный отчет с информацией о ходе осуществления программы АСАП и статистическими данными о поступлении и качестве данных.

Основными элементами системы АСАП являются пусковое устройство, автоматическая аэрологическая система и система связи, а также наземная станция, которая принимает данные через спутник и вводит их в Глобальную систему телесвязи. Запуск шара-зонда производится автоматически, и его местоположение по мере подъема определяется с помощью глобальной системы определения местоположения для расчета параметров ветра на высотах. Вся обработка данных производится автоматически на компьютере, который переводит все данные зондирования в стандартные закодированные сообщения для передачи через геостационарный

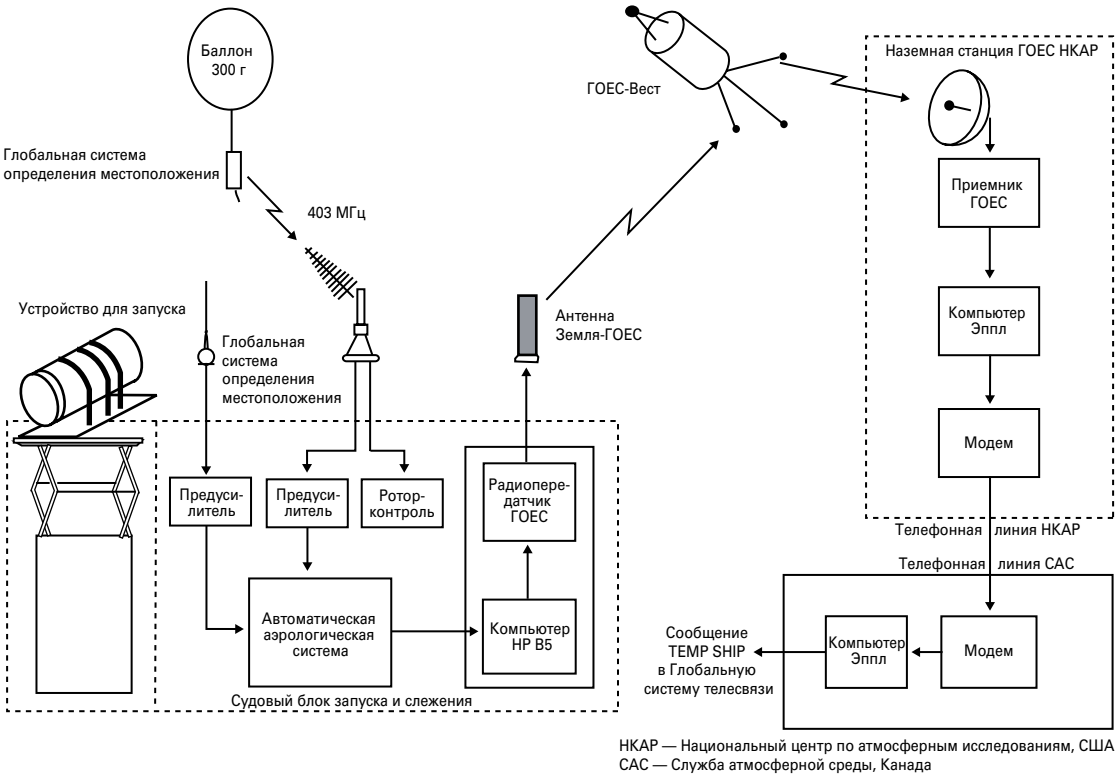


Рисунок III.12. Пример системы в рамках Программы автоматизированных аэрологических измерений с борта судна

метеорологический спутник, используя свою систему сбора данных. Высокая степень автоматизации позволяет работать с системой АСАП одному человеку.

На рисунке III.12 представлена блок-схема системы. В качестве примера показана система, используемая на судне, курсирующем в Тихом океане между Японией и Канадой. Схематическое изображение контейнера приведено на рисунке III.13.

3.3.2.8 Аэрологические системы

Аэрологическая система зондирования содержит два основных компонента, которые необходимы для проведения одного или нескольких аэрологических наблюдений, указанных в разделах 3.3.2.2–3.3.2.6: радиозонд, который измеряет и передает метеорологические данные, и наземную станцию, которая получает телеметрию и преобразует ее в продукцию, основанную на метеорологических данных. Эти системы, в свою очередь, состоят из пяти основных элементов:

a) радиозонд/передатчик;
b) антенна(ы)/приемное(ые) устройство(а);
c) система обработки сигнала (декодер);
d) системный компьютер;
e) метеорологическая операционная система (программное обеспечение).

Аэрологическая система может также содержать периферийное оборудование, характерное для определенных производителей, такое как устройства для наземной проверки радиозондов.

На рисунке III.14 показана упрощенная диаграмма для системы типа РП (a) и ГСОМ (b).

Важное различие между этими двумя видами заключается в том, что для систем РП приемник с частотой 1 680 МГц размещен в антенне. Для глобальных систем определения местоположения с частотой 403 МГц требуется два приемника (СВЧ и дифференциальная ГСОМ), которые оба размещены в метеорологическом процессоре. Из-за этого он становится гораздо более сложным и дорогостоящим устройством по сравнению с соответствующим процессором сигналов, применяемым в системах РП.

3.3.2.8.1 *Системы автоматического конфигурирования или функциональная совместимость*

Существует несколько причин, объясняющих то, почему аэрологические системы стали скорее закрытыми, а не открытыми системами автоматического конфигурирования:

a) производителями применяются являющиеся интеллектуальной собственностью методы для декодирования, корректировки и обработки данных о давлении, температуре и влажности, собранных при помощи их радиозондов. Эти методы не могут быть раскрыты без создания угрозы для коммерческих секретов;
b) разработка совместимых систем автоматического конфигурирования является дорогостоящей, и у производителей отсутствуют какие-либо стимулы для ее обеспечения;
c) производители заинтересованы в контроле всех частей системы, с тем чтобы поддерживать качество и обеспечивать полную интеграцию. Если один из производителей не контролирует всю систему, то трудно будет определить, кто несет ответственность в случае неисправности системы;
d) пользователи обычно в этом не нуждаются.

3.3.2.8.2 *Функциональная совместимость в системах РП*

Системы РП с частотой 1 680 МГц продемонстрировали техническую осуществимость функциональной совместимости. Для того чтобы в системе РП использовался новый радиозонд, его производителем должны быть соблюдены следующие два условия:

a) специально для данного зонда должна быть разработана система обработки сигналов, которая является совместимой с антенной и системным компьютером;
b) поставщик антенны должен быть обеспечен определенными алгоритмами, с тем чтобы метеорологическая операционная система могла осуществлять калибровку и коррекцию данных специально для данного зонда.

После интеграции нового зонда в операционную систему переход от одного зонда к другому должен стать возможным в течение нескольких минут.

3.3.2.8.3 *Функциональная совместимость в системах ГСОМ*

Хотя теоретически это возможно, функциональная совместимость не была продемонстрирована в системах ГСОМ с частотой 403 МГц. Это объясняется тремя главными причинами:

a) система обработки сигналов, которая меняется для обеспечения совместимости в системах РП (рисунок III.14 (a)), представляет собой относительно простое и недорогое устройство. Метеорологический процессор, используемый в системах ГСОМ (рисунок III.14 (b)) является значительно более дорогим, поскольку он включает приемники системы, а также декодер зонда;
b) антенны СВЧ и малошумящие усилители, включенные в системы ГСОМ с частотой 403 МГц, не стандартизованы, и их необходимо тщательно интегрировать с соответствующими приемниками в метеорологический процессор;

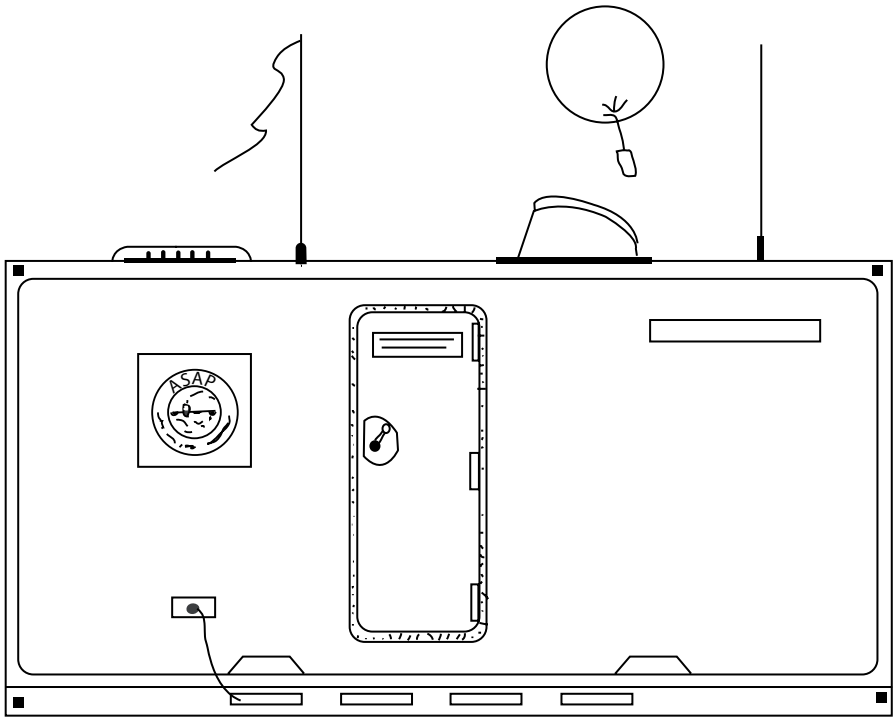


Рисунок III.13. Морской блок (судовая установка) для запуска и прослеживания в рамках АСАП

c) алгоритмы, необходимые для метеорологической операционной системы, являются более расширенными по сравнению с простой калибровкой и поправкой на солнце. Поскольку большинство производителей зондов пользуется оригинальными системами ГСОМ для определения параметров ветра, этот код также необходимо будет интегрировать.

Дополнительная информация о существующих системах приведена в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, главы 12 и 13.

3.3.2.8.4 *Оптические теодолиты*

Оптический теодолит, разновидность прибора для проведения съемок, был одним из самых первых разработанных аэрологических приборов. В нем используется телескопическое устройство, с помощью которого наблюдатель следит за шаром. В установленные интервалы времени, обычно одна минута, ведется регистрация угла места и азимута, в зависимости от высоты, которая оценивается. В разделе 13.2.1, глава 13, часть I *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8) приведено более полное описание этого метода.

3.3.2.8.5 *Радиопеленгация (РП)*

Одним из наиболее широко используемых методов получения информации о ветре является использование РП. Базовая конструкция системы РП состоит из параболической дисковой антенны, радиоприемника и ленточного самописца или предусмотрен прямой ввод в компьютер. Для получения информации о ветре выбираются данные по углу места и азимуту и наклонной дальности антенны через определенные интервалы времени, равные обычно одной минуте. Дальность действия антенны при приеме радиозондового сигнала зависит от мощности и коэффициента усиления антенны.

Предлагаемый странам-членам метод РП позволяет определять местоположение радиозондов с неопределенностью до ± 0,5° угла места и азимута и ± 20 м для наклонной дальности. Расчет ветра производится методом сферической геометрии, что дает возможность вводить их в компьютерные алгоритмы приведения.

Диаметр антенны может составлять от 2–3 м до 5–6 м. Обычно антенны необходимо укрывать от воздействия метеорологических условий, а более старые типы антенн требуют значительного техобслуживания ввиду воздействия многочисленных атмосферных частиц.

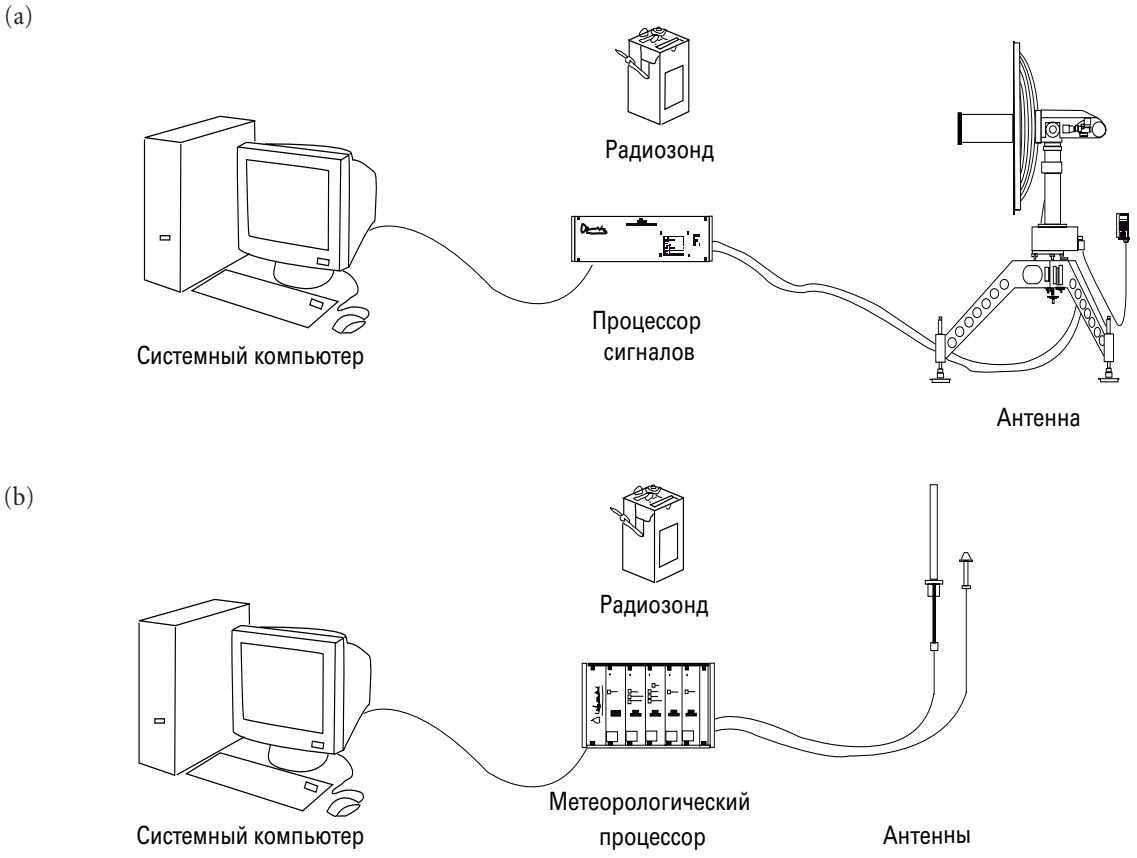


Рисунок III.14. Системы аэрологического зондирования с применением РП (a) и ГСОМ (b)

На способность антенн собирать точные данные, касающиеся угловых координат и наклонной дальности, могут влиять различные препятствия, например здания и деревья, находящиеся на пути между антенной и радиозондом.

3.3.2.8.6 *Радиолокатор для определения ветра*

Получить параметры ветра возможно путем трансляции, используя станцию слежения. Радиолокатор для определения ветра, исходя из его названия, может получать информацию о ветре без использования радиозонда для расчетов высот. Хотя во многом он сходен с радиотеодолитом, но получает данные несколько подругому. Вместо самонаведения на радиосигнал, как это производится при работе с радиотеодолитом, радиолокатор излучает импульсы, которые отражаются от мишени, находящейся под шаром. Эти отраженные сигналы измеряют расстояние между станцией и шаром, которое, вместе с углом места и азимутальным уголом, дает весьма точные данные о ветре. В разделе 13.2.4, глава 13, часть I *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8) дается более полное описание этого метода.

3.3.2.8.7 *Системы НАВАИД*

Принцип определения параметров ветра с помощью НАВАИД является простым. Шар или парашют, снабженный приемником НАВАИД, ретранслирует сигналы НАВАИД на опорную станцию. Эти сигналы передаются с нескольких фиксированных станций через зонд на опорную станцию. Разность во времени поступления сигналов используется для определения разности расстояния между парами станций. Поскольку длина пути от зонда до опорной станции является одинаковой для каждого передатчика, измерение разности расстояний исключает общее расстояние от зонда до опорной станции. Поэтому опорная станция может находиться в движении без внесения ошибки в расчеты ветра. Этот метод является идеальным для измерения ветра с подвижного судна с помощью шара-зонда. В разделе 13.2.5, глава 13, часть I *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8) дается более полное описание этого метода.

ЛОРАН-С является навигационной системой, используемой для обеспечения точного судовождения. Ряд цепей охватывает Тихий океан, Атлантический океан и побережье Мексиканского залива и Алеутских островов. Однако пока еще нет глобального охвата. Только несколько систем НАВАИД ЛОРАН-С были реализованы, но они обеспечивают отличную точность определения ветра, если располагаются в районах с хорошим охватом.

3.3.2.8.8 *Другие аэрологические системы*

3.3.2.8.8.1 Система Safesonde

Система Safesonde состоит из базовой станции, передатчика опорных сигналов и трех трансляционных станций, расположенных на расстоянии от 3 до 5 км от базовой станции. Сигналы передаются с радиозонда на частоте 403 МГц и ретранслируются на частоте 1 680 МГц с трансляционных станций на базовую станцию. Сравнение фазы полученных сигналов дает возможность рассчитать местоположение зонда в трех измерениях. Данные о температуре, влажности и давлении передаются на базовую станцию. Эти данные затем используются независимо для расчета высоты в качестве проверки измеренной высоты. Расчеты всех параметров проводятся на небольшом компьютере без участия оператора после произведенного запуска шара.

В пределах сети перемещение шара измеряется с неопределенностью до нескольких сантиметров в секунду. На более длинных расстояниях от сети ошибки заметно увеличиваются. Размеры сети могут быть увеличены для обеспечения точных данных на больших расстояниях. Типичные ошибки системы составляют 0,5 м/с за 10-секундные средние до высоты 5 км. На больших высотах неопределенность зависит от размеров базовой линии системы и расстояния шара от сети. Неопределенность выше 1 м/с должна получаться за одноминутное осреднение по всем высотам.

3.3.2.8.8.2 Сбрасываемые с самолета ветровые зонды

Сбрасываемые ветровые зонды работают таким же образом, как и радиозонды, передавая данные о давлении, температуре и влажности. Используется парашют, а не оболочка, и зонд должен быть сконструирован таким образом, чтобы справиться с сильной нагрузкой при выпуске. Существующие сбрасываемые ветровые зонды могут представлять опасность для населенных районов из-за их прочной конструкции.

До разработки навигационного зонда делалось много дорогостоящих и безуспешных попыток разработать сбрасываемый зонд, который мог бы измерять ветер. С введением зонда НАВАИД проблема была решена. Измеряется разность фазы сигналов, полученных зондом с нескольких передающих станций.

3.3.2.9 **Требования к наблюдениям**

3.3.2.9.1 *Сроки и частота наблюдений*

Правило 2.4.2, часть III, том I *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), предусматривает, что стандартными сроками аэрологических синоптических

наблюдений должны быть 0000, 0600, 1200 и 1800 МСВ. Соотношение между допустимым фактическим временем и соответствующим стандартным сроком наблюдения приведено в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, правило 2.4.10. Количество и время наблюдений указаны в правилах 2.4.8, 2.4.9 и 2.4.11 вышеупомянутой публикации.

3.3.2.9.2 *Вид наблюдений*

Центральная служба принимает решение о том, следует ли проводить аэрологические синоптические наблюдения, наблюдения на низком уровне или необходимо сочетание двух видов, чтобы удовлетворить потребности, указанные в пункте 2.4.6 *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III.

3.3.2.9.3 *Функции наблюдателя*

Наблюдателям следует выполнять процедуры, относящиеся к подготовке запуска, оценке данных и проверке данных, в соответствии со стандартными оперативными процедурами и другими инструкциями, предписанными для станции.

Процедуры подготовки к запуску включают проверку радиозонда и наземного оборудования для обеспечения их функционирования должным образом, наполнение оболочек и подготовку к записи данных наблюдений.

Процедуры оценки данных могут включать автоматические, полуавтоматические или ручные расчеты. Некоторые расчеты шаропилотных наблюдений в настоящее время проводятся полуавтоматически или автоматически.

Процедуры проверки достоверности данных являются ограниченными в определенной степени при работе с автоматическими аэрологическими системами. Для полуавтоматических систем процедуры проверки достоверности данных выполняются частично на компьютере и частично наблюдателем.

Наблюдателям могут поручить проводить периодические проверки оборудования независимо от фактических наблюдений и проводить настройку оборудования в соответствии со стандартными процедурами для используемого оборудования. (Некоторые виды оборудования, например радиотеодолиты и барометры, требуют сравнения со стандартами для проверки точности данных). Если оборудование выходит из строя или имеет неисправности, наблюдателям рекомендуется записывать такие неисправности в специальный журнал. Аэрологическая группа должна иметь в своем распоряжении запасные процедуры или запасное оборудование, когда основное оборудование выходит из строя. Расчеты вручную могут оказаться необходимыми, когда выходит из строя компьютер.

3.3.3 Аспекты специального управления

3.3.3.1 Общие положения

Аэрологические наблюдения являются сложной и дорогостоящей деятельностью, которая предпринимается с целью получения данных для трехмерного анализа атмосферы. Поэтому необходимы точные рабочие стандарты для каждой станции, которые должны обеспечиваться с помощью правильной организации управления и работы станции.

Стране-члену, эксплуатирующей сеть аэрологических станций, необходимо учредить в рамках национальной метеорологической службы соответствующую организационную группу, которой следует поручить все аспекты управления сетью, например функционирование станций, техническое обслуживание и руководство; материально-техническое обеспечение; закупку и поставку оборудования и другого необходимого материала для обеспечения эффективной и непрерывной работы станций.

Основные принципы организации деятельности группы управления сетью аэрологических станций являются такими же, как и принципы в отношении группы, ответственной за сеть синоптических станций приземных наблюдений (см. разделы 3.1.3 и 3.2.1). Поэтому в данном разделе рассматриваются только те аспекты, которые относятся к аэрологическим станциям.

3.3.3.2 Закупка приборов и оборудования

Дополнительная информация по приборам и оборудованию содержится в главах 12 и 13, часть I, и в главе 10, часть II *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8). Дополнительная информация может быть также предоставлена Секретариатом ВМО.

Полезная информация об используемых в настоящее время радиозондах и системах содержится в *Каталоге ВМО по радиозондовым и аэрологическим системам измерения ветров, использовавшихся странами-членами в 2002 г., и совместимости радиозондовых измерений геопотенциала за период 1998-2001 гг.*, Отчет по приборам и методам № 80 (WMO/TD-№ 1197).

3.3.3.3 Техническое обслуживание

Целью программы технического обслуживания является содержание оборудования в рабочем состоянии и поддержание надежного функционирования системы. В программу технического обслуживания следует включить профилактическое техническое обслуживание, калибровку оборудования, периодическую чистку и смазку, испытания для определения рабочих характеристик,

устранение неисправностей, подгонку и модификацию оборудования, по мере необходимости. Эта тема рассматривается в разделе 12.9, глава 12, часть I *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8).

Профилактическое техническое обслуживание является весьма важным и должно осуществляться в отношении всего оборудования. Более эффективно и целесообразно поддерживать оборудование в рабочем состоянии, чем ремонтировать поломку. Планирование профилактического технического обслуживания является абсолютно необходимым для успешного и постоянного функционирования аэрологической системы. Заводы — изготовители оборудования в процессе испытания и оценки определяют программу профилактического обслуживания, которая должна выполняться пользователями тщательным образом в течение всего периода использования оборудования для обеспечения его правильного функционирования. Если местные инструкции, касающиеся программы технического обслуживания, не противоречат стандартам заводов-изготовителей, то их следует выполнять. Там, где имеют место противоречия, следует запрашивать консультацию у изготовителей.

Целью периодических проверок и/или калибровки оборудования является обеспечение непрерывной работы оборудования при минимальных выходах из строя. Проверка должна включать детальный осмотр с целью обнаружения любых физических повреждений, устранение неисправностей при необходимости, проверку механических функций оборудования для обеспечения его работы в соответствии со спецификациями и допусками, и проверку всех электрических функций, которые должны соответствовать установленным изготовителем спецификациям ввода и вывода.

Периодические испытания для проверки рабочих характеристик дают информацию о том, что следует ожидать от оборудования в процессе его функционирования. Такое испытание является также эффективным средством обнаружения и исправления недостатков в работе оборудования до начала его применения. Рекомендуется проводить такие испытания регулярно, чтобы содержать оборудование в удовлетворительном рабочем режиме. Необходимо проводить моделирование условий эксплуатации для проверки оборудования и обеспечения работы, соответствующей спецификациям и требованиям к данным.

Эффективная программа внепланового технического обслуживания включает обеспечение наличия необходимого запаса материалов, запасных частей, а также наличие обученного персонала для ремонта электронного оборудования и наличие другого технического персонала.

Фирмы — изготовители оборудования обычно разрабатывают процедуры и методы, которые следует использовать для определения и устранения неисправностей. Эти методы и процедуры основаны на лабораторных испытаниях и на опыте оперативной работы, и их следует применять для устранения неполадок в приборах и поддержания высокого стандарта работы. Иногда неполадки в работе могут возникать в результате воздействия локальных и необычных условий, которые не отмечаются в других местах. Следует тщательно регистрировать такие неполадки и сообщать о них странам-членам, имеющим аналогичное оборудование.

Процедуры поиска неисправностей тесно связаны с плановым обслуживанием и рассматриваются в качестве совместных мер, направленных на устранение неисправностей.

В конструкторском проекте оборудования может быть один или несколько компонентов, у которых среднее время наработки на отказ меньше, чем предполагалось. Этим компонентам следует уделять особое внимание в программе технического обслуживания и, если они быстро изнашиваются, то необходимо информировать об этом заводы-изготовители с целью возможного изменения технического проекта. Модификация оборудования на местах должна проводиться с большой осторожностью, и изменение должно соответствовать спецификациям завода-изготовителя без внесения изменений в неопределенность и временную разрешающую способность данных.

3.3.3.4 Бюджетные потребности

Цель определения бюджетных потребностей заключается в том, чтобы обеспечить наличие ресурсов для эффективной и продуктивной работы аэрологической станции. Необходимо разработать стандарты для определения численности людей, необходимых на станции для предусматриваемых наблюдений. (См. раздел 3.3.1.6 и таблицы III.3 и III.4). Бюджетные потребности должны определяться на этой основе. Аналогичным образом должны определяться бюджетные потребности для технического обслуживания, запасных частей и других видов вспомогательной деятельности. Необходимо обеспечить ресурсами весь персонал, работающий на станции.

3.4 САМОЛЕТНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

3.4.1 Общие положения

Самолетная метеорологическая станция — это самолет в полете, с борта которого производится сбор

метеорологических данных с помощью приборов и оборудования, установленных для навигационных целей. Данные наблюдений могут дополняться визуальными наблюдениями за метеорологическими явлениями и субъективными или объективными оценками турбулентности и обледенения. Данные наблюдений, включенные в сводку, составляют важнейшую часть глобальной базы данных. Эти сводки имеют особенно важное значение для районов, в которых аэрологических данных недостаточно или они отсутствуют. Они могут обеспечить информацию по атмосферным явлениям, таким как ветер, температура и турбулентность вдоль горизонтальных и вертикальных профилей в меньших масштабах, чем другие системы наблюдений. Таким образом, они также составляют важный источник информации для выпуска сводок особых явлений погоды, а также для специальных расследований и научных исследований. Сбор и оценка послеполетных сводок должны также рассматриваться как ценный источник данных. При условии своевременного приема, обработки и распространения эти сводки могут использоваться для целей прогнозирования.

В последние годы стало очевидно, что значимые и ценные метеорологические данные могут быть получены из обширных районов мира посредством их сбора с воздушных судов, оборудованных соответствующими пакетами программного обеспечения. В настоящее время главными источниками передаваемых автоматически авиационных данных являются система сбора и ретрансляции данных с воздушного судна через спутник (АСДАР), и, на более позднем этапе, воздушные суда, оборудованные системой связи воздушных судов для адресации и передачи сообщений (АКАРС).

АКАРС осуществляют передачу данных с самолета на наземную станцию с помощью систем радиосвязи и систем спутниковой связи. Подобные системы обеспечивают потенциал для значительного увеличения объема данных наблюдений за ветром, температурой и влажностью, осуществляемых с воздушных судов.

Различные системы (АСДАР, АКАРС) имеют общее название АМДАР — система передачи метеорологических данных с самолета. Они вносят все более значительный вклад в базу данных наблюдений Всемирной службы погоды Всемирной Метеорологической Организации. Предполагается, что данные АМДАР неизбежно вытеснят составляемые вручную донесения с борта воздушного судна (АИРЕП).

Системы АМДАР функционируют на воздушных судах, оборудованных сложными навигационными системами и другими системами зондирования. Имеются датчики для измерения скорости воздушного потока, температуры воздуха и атмосферного давления. Другие данные, указывающие местоположение воздушного судна, ускорение и ориентацию, поступают из навигационной системы этого судна. На борту воздушного судна также находятся компьютеры для управления полетом и навигационные системы, при помощи которых осуществляется вычислительная обработка навигационных и метеорологических данных и их сообщение экипажу на приборной доске.

В системах АМДАР эти данные проходят дальнейшую обработку и автоматически передаются в систему связи воздушного судна для передачи на землю, или в качестве альтернативного варианта на воздушном судне может использоваться специализированный блок обработки для обеспечения доступа к исходным данным из систем воздушного судна и независимого получения метеорологических переменных. Кроме того, эти устройства применяются для компиляции и передачи метеорологических сводок в реальном масштабе времени. Эти сводки содержат информацию о скорости и направлении ветра, температуре воздуха, высоте, показателе турбулентности и местоположении воздушного судна.

Для того чтобы получить данные метеорологических измерений, репрезентативные для свободного воздушного потока вокруг воздушного судна, исходные данные метеорологических наблюдений необходимо подвергнуть существенной коррекции и комплексной обработке. Хотя связанная с этим обработка данных является весьма сложной, ошибки в сообщениях о ветре и температуре являются сопоставимыми с ошибками систем радиозондов. Таким образом, благодаря наблюдениям АМДАР могут быть получены высококачественные данные по одному уровню во время крейсерского полета и подробные данные о профиле до крейсерских эшелонов.

Наблюдения АМДАР, в случае их проведения, могут удовлетворять потребности глобального численного прогнозирования погоды в отношении разрешения и точности. Наблюдения с коммерческих воздушных судов ограничиваются конкретными маршрутами на крейсерском эшелоне, а данные о профиле могут быть получены только при наборе высоты или снижении в районах аэропорта. Наблюдения АМДАР не проводятся в стандартные сроки, и вследствие этого образуются существенные пробелы в наблюдениях из-за обычного расписания полетов.

Профили АМДАР могут быть весьма полезными для прогнозирования погоды на местном аэродроме и являются доступными при выполнении полетов. Особенно важное значение это может иметь во время суровых штормовых явлений.

Дополнительную информацию, касающуюся АМДАР, см. в *Aircraft Meteorological Data Relay (AMDAR) Reference*

Manual (Справочное наставление АМДАР — Система передачи метеорологических данных с самолета) (WMO-No. 958).

3.4.2 Приборное оснащение и обработка данных

Типы датчиков и их установка на борту самолета определяются заводами-изготовителями и зависят от типа самолета. Детали, касающиеся приборов, измерений и обработки данных на борту самолета, изложены в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 3.

3.4.3 Выбор площадки

Выбор наблюдательных площадок изложен в процедурах сообщения сводок, разработанных Международной организацией гражданской авиации (ИКАО) и национальными авиационными органами. См. *Технический регламент* (ВМО № 49), том II, [C.3.1.] 5. Они приводят обычно к накоплению данных в контрольных пунктах, фиксированных с интервалами 10° долготы или широты на основных воздушных линиях, причем большинство высот находится между верхними стандартными уровнями давления (300 гПа и 150 гПа).

Наблюдения, связанные с определенными явлениями погоды, должны проводиться всякий раз, когда такие явления имеют место.

Данные, полученные автоматически во время подъема или снижения, связаны с определенными заранее инкрементами давления и будут относиться к району аэродрома вылета или прилета. Однако ввиду географического разделения участков, используемых для захода на посадку и взлета, и ввиду различий скоростей снижения и набора высоты следует ожидать систематические расхождения.

3.4.4 Процедуры наблюдения и передачи данных

Требования к данным наблюдений для поддержки международной аэронавигации содержатся в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), том II. Информация о частоте и времени наблюдений приводится в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положения 2.5.5 и 2.5.11.

3.4.5 Связь

Данные АСДАР передаются с воздушного судна, на котором установлена эта система, через Международную систему сбора данных, действующую через систему метеорологических геосинхронных спутников (Метеосат, ГОЕС-Е, ГОЕС-В, ГМС). Наземные станции находятся в США, Японии и Европе, где полученные данные кодируются в код АМДАР ВМО и вводятся в Глобальную систему телесвязи.

Стандарты для канала ОВЧ-связи были установлены для АКАРС и приняты СИТА (ЭАРКОМ), АРИНК, Эр Кэнада (АКАРС) и Японией (АВИКОМ). Эти пять совместимых систем обеспечивают охват большинства материковых районов земного шара благодаря сети отдаленных наземных станций.

Авиакомпании, эксплуатирующие международные маршруты, имеют контакты с соответствующими провайдерами услуг, например трансатлантические операции требуют контактов с СИТА, АРИНК и АКАРС. АКАРС/ЭАРКОМ используется главным образом для автоматизации осуществления таких ключевых задач авиакомпаний, как техническое обслуживание, контроль двигателей, эксплуатация воздушных судов и материально-техническая поддержка. Метеорологические данные легко присоединяются к сообщениям по каналу связи воздух-земля и могут контролироваться посредством команды с земли или бортового программирования. В глобальном масштабе форматы данных для передачи метеорологических сводок по каналу связи воздух-земля через АКАРС/ЭАРКОМ не стандартизованы.

3.4.6 Персонал и обучение

Проведение метеорологических измерений и наблюдений с борта самолета являются частью подготовки пилотов, при осуществлении которой национальные метеорологические службы должны сотрудничать в максимально возможной степени.

3.4.7 Стандарты качества

К измерениям и сводкам операторы обычно применяют стандарты очень высокого качества, что обусловлено целями безопасности. Установлено, что качество самолетных сводок сравнимо с радиозондовыми данными. Для одного уровня сводки являются намного точнее, чем данные о ветре и температуре со спутника.

Систематические ошибки, отмечаемые в процессе оценки данных наблюдений, полученных в метеорологических бюро, должны быть еще определены; по возможности следует определить неисправный элемент и сообщить об этом оператору.

Национальным метеорологическим службам вместе с национальными авиакомпаниями следует разработать процедуры, предусматривающие постоянный мониторинг процесса передачи сводок, качества сводок и адекватности методов распространения.

3.5 АВИАЦИОННЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

3.5.1 Общие положения

Несмотря на то, что целью коммерческой авиации является независимость от метеорологических условий, и несмотря на то, что современная авиация достигла значительного прогресса в отношении всепогодных операций, тем не менее безопасность полетов связана с погодой, а атмосферные условия продолжают оказывать существенное влияние на экономику и бесперебойность работы коммерческой авиации. Кроме того, введение более низких оперативных минимумов и расширение масштаба операций усилили необходимость в надежной и полной информации по аэродрому. Задачи авиационных метеорологических станций, созданных на аэродромах и в других пунктах, представляющих значение для аэронавигации, заключаются в предоставлении этой информации. Наблюдения и сводки с авиационных метеорологических станций распространяются локально и на другие аэродромы в соответствии с региональными аэронавигационными соглашениями. Процедуры проведения наблюдений и передачи сводок разработаны совместно ВМО и ИКАО на основе оперативных потребностей, установленных ИКАО. Ответственность за предоставление средств удовлетворения этих потребностей возложена на ВМО (см. *Руководство по практике метеорологических подразделений, обслуживающих авиацию* (ВМО-№ 732)).

Основным документом, которым следует руководствоваться при проведении метеорологических наблюдений и передаче сводок на авиационных метеорологических станциях, является *Технический регламент* ВМО (ВМО-№ 49), том II — Метеорологическое обслуживание международной аэронавигации, часть I, C.3.1[5], раздел 4.

Повседневная деятельность по предоставлению метеорологической информации для целей аэронавигации требует тесного сотрудничества между метеорологическим персоналом с одной стороны и пользователями, такими как органы обслуживания воздушного движения и администрация аэропорта, центры по планированию полетов и летный состав, с другой. В частности, регулярно следует пересматривать тип и точность предоставляемых данных, форму и скорость их передачи пользователям, методы и срок документации, а также эффективность системы.

[5] За исключением небольших отличий редакционного характера, часть C.3.1 *Технического регламента* (ВМО-№ 49), том II, является идентичной приложению 3 (Международные стандарты и рекомендуемая практика — Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации) к Конвенции о международной гражданской авиации, обычно называемой «Приложение 3» в документах ИКАО.

3.5.2 Приборное оснащение

Типы приборов, используемых на авиационной метеорологической станции, в целом являются такими же, как и приборы для синоптической станции. Однако некоторые приборы, например облакомеры и трансмиссометры, являются характерными для авиационных метеорологических станций.

Потребности в специальной информации для районов захода на посадку и взлета, для зоны приземления или для участков взлетно-посадочной полосы, особенно на аэродромах для всепогодных операций, требуют установки целого комплекса приборов. В таких случаях необходимо решить, какие измерения должны использоваться на постоянной основе для сводок, подлежащих распространению за пределы аэродрома или в соответствующих радиопередачах для авиации.

Там, где используется только один прибор для измерения переменной, существенно важной для взлета или посадки, например приземного ветра, нижней границы облачности и атмосферного давления, следует предусмотреть резервный прибор на случай выхода из строя.

Приборы, требующие включения в электросеть, должны быть соединены с запасной электросетью, имеющейся на аэродроме. Учитывая значение отдельных метеорологических переменных для безопасности взлета и посадки и технические спецификации используемых приборов, следует определить, требуется ли непрерывное электропитание или же приемлемы периоды переключения и каким образом они должны быть ограничены.

На некоторых аэродромах желательно установить анемометры на отдаленных участках или другие дистанционные приборы, с помощью которых можно измерять вертикальный сдвиг ветра или порывы ветра на поверхности.

3.5.3 Местоположение метеорологических станций и приборов

Особое внимание следует уделить выбору площадок для проведения наблюдений или для установки приборов с целью обеспечения того, чтобы значения были репрезентативны для условий на аэродроме и вблизи него. Особенно важно, чтобы при выборе местоположения и установке приборов удовлетворялись оперативные потребности, чтобы приборы и работа с приборами не представляла опасности для аэронавигации и чтобы движение самолета по аэродрому, например руление, разбег при взлете, посадка и стоянка, а также различные аэродромные установки не оказывали влияния на измеряемые значения. Соответствующие инструкции содержатся в *Руководстве по метеорологическим приборам и*

методам наблюдений (ВМО-№ 8), часть II, глава 2, и в *Руководстве по авиационной метеорологии* (ИКАО, Doc 8896), приложение C.

Важно проводить четкое различие между наблюдениями на авиационных метеорологических станциях и синоптическими наблюдениями. Вторые из указанных наблюдений направлены на определение в одном месте значения метеорологической переменной, репрезентативной для довольно большого района. Метеорологические наблюдения для авиационных целей часто проводятся в нескольких местах и должны быть репрезентативными для более ограниченных районов и продолжительности времени. Поскольку условия меняются от аэродрома к аэродрому и поскольку точно соответствующие участки, для которых необходимы данные, не всегда имеются из-за ограничений для установки приборов, то нельзя дать универсально приемлемых рекомендаций. Подробная информация о репрезентативности измерений и наблюдений на авиационных метеорологических станциях содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 2, разделы: 2.2 Приземный ветер, 2.3 Видимость, 2.4 Дальность видимости на взлетно-посадочной полосе, 2.5 Текущая погода, 2.6 Облачность, 2.7 Температура воздуха, 2.8 Точка росы и 2.9 Атмосферное давление.

3.5.4 Программа наблюдений и передачи сводок

Существует несколько видов наблюдений, а именно:

a) Регулярные наблюдения
На аэродромах регулярные наблюдения обычно проводятся с интервалами в один час или полчаса в зависимости от региональных аэронавигационных соглашений. На других авиационных метеорологических станциях наблюдения проводятся в соответствии с потребностями органов обслуживания воздушного движения и полетных операций.

b) Специальные и другие нерегулярные наблюдения
На аэродромах регулярные наблюдения дополняются специальными наблюдениями, которые проводятся в интервалах между регулярными наблюдениями. Специальные наблюдения относятся к конкретным условиям, куда входит ухудшение или улучшение одной или нескольких метеорологических переменных.

Другие нерегулярные наблюдения, например наблюдения для взлета и посадки, проводятся в соответствии с договоренностью между метеорологическим полномочным органом и соответствующими органами обслуживания воздушного движения.

c) Непрерывные наблюдения в реальном масштабе времени
Информация о некоторых метеорологических параметрах необходима для органов обслуживания воздушного движения и операторов почти постоянно и в реальном масштабе времени. Сюда входит информация о приземном ветре для взлета и посадки и информация о нижней границе облаков или вертикальной видимости и дальности видимости на взлетно-посадочной полосе для всепогодных операций.

Поскольку эти потребности обычно не могут быть удовлетворены наблюдателем, желательно использовать, насколько это возможно, комплексные автоматические системы сбора, обработки и распространения/представления данных.

d) Синоптические наблюдения
Правила для приземных наблюдений, проводимых на синоптических станциях (раздел 3.2), обычно применяются и для авиационных наблюдений. Но поскольку авиационные метеорологические наблюдения имеют высокий приоритет, то их следует проводить первыми в случае появления встречных интересов. Наблюдения, необходимые для подготовки метеорологических сводок авиационными метеорологическими станциями, указаны в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положение 2.6.6.

Для некоторых переменных будут применяться различные процедуры при составлении сводок, распространяемых в пределах аэродрома и за его пределы.

Подробные инструкции по наблюдениям и передаче данных о приземном ветре, видимости, дальности видимости на взлетно-посадочной полосе, текущей погоде, облачности, температуре воздуха, температуре точки росы и атмосферном давлении, а также по включению дополнительной информации содержатся в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), том II, [C.3.1.] 4.6.

Обычно используемые приборы и методы наблюдений обсуждаются в главе 2, часть II *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8).

3.5.5 Средства связи

Цель средств связи в отношении авиационных метеорологических данных и сводок состоит в том, чтобы достичь оптимально быстрого реагирования в системе наблюдатель-прогнозист-диспетчер движения-пилот.

Метеорологические сводки открытым текстом, необходимые для взлета и посадки, следует передавать самым быстрым доступным способом диспетчеру воздушного движения, операторам и метеорологу-прогнозисту, если он работает отдельно от наблюдателя. То же самое

относится к распространению метеорологических сводок, которые должны быть включены при автоматической передаче информации в районе аэродрома или регулярных передачах по радио метеорологической информации воздушным судам, находящимся в полете. Автоматическую систему распространения/представления следует использовать для измеренных данных, необходимых на оперативной основе.

Для распространения кодированных метеорологических сводок целесообразно использовать стандартные метеорологические или авиационные системы телесвязи, такие как ГСТ, МОТНЕ (сеть метеорологической оперативной электросвязи в Европе) или АФТН (сеть авиационной фиксированной электросвязи).

3.5.6 Персонал и подготовка кадров

Персонал авиационной метеорологической станции, помимо полной подготовки к проведению различных метеорологических наблюдений, должен быть знаком с нормативными документами, в частности с *Техническим регламентом* (ВМО-№ 49, том II, [C.3.1.] 4) и *Наставлением по кодам* (ВМО-№ 306, том I.1, часть A). Информация по подготовке техников-метеорологов в области авиационной метеорологии приведена в публикации *Руководящие принципы образования и подготовки кадров в области метеорологии и оперативной гидрологии* (ВМО-№ 258).

Исходя из требований к проведению наблюдений с часовыми или даже с получасовыми интервалами необходимо полностью владеть процедурами наблюдений, кодирования и передачи сводок, если эти сводки должны готовиться быстро. Дополнительные наблюдения могут потребоваться в любое время, если погода ухудшается или улучшается, согласно установленным для этой цели критериям, или по запросу подразделений служб воздушного движения. Наблюдатели должны быть готовы к таким обстоятельствам и готовы проводить запрашиваемые наблюдения. Значение такой постоянной готовности для обеспечения авиационной безопасности должно быть отражено в служебных обязанностях и в инструкциях, определяющих максимально приемлемое количество непрерывных рабочих часов для наблюдателей.

3.5.7 Стандарты качества

Поскольку речь идет об авиационной безопасности, стандарты качества должны быть установлены на самом высоком уровне и для основных переменных выполняться на оперативной основе. Когда сбор, обработка и представление данных автоматизированы, наблюдатель должен проводить мониторинг всех данных, что дает ему возможность быстро вносить исправления. В течение периодов, предусмотренных локальными соглашениями или соответствующих потребностям, следует вести непрерывную регистрацию данных для предоставления пользователям.

Следует часто проверять показания приборов, проводить калибровку приборов и там, где необходимо, иметь запасные приборы или предусмотреть аварийное электроснабжение. Необходимо поддерживать контакты с пилотами после приземления, чтобы иметь обратную связь, касающуюся репрезентативности приземных наблюдений за ветром, видимостью, дальностью видимости на взлетно-посадочной полосе и облаками.

Более подробная информация содержится в *Руководстве по практике метеорологических подразделений, обслуживающих авиацию* (ВМО-№ 732).

3.6 СТАНЦИИ НА НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ СУДАХ И СУДАХ СПЕЦИАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ

Существует много научно-исследовательских судов и судов специального назначения, которые осуществляют различную деятельность во время экспедиций, но которые не всегда включены в Схему судов, добровольно проводящих наблюдения. Странам-членам, имеющим такие суда, следует предпринять все необходимые меры для обеспечения проведения на всех таких судах приземных и аэрологических метеорологических наблюдений в соответствии с программой наблюдений для подвижных морских станций (см. раздел 3.2.2.3). В частности, наблюдения за ветром на высотах являются исключительно важными для тропиков и районов с плохим охватом данными.

Научно-исследовательские суда и суда специального назначения могут быть также оборудованы для проведения батитермографических наблюдений во время океанских переходов. Использование батитермографов одноразового действия не требует снижения скорости судна или изменения его маршрута. Все мероприятия для таких наблюдений проводятся в рамках совместной ВМО и МОК Объединенной глобальной системы океанических служб. Процедуры сбора и обмена наблюдениями ВАТНУ и TESAC изложены в *Руководстве по применению рабочих процедур сбора океанографических данных и обмена ими*[6]. Предпочтительными сроками наблюдений ВАТНУ и TESAC являются 0000, 0600, 1200 и 1800 МСВ. Однако наблюдения, проведенные в любые сроки, являются полезными и их данные следует передавать.

---

[6] *Справочники и руководства МОК* № 3, 1999 г., ЮНЕСКО, или *Наставление по Глобальной системе телесвязи* (ВМО-№ 386), том I, часть I.

3.7 КЛИМАТОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

3.7.1 Организационные аспекты

Каждая страна-член должна создать сеть климатологических станций на своей территории. Сеть климатологических станций должна обеспечивать удовлетворительную репрезентативность климатологических характеристик всех типов местности на территории соответствующей страны-члена, например равнины, холмистые и горные районы, плоскогорье, морские побережья, внутриматериковые районы, долины.

Каждой стране-члену следует составлять обновляемый справочник климатологических станций по своей территории, как указано подробно в пункте 3.2.1.2.6 для синоптических станций.

Дополнительная информация по этому вопросу содержится в *Руководстве по климатологической практике* (ВМО-№ 100) и в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8). Конкретно климатологические наблюдения изложены в главе 2 второго из указанных выше руководств.

3.7.2 Сеть климатологических станций

Расстояние между климатологическими станциями не должно превышать 100 км там, где это возможно (станции с персоналом следует дополнить по необходимости и возможности автоматическими станциями), а в пустынях и в других малонаселенных районах плотность должна быть по возможности такой же. Наблюдения со станций, расположенных на большем расстоянии друг от друга, также являются очень полезными, но это расстояние между станциями не должно превышать 500 км.

Климатологические станции для измерения осадков должны быть расположены ближе друг к другу, но плотность зависит от географических характеристик и экономических соображений.

3.7.3 Классификация станций

Согласно *Наставлению по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, приложение, сеть климатологических станций включает следующие станции:

a) опорные климатологические станции;
b) главные климатологические станции;
c) обычные климатологические станции;
d) климатологические станции специального назначения.

Программы наблюдений для отдельных категорий климатологических станций описаны в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), часть III, раздел 2.8.

3.7.3.1 Опорные климатологические станции

Каждой стране-члену следует иметь по крайней мере по одной опорной климатологической станции для различных климатических регионов. Опорная климатологическая станция должна быть расположена в месте, которое отвечает всем требованиям, обеспечивает неизменность расположения приборов и в котором наблюдения могут проводиться в репрезентативных условиях. Окрестности станции не должны подвергаться изменениям во времени в такой степени, чтобы влиять на однородность рядов наблюдений.

3.7.3.2 Главные климатологические станции

Каждой стране-члену следует организовать инспекцию своих главных климатологических станций по меньшей мере один раз в год, но желательно дважды в год, летом и зимой. Особое внимание следует уделять любым возможным изменениям в размещении станции. С этой целью рекомендуется каждые пять лет делать четыре фотографии на высоте психрометрической будки по основным направлениям по компасу: север, восток, юг, запад.

Каждая главная станция должна быть расположена в таком месте и организована таким образом, чтобы обеспечивать непрерывное функционирование станции, по крайней мере в течение 10 лет, и неизменность расположения приборов в течение длительного периода времени.

3.7.3.3 Обычные климатологические станции

Предпосылки для создания обычной климатологической станции такие же, как и для главной климатологической станции.

Работа такой станции может быть ограничена более коротким периодом времени, но не менее чем тремя годами. Инспекция должна проводиться время от времени, предпочтительно в зимний период, чтобы обеспечить высокий стандарт наблюдений и правильное функционирование приборов.

3.7.3.4 Станции специального назначения

Эти станции создаются страной-членом для специальной программы наблюдений, которая ограничена количеством измеряемых переменных и соответствующим приборным оснащением. В специальной программе будут определены частота, пространственное распределение и временной охват наблюдений на нерегулярной основе.

3.7.3.4.1 *Осадкомерные станции*

Работа и программа наблюдений этих станций специального назначения связаны только с осадками. Приборное оснащение включает стандартный осадкомер, имеющийся у страны-члена, а в пустынных районах — механический или автоматический суммарный осадкомер. Они могут быть дополнены плювиографами. В течение зимнего периода во многих районах требуются снегомеры и измерение высоты снежного покрова.

Каждой стране-члену следует организовать инспекцию осадкомерной станции по меньшей мере каждые три года или, если необходимо, чаще для обеспечения высоких стандартов наблюдений и правильной установки и функционирования приборов. Важно отмечать любые изменения окружающих условий. Надлежащие меры должны быть приняты для обеспечения правильного функционирования станции.

3.7.4 Функционирование станций

Требования к наблюдениям типовой климатологической станции изложены в главе 1, раздел 1.3, часть I *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8).

Каждой стране-члену следует организовать наблюдения на любой климатологической станции в фиксированные сроки в соответствии со стандартным временем (МСВ или другим), которые должны оставаться неизменными в течение всего года независимо от введения властями летнего или зимнего времени.

Если на климатологической станции проводятся два или более наблюдений, то их следует организовать в такое время, чтобы отражать значительные суточные колебания климатических переменных.

Когда вводятся изменения на станции, включая замену станции или любые изменения вокруг наблюдательной площадки, то следует проводить одновременные наблюдения в течение того же периода минимум в один год для определения воздействий замены приборов или площадок на климатические данные и получения точных значений наблюдаемых величин.

Если вносятся изменения в сроки климатологических наблюдений, то также следует проводить одновременные наблюдения на основной сети репрезентативных станций в течение периода, включающего основные климатические сезоны этого района, в прежние и в новые сроки наблюдений.

3.7.5 Стандарты качества

Необходимо обратиться к следующим публикациям:

a) *Руководство по климатологической практике* (ВМО-№ 100), глава II, 2.6 — Функционирование станций и сети, и глава III, 3.4 — Контроль качества (проект третьего издания, 2007 г.);
b) *Guidelines on Climate Metadata and Homogenization* (Руководящие принципы по вопросам климатических метаданных и обеспечению однородности данных, WMO/TD-№ 1186), 2.5 — Обработка данных.

3.7.6 Архивация

Необходимо предпринимать все возможные меры по сохранению климатологических данных для их использования в будущем.

3.8 АГРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ СТАНЦИИ

3.8.1 Организационные аспекты

Каждой стране-члену следует организовать на своей территории сеть агрометеорологических станций. Для обеспечения требуемых данных сеть агрометеорологических станций должна быть полностью репрезентативной для существующих сельскохозяйственных районов, которые определяются биологическими и метеорологическими факторами. Поэтому плотность сети станций каждого типа должна быть адекватной для определения метеорологических параметров в масштабе и значениях, требуемых для агрометеорологического планирования, деятельности и научных исследований, принимая во внимание национальный агротехнический потенциал и особенности страны.

Каждой стране-члену следует составлять обновляемый справочник сетей агрометеорологических станций, как указано подробно для синоптических станций. Дополнительно следует предоставлять следующую информацию по каждой станции:

a) естественная биомасса, основная агросистема и культуры района;
b) типы почвы, физические постоянные и профили почвы.

Основные требования к сельскохозяйственной метеорологии изложены в *Руководстве по агрометеорологической практике* (ВМО-№ 134). Конкретно следует отметить главу 2 — Элементы агрометеорологии и их наблюдение.

Важная информация по этому вопросу также приведена в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№. 8). Ссылки делаются главным образом на главы, касающиеся измерений метеорологических переменных, относящихся к агрометеорологическим станциям: часть I, главы 1, 2, 4, 5, 7, 10 и 11; и часть II, глава 1.

3.8.2 Классификация станций

Согласно *Наставлению по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, приложение, агрометеорологические станции классифицируются следующим образом:

a) главная агрометеорологическая станция;
b) обычная агрометеорологическая станция;
c) вспомогательная агрометеорологическая станция;
d) агрометеорологическая станция специального назначения.

Программы наблюдений агрометеорологических станций описаны в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положения 2.11.5 и 2.11.6.

На рисунке III.15 приведен пример расположения приборов на агрометеорологической станции.

Согласно *Наставлению по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положение 3.1.8, агрометеорологические станции следует инспектировать по крайней мере один раз в год.

3.8.3 Работа станций

Информация, приведенная в разделе 3.7.4, обычно применима и к агрометеорологическим станциям.

3.9 СПЕЦИАЛЬНЫЕ СТАНЦИИ

3.9.1 Общие задачи и цели специальных станций

Для измерения или регистрации метеорологических переменных, представляющих особый интерес, используются разнообразные специальные станции. Эти станции предоставляют специализированную информацию, которая является важной для общих целей Всемирной службы погоды, хотя их основная цель направлена на удовлетворение национальных потребностей, касающихся метеорологических явлений местного масштаба и мезомасштаба.

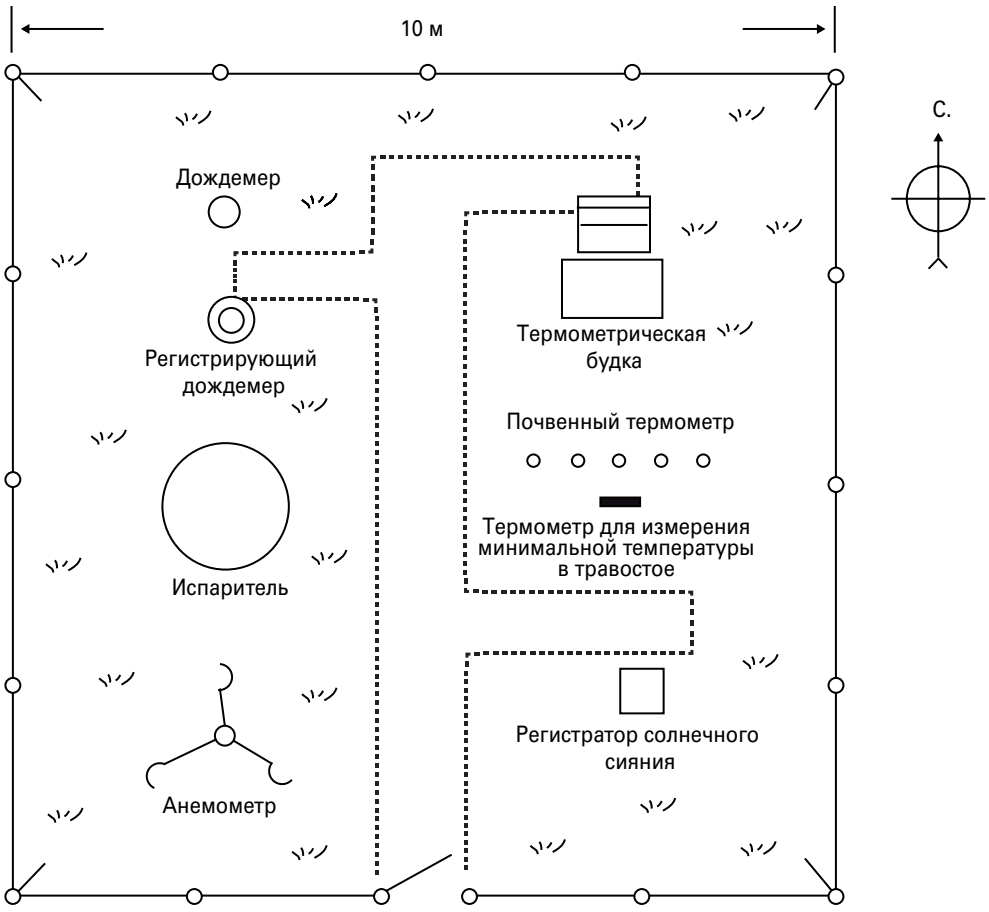


Рисунок III.15. Пример расположения приборов на агрометеорологической станции в северном полушарии

Некоторые категории специальных станций (радиолокационные станции, самолетная съемка) могут эффективно с экономической точки зрения охватывать большие районы. При этом может создаваться некоторый избыток данных, который неизбежен, если необходима проверка регулярно имеющихся в распоряжении данных или обеспечение гарантии на случай внезапного выхода из строя какой-либо одной системы.

3.9.2 Категории специальных станций

3.9.2.1 Метеорологические радиолокационные станции

3.9.2.1.1 *Общие замечания*

Метеорологические радиолокационные станции во многих случаях расположены вместе со станциями приземных или аэрологических наблюдений опорной синоптической сети. Такие станции следует создавать и оборудовать для проведения радиолокационных наблюдений с целью получения информации по районам осадков и связанным с ними явлениям и информации по вертикальной структуре облачных систем. Информация, полученная с радиолокационных станций, используется для оперативных целей в синоптической метеорологии — прогнозирование и выпуск предупреждений об опасных погодных явлениях, таких как тропические циклоны, подготовка численных анализов и рекомендаций, авиационная метеорология и гидрология, а также для научно-исследовательских целей.

Техническая записка ВМО № 181 *Использование радиолокаторов в метеорологии* (ВМО-№ 625) содержит полезный материал по типам имеющихся радиолокаторов, их возможному применению, методам работы и по практическим аспектам размещения и технического обслуживания.

Дополнительная информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 9.

3.9.2.1.2 *Выбор местоположения*

Ниже приводятся несколько принципов, которые следует учитывать при выборе площадки для радиолокационной станции:

a) участок должен быть свободен от естественных или искусственных препятствий, которые могли бы создать помехи радиолокационному лучу. Следует изучить локальные планы застройки для определения будущих потенциальных помех. Фиксированных мишеней по возможности должно быть меньше или, по крайней мере, они не должны превышать уровень радиолокационной антенны более чем на 0,5°;
b) многие национальные правила требуют проведения обследования, чтобы не допустить влияния микроволнового излучения на население в районе станции;
c) разрешение на работу радиолокатора на планируемой площадке должно быть получено от соответствующих организаций по радиотелесвязи, чтобы избежать любых помех со стороны других установок.

Дополнительную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 9, раздел 9.7.1.

3.9.2.1.3 *Программа наблюдений*

Радиолокационные наблюдения признаны наиболее полезными для:

a) обнаружения явлений суровой погоды, их отслеживания и предупреждения о них;
b) мониторинга синоптических и мезомасштабных метеорологических систем;
c) оценки количества осадков;
d) обнаружения сдвига ветра.

Дополнительная информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 9, раздел 9.1.3.

3.9.2.1.4 *Организационные аспекты*

Радиолокационное метеорологическое наблюдение представляет собой ручную или автоматическую «оценку» радиолокационных отраженных сигналов, полученных от метеорологических мишеней, закодированную в виде сообщения, которое передается в различные метеорологические центры или другим пользователям через регулярные промежутки времени.

В пределах оперативной сети метеорологических радиолокаторов расстояние между двумя станциями должно быть функцией эффективной дальности радиолокатора. В том случае, если сеть радиолокаторов предназначена главным образом для синоптических применений, радиолокаторы в средних широтах следует размещать на расстоянии приблизительно 150–200 км друг от друга. Это расстояние может быть увеличено в более близких к экватору широтах, если представляющие интерес отраженные радиолокационные сигналы часто достигают больших высот. Радиолокаторы с узким пучком обеспечивают наибольшую точность для измерений осадков.

Радиолокационные сети имеют регулярный график наблюдений. Однако на любой радиолокационной станции время наблюдений может быть продлено или могут проводиться непрерывные наблюдения в зависимости от текущей погодной ситуации. Перечень средств для

представления результатов измерений и выпускаемой продукции изложен в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 9, раздел 9.1.4.

Следует иметь по крайней мере одну главную метеорологическую радиолокационную станцию или национальный метеорологический радиолокационный центр, который будет нести ответственность за получение данных радиолокационных наблюдений с местных станций и обобщать эти данные в виде крупномасштабных изображений отраженных сигналов для всей сети. Национальный метеорологический радиолокационный центр также должен нести ответственность за регулярную инспекцию и контроль качества данных, поступающих с сети.

3.9.2.1.5 ***Функционирование***

Каждой стране-члену по своей территории следует вести обновляемый справочник метеорологических радиолокационных станций, в котором приводится следующая информация по каждой станции:

a) название, географические координаты и высота над уровнем моря;
b) тип радиолокатора и некоторые характеристики используемого оборудования, такие как длина волны или максимальная мощность передачи;
c) обычный график наблюдений.

Минимальная радиолокационная сеть должна состоять по меньшей мере из двух радиолокаторов, которые вместе охватывают большую часть района наблюдений. По мере необходимости отдельный радиолокатор может функционировать вместе с другими радиолокаторами, расположенными в соседних странах, что составляет сеть. Оценки приземных осадков при помощи типовых радиолокационных систем готовятся для районов, как правило, площадью 2 км^2 с последовательностью в 5–10 минут.

Постоянно растет число метеорологических служб, государственных организаций, коммерческих пользователей и водохозяйственных организаций, которые получают комбинированные радиолокационные изображения или графические данные, подготавливаемые в метеорологическом радиолокационном центре, или отдельные радиолокационные изображения непосредственно с радиолокационных площадок.

3.9.2.1.6 ***Связь***

Регулярные радиолокационные данные кодируются в кодовых формах FM 20-VIII RADOB, *Наставление по кодам* (ВМО-№ 306, том I.1, часть A), или FM 94 BUFR, *Наставление по кодам* (ВМО-№ 306, том I.2, части B и C), и затем распространяются своевременно через национальную или региональную сеть телесвязи. Оборудование телесвязи, необходимое для распространения данных, зависит от временной разрешающей способности данных, уровня обработки и качества имеющейся связи (телефонные линии и т. п.).

3.9.2.1.7 ***Персонал***

Категория и количество персонала, необходимые для обслуживания метеорологического радиолокатора, зависят от типа используемого оборудования, уровня автоматизации и количества требуемых наблюдений.

Персонал по ремонту и техническому обслуживанию, отвечающий за метеорологическую радиолокационную станцию или за всю сеть, должен иметь специализированную подготовку в области техобслуживания и эксплуатации используемого оборудования и иметь основные знания в области электроники и радиолокационной техники.

Необходимо иметь старшего специалиста для периодической проверки калибровки приборов и методов интерпретации, используемых при ручных или полуавтоматических наблюдениях.

3.9.2.1.8 ***Стандарты качества***

Соотношение между приземными дождевыми осадками и силой отраженного радиолокационного сигнала не является, к сожалению, постоянным и географически универсальным. Имеются также значительные отраженные сигналы от наземных препятствий и аномальные распространения, которые не обусловлены дождевыми осадками. Трудности корректировки расчетов приземных дождевых осадков объективным методом в оперативные сроки является одним из факторов, который следует принимать во внимание при проектировании взаимодействующих систем индикации и интерпретации радиолокационных изображений.

Помимо контроля качества радиолокационных наблюдений объединенная цифровая спутниковая и радиолокационная интерактивная система может дать возможность операторам использовать данные геостационарного спутника для расширения анализа приземных дождевых осадков за пределами района, охватываемого радиолокатором. Это требует субъективного мнения, а также использования алгоритмов, которые позволят установить взаимосвязь между приземными дождевыми осадками и яркостью фона облаков и температурой. В качестве альтернативного варианта при анализе данных об осадках и оценке осадков по отраженным сигналам радиолокатора может также проводиться калибровка отраженных сигналов радиолокатора в масштабе реального времени по данным об осадках, полученных при помощи дождемеров.

3.9.2.2 Станции по наблюдению за радиацией

3.9.2.2.1 *Общие положения*

Странам-членам рекомендуется создать по крайней мере одну главную станцию по измерению радиации в каждой климатической зоне своей территории и поддерживать сеть станций достаточной плотности, позволяющей изучать радиационную климатологию. (См. *Наставление по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, раздел 2.12.3.)

Терминология по радиационным характеристикам и измерительным приборам, а также классификации и калибровке пиранометров содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 7.

3.9.2.2.2 *Выбор местоположения*

Необходимо предпринять все усилия, чтобы станции по наблюдению за радиацией располагались таким образом, чтобы иметь соответствующую экспозицию приборов, позволяющую проводить репрезентативные наблюдения. Участок, на котором расположена станция, должен иметь свободный, без препятствий горизонт. Желательно, чтобы экспозиция и окружающая станцию местность не изменялись со временем настолько, чтобы это повлияло на однородность рядов наблюдений.

3.9.2.2.3 *Выбор приборов*

Подробная информация, касающаяся приборов и измерений радиации, содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, главы 7 и 8.

3.9.2.2.4 *Программа наблюдений*

Различные программы наблюдений на главных и обычных станциях по наблюдению за радиацией изложены в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544) том I, часть III, положения 2.12.3.5 и 2.12.3.6.

Для глобальной сети измерений радиации важно, чтобы данные были однородными по отношению не только к калибровке, но также и к срокам наблюдений.

3.9.2.2.5 *Организационные аспекты*

При планировании сети станций по наблюдению за радиацией необходимо рассмотреть специальные потребности всех потенциальных пользователей. Поэтому необходимы ответы на следующие вопросы:

a) Сколько станций необходимо для удовлетворения потребностей в отношении пространственного разрешения различных видов метеорологических радиационных параметров?
b) Какая программа наблюдений по каждому радиационному параметру должна быть разработана для оперативных и неоперативных целей?

Главную станцию наблюдений за радиацией следует располагать вблизи или совместно с национальным радиационным центром, который несет ответственность за калибровку и проверку всех радиометрических приборов, используемых на национальной сети станций.

Детальные спецификации по национальному радиационному центру приведены в главе 7, приложение 7.C, часть I *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8).

3.9.2.2.6 *Функционирование*

Исчерпывающее выполнение задач, поставленных перед национальным радиационным центром, является обязательным условием адекватно оборудованной и регулярно работающей национальной радиационной сети.

Измерения радиации, как указано в главе 7, часть I *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), могут быть организованы в рамках метеорологических станций. Каждой странечлену следует вести обновляемый список радиационных станций по ее территории, в котором содержится необходимая информация по каждой станции, в том числе информация, предусмотренная положением 2.12.3.3, часть III, том I *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544).

Национальный радиационный центр несет ответственность за подготовку и обновление всей необходимой технической информации по работе и обслуживанию национальной сети станций по наблюдению за радиацией.

Результаты всех измерений радиации, проведенных на станции по наблюдению за радиацией, следует собирать и/или передавать в назначенный центр в соответствии с договоренностями, которые гарантируют своевременное использование данных для оперативных, а также для научно-исследовательских целей. Сбор данных производится через каналы телесвязи или по почте.

3.9.2.2.7 *Связь*

Некоторые данные регулярных измерений радиации, такие как рассеянная солнечная радиация, а также продолжительность солнечного сияния, кодируются,

а затем передаются своевременно в национальный метеорологический центр для дальнейшей обработки этих данных.

В то время как данные о продолжительности солнечного сияния кодируются в десятых долях часа и включаются один раз в день в раздел 3 кодовой формы FM 12-XIV SYNOP (см. *Наставление по кодам* (ВМО-№ 306), том I.1, часть A) для регионального обмена метеорологическими данными, данные по суммарной радиации и рассеянной радиации могут кодироваться и распространяться в национальном масштабе вместе с другими данными синоптических наблюдений, используя те же процедуры сбора и каналы телесвязи.

3.9.2.2.8 *Персонал*

Персонал национального радиационного центра должен обеспечить непрерывную работу и должен иметь по меньшей мере одного квалифицированного ученого, имеющего опыт в области радиации. Этот персонал также несет ответственность за предоставление инструкций персоналу любой другой станции в сети и за обеспечение тесной связи с другими станциями.

Наблюдатели на радиационных станциях должны иметь соответствующую подготовку, чтобы обеспечить сбор точных и надежных данных по радиации. В некоторых случаях может потребоваться специальная подготовка, если наблюдатели должны использовать сложные приборы и оборудование.

3.9.2.2.9 *Стандарты качества*

Все данные по радиации, предназначенные для постоянного хранения или неоперативного исследования, должны подвергаться контролю качества либо вручную, либо автоматически. Ошибки или неточности следует устранять как можно быстрее.

3.9.2.3 Станции обнаружения атмосфериков

3.9.2.3.1 *Общие положения*

Атмосферики, или сферики, можно определить как электромагнитные волны, возникающие в результате электрических разрядов, например в результате грозовых разрядов в атмосфере.

Основная цель такой специальной станции заключается в том, чтобы установить наличие атмосфериков на основе наблюдений и определить их интенсивность. Технический прогресс позволяет обнаруживать отдаленные грозы с помощью автоматизированных систем обнаружения атмосфериков.

Некоторые характеристики атмосфериков, определенные с помощью специальных методов, могут полезно использоваться вместе с другими наблюдениями, особенно для мезометеорологических целей, для анализа сильных штормов, чтобы определить их характеристики, дать прогноз их интенсивности и улучшить заблаговременное оповещение населения. В частности, сети обнаружения молний оказались полезными и дополнили радиолокационное обнаружение штормов, особенно в горных районах, где могут иметься помехи при работе радиолокатора.

Более подробная информация по обнаружению местонахождения источников атмосфериков изложена в главе 7, часть II *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8).

3.9.2.3.2 *Выбор местоположения*

Исходя из экономической целесообразности, системы обнаружения молний обычно устанавливаются либо в месте расположения обслуживаемых персоналом или автоматических синоптических станций, либо в месте расположения радиолокационных метеорологических станций. Если датчик регистрации молний или грозы должен быть использован для автоматического обнаружения и сообщения о наличии (или отсутствии), направлении, дальности, интенсивности и движении таких явлений в пределах оперативной сети станций обнаружения атмосфериков, то расстояние между двумя станциями не должно превышать 150–250 км.

Площадь, охватываемая системой, состоящей, по крайней мере, из трех станций обнаружения атмосфериков, может быть расширена на несколько десятков километров для локальной системы оповещения и до 200–400 км для региональной системы оповещения.

До внесения значительных инвестиций в установку необходимо изучить весь комплекс технических средств, имеющихся на станции, особенно наличие электричества, телесвязи и персонала. Следует руководствоваться теми же соображениями, что и при выборе местоположения для автоматических метеорологических станций.

3.9.2.3.3 *Основное оборудование*

Тип предполагаемого к использованию оборудования зависит от цели, для которой планируются наблюдения, а также технологии или метода, которые должны применяться.

3.9.2.3.4 *Программа наблюдений*

Для полномасштабного использования данных о координатах вспышек молнии необходимы их сбор, передача и обработка в реальном масштабе времени.

Следует учитывать в программе наблюдений потребности различных пользователей и осуществлять ее совместно с другими системами наблюдений.

Программа наблюдений зависит от следующих факторов:

a) типа оборудования, используемого на станции наблюдений, например:
   i) радиопеленгаторы (оптимальное расстояние между станциями должно быть 500–1 000 км);
   ii) приемники с функцией измерения времени поступления сигнала (для эффективного обслуживания необходимо иметь пять станций);
   iii) детекторы локальных молний (эффективные счетчики молний полезны только в радиусе 20–50 км);

b) типа используемой измерительной системы:
   i) системы с ручным управлением (например, только для периодов дискретных измерений от H-10 до H; непрерывное наблюдение нецелесообразно);
   ii) полуавтоматические системы (необходимы компьютеры);
   iii) автоматические системы (процесс дискретных измерений и время, предусмотренное для передачи и обработки данных).

3.9.2.3.5 *Организационные аспекты*

В рамках оперативной сети станций обнаружения атмосфериков требуется следовать четким организационным принципам и необходима контрольная станция. Автоматические системы являются предпочтительными там, где имеются условия для полной автоматизации сети.

3.9.2.3.6 *Функционирование*

Системы определения координат молний используются не только для оперативных целей, часто параллельно с метеорологическими радиолокационными наблюдениями, но также для неоперативной деятельности или научных исследований.

Как правило, необходимо наносить на карты вручную или автоматически явления, отмеченные в течение одного дня или одного месяца, в зависимости от потребностей. Явления следует регистрировать только в их совокупности, например для принятия решений по планированию линий электропередачи.

3.9.2.3.7 *Связь*

Соответствующая информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 7.

3.9.2.3.8 *Персонал*

Для работы сети станций обнаружения атмосфериков необходим, по крайней мере, один наблюдатель на каждой станции. Он должен иметь достаточную квалификацию, чтобы выполнять эту работу эффективно, включая калибровку и проверку оборудования, а также снятие показаний с различных измерительных приборов. В некоторых странах информацию о молниях можно купить в компаниях, которые имеют свои собственные сети.

При автоматизированной системе проверка работы датчика по обнаружению молний может выполняться обычным наблюдателем, имеющим специальную подготовку.

В современном оборудовании встроенный микропроцессор контролирует сбор данных, производит расчеты движения и интенсивности грозы, а также форматирует обработанные данные по грозе для передачи на автоматическую метеорологическую станцию и/или в соответствующую метеорологическую службу. В данном случае необходимо иметь специалиста по электронике для регулярного технического обслуживания и ремонта.

3.9.2.3.9 *Стандарты качества*

Соответствующая информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 7.

3.9.2.4 Станции авиаразведки погоды

3.9.2.4.1 *Общие положения*

Станция авиаразведки погоды определена как станция, находящаяся на воздушном судне, осуществляющем разведку погоды. Самолетные наблюдения могут предоставить ценную дополнительную информацию к той метеорологической информации, которая получена обычными методами. В результате новейших разработок методов и приборов для автоматических метеорологических наблюдений и передачи данных с самолетов с помощью космических средств телесвязи современное оборудование, установленное на широкофюзеляжных коммерческих самолетах дальнего следования, может предоставить ценные данные о температуре, влажности и ветре на высотах. Полученная таким образом информация, особенно из отдаленных и недоступных районов мира, в которых регулярных наземных наблюдений мало или они вообще не проводятся, имеет большое значение.

Поскольку коммерческие самолеты совершают рейсы по установленным маршрутам и графикам движения, существует постоянная необходимость организовывать

регулярные или специальные метеорологические разведывательные полеты самолетов, например для наблюдений за ураганами. Такие самолеты авиаразведки погоды следует выделять исключительно для метеорологических наблюдений, и поэтому они должны быть соответствующим образом оборудованы метеорологическими приборами и выполнять требуемые графики и схемы полета без каких-либо других обязанностей.

Следует выполнять инструкции, содержащиеся в разделе 2.12.6, часть III, том I *Наставления по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544).

3.9.2.4.2 *Выбор местоположения*

Решение о выборе местоположения авиабазы для самолетов, осуществляющих разведку погоды, и тип плана разведывательных полетов могут меняться в соответствии с поставленными задачами и могут зависеть от других условий. В тех случаях, когда имеются самолеты с современным оборудованием и спутниковыми линиями связи с национальным метеорологическим центром или соответствующей метеорологической службой, тогда следует принимать во внимание дальность полета самолета при планировании траектории полета в виде треугольников или полигонов, чтобы охватить как можно больший синоптический район.

Например, если планируются разведывательные полеты для научных исследований тропических циклонов, чтобы определить положение центра вихря, максимальный ветер и минимальное давление на среднем уровне моря (или изобарическую высоту), тогда необходимо измерять большое количество метеорологических параметров в пределах 150 км от центра урагана, чтобы подготовить в реальном масштабе времени проанализированные поля и точные траектории циклона.

3.9.2.4.3 *Основное оборудование*

В соответствии с задачей разведки самолет должен быть оборудован техническими средствами дистанционного зондирования, устройством для видеозаписи и, по возможности, метеорологическими приборами, обеспечивающими наблюдения за давлением, температурой и влажностью.

3.9.2.4.4 *Программа наблюдений*

Программа наблюдений может быть определена заблаговременно или меняться от полета к полету. Вообще постоянная программа, по которой самолеты производят ежедневные полеты в одно и то же время, по одинаковым маршрутам и на разных высотах в тех же географических точках, является наиболее приемлемой для синоптических наблюдений. Самолет обычно передает данные о местоположении, давлении, температуре, ветре и высоте, а в некоторые сводки включаются данные метеорологического радиолокатора.

3.9.2.4.5 *Организационные аспекты*

Тип воздушного судна, который выбирается для метеорологических разведывательных полетов, определяется главным образом поставленной задачей.

3.9.2.4.6 *Функционирование*

С оперативной точки зрения национальный метеорологический центр или метеорологическая служба планирует в основном три типа полетов, которые отличаются в зависимости от цели, для которой необходима информация, и, следовательно, от типа получаемых наблюдений:

a) полеты на малых высотах, во время которых с борта самолета выполняются серии наблюдений, приближенные, насколько это возможно, к обычным синоптическим приземным наблюдениям;
b) вертикальные полеты, обеспечивающие вертикальный разрез атмосферы в фиксированной или почти фиксированной точке;
c) высотные полеты, в которых получают горизонтальное сечение наблюдаемых параметров на выбранном уровне.

На практике полет может быть посвящен любому одному условию или комбинации этих условий. План может состоять только из вертикального подъема над базой или полета на определенном уровне на одной или нескольких высотах с измерениями или без измерений, производимых в виде вертикального зондирования во время взлета и снижения между уровнями.

3.9.2.4.7 *Связь*

Необходимы адекватные средства связи, зависящие от дальности метеорологического разведывательного полета и количества передаваемых данных.

Если мощность компьютера не позволяет проводить обширную обработку данных на борту самолета, тогда непроанализированные данные наблюдений должны выбираться через короткие промежутки времени, порядка нескольких минут, и передаваться на большой скорости в национальный метеорологический центр или соответствующую метеорологическую службу, где они будут обрабатываться вместе с другими метеорологическими данными.

3.9.2.4.8 *Персонал*

Требования к персоналу зависят от типа самолета, количества и типа специального оборудования и точной цели, с которой используется станция авиаразведки погоды.

Для получения максимальной пользы от полета по крайней мере один из членов экипажа должен быть метеорологом, специально подготовленным для проведения самолетных измерений и наблюдений. При определенных обстоятельствах для этой цели может использоваться член обычного экипажа.

Наземный персонал, обеспечивающий поддержку метеорологических разведывательных полетов, должен быть высококвалифицированным как в области обслуживания самолетов, так и ремонта приборов.

3.9.2.4.9 *Стандарты качества*

Точные измерения высоты и скорости полета являются очень важными, и поэтому необходимо иметь возможность для внесения необходимых поправок к показаниям измерительных приборов.

Необходимо специальное метеорологическое оборудование, которое следует выбирать и устанавливать для обеспечения требуемой точности.

3.9.2.5 Метеорологические ракетные станции

3.9.2.5.1 *Общие положения*

Метеорологические зондирующие ракеты используются для получения информации об атмосферных переменных стратосферы и мезосферы, обычно от 20 до 90 км над поверхностью Земли.

Данные, полученные с помощью систем ракетного зондирования, используются главным образом для калибровки и проверки вертикальных профилей температуры, полученных с помощью спутниковых инфракрасных радиометров.

Дополнительную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 6.

3.9.2.5.2 *Выбор местоположения*

Ниже приводятся основные принципы, которые следует учитывать при выборе площадки для метеорологической ракетной станции:

a) необходимо провести обследование с целью обеспечения полной безопасности людей, живущих вблизи планируемой площадки для пусковой установки;
b) разрешение на площадку для пусковой установки, которая не должна располагаться вблизи зон воздушного движения, должно быть получено от соответствующих органов, включая органы, ответственные за управление воздушным движением;
c) график запусков должен быть проверен и одобрен соответствующими органами.

Существует тенденция к уменьшению количества станций и частоты запусков из-за проблем, связанных с безопасностью и высокой стоимостью.

При тесном международном сотрудничестве созданы две глобальные сети ракетного зондирования, расположенные приблизительно вдоль меридианов 60° в. д. и 70° з. д.

3.9.2.5.3 *Программа наблюдений*

Переменные, которые наблюдаются или рассчитываются, включают температуру, направление и скорость ветра. Назначив даты и время запуска, можно подготовить меридиональные поперечные сечения верхней атмосферы.

3.9.2.5.4 *Организационные аспекты*

Центральный орган, Мировой центр данных А, осуществляет сбор данных и обмен ими между участвующими странами-членами. С помощью этих данных предпринимаются систематические исследования, например, общей циркуляции, солнечно-атмосферных связей, корреляции между геомагнетизмом и метеорологическими параметрами, состава стандартной атмосферы, проверки спутниковых данных и стратосферного потепления.

3.9.2.5.5 *Функционирование*

Для высот более 20 км метеорологические переменные, такие как температура, ветер и плотность воздуха, должны измеряться для обязательных и особых уровней.

Программа запусков должна быть основана на международных соглашениях. Используются многие виды различных ракет и датчиков, а также различные методы приведения данных.

3.9.2.5.6 *Связь*

По каждому запуску составляется сводка под названием FM 39-VI ROCOB, которая передается по Глобальной системе телесвязи.

3.9.2.5.7 *Персонал*

Категория и численность персонала на метеорологической ракетной станции зависят от используемого оборудования, уровня автоматизации и консультационных услуг, а также от количества запускаемых в неделю ракет.

На станции должен быть один сотрудник, ответственный за все аспекты работы станции; он должен быть одним из наиболее опытных в этой области членов персонала. Необходимы квалифицированные ученые и

инженеры для подготовки и проведения запуска ракет, а также для интерпретации полученных данных.

3.9.2.5.8 *Стандарты качества*

Для обеспечения однородности результатов, полученных различными системами, проводятся международные взаимные сравнения.

После каждого взаимного сравнения необходимо модифицировать определенные измерительные системы и лабораторные эксперименты, чтобы добиться большей однородности различных систем и оценок поправок.

3.9.2.6 Станции Глобальной службы атмосферы

3.9.2.6.1 *Общие положения*

Глобальная служба атмосферы (ГСА) ВМО предназначена для того, чтобы удовлетворять потребности в проводимом на глобальной и региональной основе мониторинге химического состава и соответствующих характеристик атмосферы. Такая информация требуется для улучшения понимания поведения атмосферы и ее взаимодействия с океаном и биосферой, а также для прогнозирования будущего состояния системы Земля. ГСА охватывает многие виды мониторинга и научной деятельности, включая высококачественные измерения состава атмосферы. Некоторые компоненты ГСА функционируют с 1950-х годов.

Наблюдения за химией атмосферы должны проводиться на станциях ГСА с такой же тщательностью, как и измерения других метеорологических переменных. Национальным метеорологическим службам и/или службам по охране окружающей среды настоятельно рекомендуется, чтобы наблюдения за химическим составом атмосферы стали неотъемлемой частью атмосферных наблюдений в целом.

В сеть станций ГСА входят станции следующих двух основных категорий:

a) Глобальные, или опорные, станции созданы для обеспечения измерений, необходимых при решении связанных с атмосферной окружающей средой проблем глобального масштаба и глобального значения, например изменение климата и истощение озонового слоя.

   Требуется такое количество глобальных станций, чтобы на каждую основную климатическую или экологическую зону приходилась, как минимум, одна станция. Для достижения этой цели страны-члены призываются организовать и/или содействовать организации примерно 30 станций этой категории в выбранных местах. На момент написания данного документа существовали 24 глобальные станции ГСА.

b) Региональные станции созданы для обеспечения измерений, главным образом в целях оказания помощи в оценке региональных аспектов глобальных проблем, связанных с окружающей атмосферной средой, а также аналогичных проблем в различных регионах или странах, например кислотный дождь, озон вблизи поверхности, ухудшение состояния экосистем и конструкционных материалов, загрязнение воздуха в городских районах.

   Количество региональных станций должно позволять решать надлежащим образом региональные аспекты глобальных проблем окружающей среды, а также проблемы окружающей среды, представляющие интерес для региона или страны, которых это касается. В этом отношении страны-члены призываются к организации по меньшей мере 400 станций этой категории.

Дополнительная информация содержится в *Global Atmosphere Watch Measurements Guide* (Руководство по проведению измерений в рамках Глобальной службы атмосферы, WMO/TD-№ 1073), *Updated Guidelines for Atmospheric Trace Gas Data Management* (Обновленное руководство по управлению данными о малых газовых составляющих атмосферы, WMO/TD-№ 1149), WMO/GAW *Aerosol Measurement Procedures: Guidelines and Recommendations* (Процедуры измерения аэрозолей: руководящие принципы и рекомендации ВМО/ГСА, WMO/TD-№ 1178), *Manual for the GAW Precipitation Chemistry Programme: Guidelines, Data Quality Objectives and Standard Operating Procedures* (Пособие для программы ГСА по химии осадков: руководящие указания, задачи по обеспечению качества данных и стандартные оперативные процедуры, WMO/TD-№ 1251) и в *Baseline Surface Radiation Network (BSRN): Operations Manual* (Наставление по работе опорной сети для измерения приземной радиации (БСРН), WMO/TD-№ 879). Полный список отчетов ГСА см. на http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/gaw-reports.html.

3.9.2.6.2 *Выбор места размещения станций*

Станции Глобальной службы атмосферы должны создаваться только в тех местах, где можно избежать непосредственного воздействия загрязнений. По этой причине для каждой из двух основных категорий станций учреждены весьма строгие критерии определения места размещения, которые перечислены в Стратегическом плане Глобальной службы атмосферы (ГСА) на 2008–2015 гг. Региональные станции должны отвечать следующим критериям:

a) местоположение станции должно обеспечивать ее репрезентативность для данного региона в отношении измеряемых переменных и не должно подвергаться воздействию значительных местных источников загрязнения;
b) должны быть предусмотрены адекватное электропитание, кондиционирование воздуха, средства связи и помещения для обеспечения долгосрочных наблюдений со сбором данных более чем на 90 % (т. е. < 10 % отсутствующих данных);
c) технический персонал должен быть обучен работе с оборудованием;
d) ответственное учреждение должно иметь твердые намерения проводить долгосрочные наблюдения, по крайней мере по одной из переменных ГСА в основных областях ГСА;
e) наблюдения ГСА должны быть высокого качества и соответствовать первичному эталону ГСА;
f) данные и связанные с ними метаданные должны передаваться в один из мировых центров данных ГСА не позднее чем через год после проведения наблюдений. Изменения в метаданных, в том числе применительно к приборному оснащению, прослеживаемости и процедурам наблюдений, должны доводиться до сведения соответствующего мирового центра данных;
g) если потребуется, данные должны передаваться в назначенную систему распределения данных в масштабе времени, близком к реальному;
h) стандартные метеорологические наблюдения в точке, необходимые для правильного определения и интерпретации переменных ГСА, должны быть правильными и точными;
i) информация о характеристиках станции и программе наблюдений должна обновляться в Системе информации о станциях ГСА на регулярной основе;
j) должен вестись станционный журнал, а именно регистрация проведенных наблюдений и мероприятий, которые могут повлиять на наблюдения, и использоваться в процессе валидации данных.

В дополнение к вышеупомянутым требованиям глобальные станции ГСА должны соответствовать следующим критериям:

k) переменные должны измеряться, по крайней мере, в трех из шести основных областей ГСА (см. (d));
l) глобальные станции должны иметь сильную научную вспомогательную программу с надлежащим анализом и интерпретацией данных внутри страны и, если возможно, пользоваться поддержкой более чем одного учреждения;
m) должны проводиться измерения других важных для формирования погоды и климата атмосферных переменных, в том числе с использованием аэрологических радиозондов на месте или в регионе;
n) должны быть обеспечены условия для проведения интенсивной научно-исследовательской кампании, направленной на повышение качества долгосрочных обычных наблюдений ГСА и тестирование и разработку новых методов ГСА.

Требования к расположению станций могут также различаться в зависимости от программы измерений и от особенностей переменных, находящихся под мониторингом.

3.9.2.6.3 *Основное оборудование*

Основное оборудование, которое требуется для станций Глобальной службы атмосферы, зависит от предназначения станции и различается, главным образом, в зависимости от научных задач и технических возможностей для соответствующей программы мониторинга.

Подробные сведения, касающиеся оборудования, можно найти в *Руководстве по проведению измерений в рамках Глобальной службы атмосферы* (WMO/TD-№ 1073), а также в публикациях ГСА, перечисленных в пункте 3.9.2.6.1.

3.9.2.6.4 *Программа наблюдений*

Программы наблюдений могут различаться в зависимости от рекомендованного приоритета, придаваемого измерениям состава атмосферы на глобальных и на региональных станциях, как это изложено в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть III, положения 2.12.8.4–2.12.8.6, а также в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), том I, глава B.2. Дополнительную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 17.

3.9.2.6.5 *Организационные аспекты и функционирование*

Основная ответственность за мониторинг функционирования Глобальной службы атмосферы остается за участвующими странами-членами.

Все станции ГСА эксплуатируются странами-членами в соответствии с *Руководством по проведению измерений в рамках Глобальной службы атмосферы* (WMO/TD-№ 1073). Сбор данных и подготовка публикации данных ВМО проводятся центрами данных ГСА.

3.9.2.6.6 *Централизованный сбор, публикация и обеспечение наличия данных*

Данные Глобальной службы атмосферы собираются в централизованном порядке и публикуются следующим образом:

a) учреждение, эксплуатирующее станцию(и) в каждой участвующей стране, представляет все данные со станции(ий), используя соответствующие формы данных или в согласованном формате, в следующие центры в соответствии с областями специализации:

i) Общее содержание озона, профиль озона, солнечное ультрафиолетовое излучение:
World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Centre
c/o Experimental Studies Section
Environment Canada
4905 Dufferin Street
Toronto, Ontario
Canada M3H 5T4
http://www.woudc.org

ii) Двуокись углерода, метан, закись азота, хлорфторуглероды, гидрохлорфторуглероды, гидрофторуглероды, приземный озон:
World Data Centre for Greenhouse Gases
c/o Japan Meteorological Agency
1-3-4, Otemachi, Chiyoda-ku
Tokyo 100-8122, Japan
http://gaw.kishou.go.jp/wdcgg.html

iii) Солнечная радиация, радиационный баланс, продолжительность солнечного сияния:
Мировой центр радиационных данных
Главная геофизическая обсерватория имени А. И. Воейкова
Улица Карбышева, дом 7
194021 Санкт-Петербург
Российская Федерация
http://wrdc.mgo.rssi.ru/

iv) Оптическая плотность аэрозолей, аэрозольное рассеяние и обратное рассеяние света, химия аэрозолей, поглощение света аэрозолями, концентрация ядер конденсации, классификация аэрозолей по размеру:
World Data Centre for Aerosols
Joint Research Centre, European Commission
Ispra, Italy
http://wdca.jrc.it/

v) Химия осадков:
World Data Centre for Precipitation Chemistry
Atmospheric Sciences Research Centre,
State University of New York
Albany, New York, USA
http://www.wdcpc.org

vi) Атмосферный состав с акцентом на озон и аэрозоли по данным космических измерений:
World Data Center for Remote Sensing of the Atmosphere
DLR-DFD-KA
Oberpfaffenhofen
D-82234 Wessling, Germany
http://wdc.dlr.de

b) Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении, управляемый Министерством охраны окружающей среды Канады, обрабатывает все данные по озону (приземный, общее содержание в вертикальном столбе атмосферы, вертикальное распределение) и ежегодно публикует *Ozone Data for the World (ODW)* (Данные об озоне в мире). Центр также публикует «Индекс», который содержит перечень станций, каталог станций с информацией по станциям (названия; организации, эксплуатирующие станции; типы наблюдений; типы используемых приборов; программы наблюдений), а также каталог имеющихся данных об озоне (станции, период, тип данных, номера томов ODW, в которых содержатся данные).

c) Мировой центр данных ВМО по парниковым газам, управляемый Японским метеорологическим агентством, обрабатывает и публикует каждые шесть месяцев данные, за которые он несет ответственность. Ежегодно в октябре/ноябре Мировой центр данных по парниковым газам оказывает содействие Секретариату ВМО в подготовке *Бюллетеня ВМО по парниковым газам*.

Подробные сведения о наличии данных ГСА, включая условия и процедуры заказа, можно получить непосредственно от центров, указанных в пунктах (i)–(vi) выше.

3.9.2.6.7 *Связь*

Каждая станция Глобальной службы атмосферы должна сохранять свой полный комплект оригинальных записей данных и документации о работе станции. Эксплуатирующие учреждения используют эти данные по своему усмотрению. Однако очень важно обеспечить доступ ко всему объему данных, и это должно достигаться посредством централизованной архивации. Все данные со станций ГСА должны направляться каждые два месяца в соответствующие центры данных ГСА (см. пункт 3.9.2.6.6).

3.9.2.6.8 *ГСА — станции наблюдений за озоном*

3.9.2.6.8.1 Общие положения

Благодаря своим радиационным свойствам озон в качестве малой атмосферной составляющей является одной из основных компонент, влияющих на лучистую

энергию в атмосфере. В дополнение к своим радиационным свойствам, озон обладает способностью вступать в фотохимические реакции с многими другими малыми составляющими, некоторые из которых носят антропогенный характер. Меридиональное и вертикальное распределение озона в атмосфере обусловлено сложным взаимодействием атмосферной динамики и фотохимии.

С середины 1950-х годов ВМО содействовала созданию и развитию станций наблюдений за озоном, которые в настоящее время являются частью Глобальной службы атмосферы. Эти станции измеряют на регулярной основе общее содержание озона в вертикальном столбе атмосферы и вертикальное распределение озона в тропосфере и стратосфере. Приземный озон около земли измеряется обычно на отдельных станциях фонового загрязнения ГСА.

Имеющиеся данные наблюдений позволяют документально зарегистрировать географическое и сезонное среднее распределение озона, и эти данные свидетельствуют о наличии изменений во многих временных и пространственных масштабах. Эти изменения частично связаны с метеорологическими процессами, а также могут зависеть от влияния антропогенных и солнечных воздействий. Улучшенное представление глобального распределения озона является чрезвычайно важным для разработки определенной схемы пространственных и временных изменений озона по всему земному шару и за периоды вплоть до десятилетия или даже более длительные периоды. Сеть ГСА по наблюдению за озоном сыграла решающую роль в обнаружении озоновой дыры над Антарктикой и в осуществлении количественной оценки воздействия хлорфторуглеродов и галонов на озоновый слой по всему земному шару. Данные, полученные со станций измерения общего содержания озона и с озонозондовых станций и хранящиеся в Мировом центре данных об озоне и ультрафиолетовом излучении, сыграли ведущую роль в научных оценках истощения озонового слоя, проводимых раз в четыре года усилиями ВМО/Программы Организации Объединенных Наций по окружающей среде. Эти данные будут также важны для усилий, направленных на возможное восстановление озонового слоя, которое, как ожидается, произойдет около 2050–2070 гг., в зависимости от региона.

Следующие три характеристики атмосферного озона должны измеряться на регулярной основе и сообщаться со станций наблюдений за озоном:

a) приземный озон;
b) общее содержание озона;
c) вертикальное распределение озона.

Страны-члены, создающие станции наблюдений за озоном, должны следовать положениям *Руководства по проведению измерений в рамках Глобальной службы атмосферы* (WMO/TD-№ 1073).

3.9.2.6.8.2 Рассмотрение вопросов сети

Выбор места для станций наблюдений за озоном зависит главным образом от запланированных видов регулярных наблюдений за озоном в атмосфере и от имеющихся технических средств. Пункты наблюдений должны выбираться таким образом, чтобы по возможности свести к минимуму влияние загрязнения и облачности. Общее содержание озона определяется с помощью наземных и спутниковых приборов, а вертикальные профили озона рассчитываются по данным наземных наблюдений и с помощью аэрологического и спутникового зондирования.

Система наблюдений за озоном ГСА требует также обеспечения контроля качества и перекрестной проверки всех составляющих частей системы. Кроме того, наблюдения должны являться частью сети, достаточно репрезентативной по пространству и времени, чтобы позволить документально зарегистрировать все важные с геофизической точки зрения изменения озона. Для этого требуются гарантии долгосрочной эксплуатации сети и устойчивости системы наблюдений. Необходимо, чтобы сообщество пользователей имело оперативный доступ к расчетным данным, предоставляемым своевременно и в соответствующей форме; этого можно достичь через обслуживание, предлагаемое Мировым центром данных об озоне и УФ-излучении в Торонто, функционирующим при содействии ВМО.

Существующая сеть наземных станций наблюдений для получения данных об общем поле озона является весьма неравномерной, при этом в Европе, Северной Америке и в частях Азии наблюдается высокая плотность станций, а в тропиках, океанах и южном полушарии в целом — низкая плотность. Результаты полевых исследований свидетельствуют о том, что общее содержание озона следует измерять с пространственным разрешением по среднемасштабным волнам, или с интервалами в 30° по долготе или менее, что подразумевает создание 100 равномерно распределенных по всему земному шару станций измерения общего содержания озона. На основе информации о пространственной статистической структуре поля общего содержания озона можно рассчитать оптимальное расположение новых станций посредством повторяющихся процедур, основанных на критериях оптимизации и избыточности внутренней сети. Благодаря усилиям международных и национальных организаций достигнут значительный успех в улучшении распределения сети измерителей озона Добсона и в расширении охвата по пространству. Однако вполне очевидно, что необходимо принятие дальнейших мер в этих направлениях.

Важную роль в углублении знаний о глобальном вертикальном распределении озона играют зондирования озона с помощью приборов, установленных на шарах-зондах. Однако три четверти этих зондирований проводится в широтном поясе между 35° и 55° с. ш.

Необходимо отметить следующие потребности:

a) создание дополнительных станций наблюдений за озоном, репрезентативных для «незагрязненных» районов (предпочтительно связанных с метеорологической обсерваторией), особенно в тропическом регионе и в южном полушарии;
b) расширение существующей сети наземных станций наблюдений за озоном посредством добавления примерно 10 станций Добсона и/или Брюера, расположенных должным образом;
c) осуществляемые должным образом техническое обслуживание и калибровка приборов подкомплекта станций Добсона и Брюера для содействия в валидации спутниковых измерений.

Адекватные ответы на вопросы, связанные с озоном, можно получить лишь благодаря постоянному потоку надежных данных об общем содержании и вертикальном профиле озона, достаточных для формирования комплекта согласующихся данных. Эту задачу можно решить эффективно лишь с помощью координирования различных существующих и планируемых к осуществлению программ измерения озона соответствующими странами-членами. Страны-члены призываются к тесному сотрудничеству с Мировым центром данных об озоне и УФ-излучении в Торонто, своевременно предоставляя в этот центр данные.

3.9.2.6.8.3 Основное оборудование

Основное оборудование, необходимое для наземной станции наблюдений за озоном, включает по меньшей мере один из следующих главных компонентов.

a) Общее содержание озона

Общее содержание озона может быть измерено с помощью одного из следующих видов приборов:

i) озоновый спектрофотометр Добсона;
ii) озоновый спектрофотометр Брюера;
iii) фильтровый озонометр (тип М-83, М-124);
iv) спектрофотометр системы анализа с помощью наблюдений в зените (САОЗ);
v) другие спектрометры для ультрафиолетовой/видимой области, с применением метода дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии.

b) Вертикальный профиль озона

Вертикальный профиль озона может быть измерен с помощью следующих методов и оборудования:

i) наземная станция (Добсона/Брюера), на которой измеряются вертикальные профили озона на удалении от земли с использованием метода обращения (Umkehr-метод);
ii) станция, на которой для измерения озона используются шары-зонды, а именно, зонды с электрохимической ячейкой;
iii) измерения с помощью системы лидара (оптического радиолокатора), обычно для работы в ночных условиях и когда нет значительной облачности;
iv) микроволновые приборы;
v) озонозонд и лазерный радиолокатор.

Более подробную информацию см. в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 16.

3.9.2.6.8.4 Программа наблюдений

Наблюдения за общим содержанием озона должны проводиться ежесуточно, поскольку частота наблюдений является таким же важным фактором, как и пространственная плотность наблюдений. Сбор данных зависит от локальных метеорологических условий. Следует также принимать во внимание возникающие трудности, обусловленные облачностью и/или дымкой, с тем чтобы исключить связанные с ними отклонения из полученных данных.

В рамках ГСА создана сеть для измерения озона с помощью шаров-зондов. Она служит для регулярных зондирований, проводимых в соответствии с согласованной программой запуска по меньшей мере один раз в неделю примерно на 60 станциях с использованием одного из пяти вариантов электрохимических озонозондов.

3.9.2.6.8.5 Организация

Результаты исследований в рамках Проекта ВМО по глобальным исследованиям и мониторингу озона показывают, что имеется потребность в сети станций зондирования озона и измерения общего содержания озона в качестве составной части сети ГСА.

Каждая страна-член, участвующая в измерениях озона с использованием более чем одной станций, должна выбрать одну из них, которая будет национальным координирующим пунктом или национальным центром по озону для соответствующей страны. Эта специальная станция или обсерватория должна отвечать за регулярную проверку, контроль качества, выборку, архивацию и распространение данных об озоне. Общие усилия следует сосредоточить на калибровке приборов и взаимных сравнениях данных, которые должны проводиться в рамках Глобальной службы атмосферы в целях улучшения базы данных об озоне. Данные, полученные в результате проведения калибровок и

взаимных сравнений, должны регулярно направляться для хранения в Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении ВМО в Торонто.

Региональные ассоциации могут назначать региональный центр по озону, который может принимать активное участие в осуществлении соответствующей деятельности, т. е.:

a) организовывать взаимные сравнения приборов для измерения общего содержания озона и/или вертикального распределения озона;
b) проводить проверки приборов;
c) предлагать учебные курсы по различным методам измерения озона;
d) содействовать проведению анализов и оценки данных об озоне при тесном сотрудничестве с Мировым центром данных об озоне и УФ-излучении ВМО в Торонто.

Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении играет важную роль в опубликовании и архивации всех имеющихся данных об озоне, проводимых калибровках и документации, предоставляемых странами-членами.

3.9.2.6.8.6 Функционирование станций

При эксплуатации сети станций наблюдений за озоном необходимо сосредоточить внимание на следующих вопросах:

a) калибровка используемых приборов, регистрация основных изменений и т. п.;
b) перекрестная проверка системы измерений озона, используемая в целях обнаружения возможных источников ошибок;
c) установка на долгосрочную постоянную работу станций для измерения озона.

Для многих видов применения данных измерений озона и, в частности, для определения долгосрочных трендов, необходим длинный ряд данных. Таким образом, станции и системы, работающие длительное время, должны получать приоритет в будущих программах.

Наряду с поощрением использования специализированных методов, их следует тщательно оценивать, с тем чтобы определить их вероятное долгосрочное применение при создании сети.

Оперативная проверка достоверности данных в системе измерения озона должна состоять из следующих четырех частей или стадий:

a) полная калибровка и полное понимание рабочих характеристик измерительных приборов, включая их ошибки;
b) определение источников ошибок, связанных с математическим моделированием и внешним вводом в алгоритм оценки;
c) полное понимание алгоритма оценки и распространения вышеупомянутых ошибок алгоритмом;
d) взаимное сравнение или перекрестная проверка с независимыми данными наблюдений.

Игнорирование любой из этих четырех стадий приведет к неправильной оценке работы измерительной системы и достоверности получаемой продукции в форме данных.

Для всех измерительных систем также должна приниматься во внимание проблема обеспечения долгосрочной стабильности приборов. В системах для измерения озона также должны учитываться изменения в составе атмосферы, например такой составляющей, как аэрозоли, которые могут влиять на расчетные схемы. И наконец, в связи с приборами, действующими на ультрафиолетовой длине волны, очень важное значение имеет устойчивость основного источника радиации — Солнца. Оценка изменчивости солнечной УФ-радиации по отношению к измерениям озона должна проводиться с использованием постоянного спутникового мониторинга.

3.9.2.6.8.7 Связь

Станции наблюдений за озоном должны вести свою собственную полную регистрацию данных и документацию о работе станции. В большинстве случаев данные будут проверяться экспертами по озону. Особые меры предосторожности необходимы в случаях, когда данные по озону должны обмениваться в соответствии с соглашениями между соответствующими странами-ченами. В связи сокращением количества озона над Антарктикой и Арктикой возникла потребность в передаче данных в масштабе времени, близком к реальному. Были созданы центры данных для сбора данных об озоне и ультрафиолетовом излучении, а также метеорологических данных в близком к реальному масштабе времени и распространения таких данных среди научного сообщества. Существует потребность в стандартизации процедур предоставления данных, форматов данных и сообщений метаданных. Необходимо рассмотреть вопрос об использовании Информационной системы ВМО для обмена данными об озоне и другими данными о составе атмосферы. Некоторые станции уже передают данные об озоне в ГСТ. Число станций, предоставляющих данные таким образом, должно быть увеличено, и в конечном счете этот процесс должен охватывать все озоновые станции в сети ГСА. Обмен данными с помощью спутников должен производиться в оперативном режиме.

Для обеспечения полного перечня данных об озоне рекомендуется, чтобы обобщенная информация о наличии данных об озоне была включена в публикацию *Мировые данные об озоне* и чтобы эти данные обновлялись примерно раз в год. Сюда должна включаться информация о спутниковых данных, о приземных измерениях

общего содержания озона и данные озонозондов. В таблицах должна показываться информация о наличии данных с конкретных станций и спутников.

Обмен данными об общем содержании озона и/или о проверенных профилях озона будет осуществляться, как правило, с помощью электронной почты или FTP в течение двух месяцев после измерения.

3.9.2.6.8.8 Персонал

При осуществлении системы ГСА для измерения озона важнейшую роль играет наличие специально подготовленных наблюдателей и техников. Обычно на станции наблюдений за озоном должны работать по меньшей мере два или три человека. Начальник станции должен иметь высокий уровень профессиональной подготовки, и, предпочтительно, эту должность должны занимать эксперты с университетским образованием. Для эффективного участия в ГСА необходима организация современного обучения в области методов измерения озона, особенно в обсерваториях и лабораториях по озону.

3.9.2.6.8.9 Стандарты качества

Обязанность по контролю качества данных наблюдений лежит на учреждении, предоставляющем данные. На станциях наблюдений за озоном особое внимание должно обращаться на техническое обслуживание и калибровку приборов, строгое следование соответствующим методам наблюдений и тщательную проверку всех стадий записи.

Как и у других измерительных приборов, точность озонозондов также ограничена наличием источников ошибки. Более подробную информацию по данному вопросу, в частности по сравнению, калибровке и обслуживанию различных приборов, можно почерпнуть из документа *JOSIE-2000, Jülich Ozone Sonde Intercomparison Experiment 2000* (Юлихский эксперимент 2000 г. по взаимосравнению озонозондов, WMO/TD-№ 1225).

3.9.2.6.8.10 Архивация

Прежде чем направлять результаты в Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении, учреждения, в ведении которых находятся станции, должны тщательно проверять данные зондирования озона.

Применительно к сети наземных станций, измеряющих общее содержание озона, необработанные данные следует регистрировать, используя стандартные формы, которые должны архивироваться на станции с обеспечнием того, чтобы включалась вся соответствующая информация, или в центральном учреждении, ответственном за эту станцию. Сохранять необработанные данные необходимо на случай, если понадобится сделать ретроспективные коррекции. Мировой центр данных об озоне и УФ-излучении должен публиковать с регулярными интервалами перечень всех заархивированных необработанных данных. Кроме того, информация, необходимая для приведения необработанных данных (таблицы калибровки, стандарт, поправки датчика, поправки на влияние атмосферы, графики зенита, поправки на облачность), должна также архивироваться в национальных центрах по озону.

3.9.2.7 Станции для измерений в планетарном пограничном слое

3.9.2.7.1 *Общие положения*

Некоторые страны-члены эксплуатировали станции для измерений в планетарном пограничном слое на регулярной или экспериментальной основе. Нижеследующий руководящий материал, основанный на их опыте, будет полезен, если потребуется создать полностью оперативную сеть станций.

3.9.2.7.2 *Выбор места*

Измерения в планетарном пограничном слое можно проводить либо на регулярной основе в постоянном месте (например, в специальных обсерваториях), либо в особых случаях на конкретных местах выездными группами.

Профилометры ветра и доплеровские радиолокаторы зарекомендовали себя при проведении этих измерений в качестве исключительно ценных устройств для предоставления данных высокого разрешения как с точки зрения пространственных, так и временных критериев. Профилометры ветра являются особенно полезными при проведении измерений в периоды между зондированиями при помощи шаров-зондов, и они характеризуются значительным потенциалом как часть комплексных сетей. Доплеровские радиолокаторы широко применяются в качестве части национальных и, во все большей мере, региональных сетей, главным образом для краткосрочного прогнозирования явлений суровой погоды. Особенно полезной является способность доплеровского радиолокатора проводить измерения параметров ветра и оценки количества осадков.

Существующие наземные системы, которые могут быть использованы для этих целей, более подробно описаны в главе 5, часть II *Руководства по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8).

3.9.2.7.3 *Основное оборудование*

Основное оборудование может быть различным в зависимости от используемых методов измерений.

3.9.2.7.4 *Программы оперативных наблюдений*

За последние несколько десятилетий был осуществлен ряд программ наблюдений за пограничным слоем. В некоторых случаях эти наблюдения были организованы специально для изучения пограничного слоя, в то время как в других случаях исследования пограничного слоя являлись лишь компонентом более крупных экспериментов, например экспериментов, которые проводились в рамках Программы исследований глобальных атмосферных процессов. Каждая из этих программ наблюдений повышала уровень понимания процессов в пограничном слое и обеспечивала комплекты данных, которые являются неоценимыми для исследований в этой области.

Большинство из различных методов наблюдений и техники наблюдений описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 5. Для получения более подробной справочной информации следует обратиться к Технической записке ВМО № 165, *The Planetary Boundary Layer* (Планетарный пограничный слой, WMO-№ 530).

3.9.2.7.5 *Персонал*

Персонал, занимающийся контролем станций для измерений в планетарном пограничном слое, должен иметь университетское или эквивалентное ему образование в области электроники или инженерной механики, обладая в то же время хорошими знаниями в области метеорологии.

3.9.2.7.6 *Стандарты качества*

Следует разработать процедуры для удовлетворения минимального уровня стандарта в отношении контроля качества данных, получаемых с помощью сложных приборов или оборудования, используемого для специальных исследований, например содаров, лидаров и профилометров ветра. Ввиду весьма высокого временного и пространственного разрешения при сборе данных на станциях для измерений в планетарном пограничном слое требования к точности могут быть более строгими, чем в большинстве других случаев. Поэтому контроль качества становится трудной задачей для переменных с очень короткими постоянными времени.

3.9.2.8 Мареографные станции

3.9.2.8.1 *Общие сведения*

Мареографные станции следует создавать вдоль побережий, которые подвергаются штормовым нагонам. Они обеспечивают данные измерений уровня моря, которые необходимо профильтровывать с целью удаления высокочастотных флуктуаций, таких как ветровые волны, с тем чтобы обеспечивать временные ряды данных, на основе которых можно определять приливы и прогнозы приливов.

Такие станции обеспечивают реперные данные для отсчета приливов для прибрежных и морских границ и отметки нулевых глубин для морских карт, которые требуются службам предупреждений о цунами, сейше и штормовых нагонах. Глобальные измерения уровня моря необходимы для мониторинга его возможных повышений вследствие глобального потепления. Прибрежные измерения уровня моря являются необходимыми для гидрографических съемок и дают представление о схемах циркуляции океана и изменении климата. Архивные данные высоты уровня моря могут также являться весьма важными для принятия каких-либо решений по навигации судов, прибрежным процессам и тектоническим исследованиям, а также для целого ряда других строительных и научных целей и исследований.

Международная сеть станций для измерения уровня моря, включая станции для измерения приливов, образует основу Глобальной системы наблюдений за уровнем моря (ГЛОСС), координируемую Межправительственной океанографической комиссией (МОК) ЮНЕСКО. Более подробная информация изложена в *Справочнике МОК по измерению и интерпретации данных об уровне моря*, Справочники и руководства МОК, № 14, ЮНЕСКО.

3.9.2.8.2 *Выбор места размещения станции*

Место размещения мареографных станций следует выбирать таким образом, чтобы получаемые данные измерений были репрезентативными для условий открытого океана. В частности, должны по возможности сводиться к минимуму последствия влияния на измерения таких факторов, как возможность затопления, соленость, гидравлика, плотность, стратификация, стабильность, а также последствия воздействия волнения и штормов; или должно быть возможным применение корректировок для учета такого влияния, чтобы данные измерений были наиболее репрезентативными для условий открытого океана.

В некоторых случаях местоположение можно выбирать исходя из задач обеспечения информацией о заливе, эстуарии или реке для определения нуля морской границы или для аналогичных типов исследований. Выбранный комплект маркеров мареографа должен быть точно связан с международной геодезической референц-системой.

При выборе места для размещения мареографной станции нужно учитывать следующие соображения:

a) необходима устойчивая несущая конструкция, такая как пирс или дамба, для установки датчика измерений уровня моря. Несущая конструкция должна

находиться выше наибольшего ожидаемого уровня воды, а глубины воды должны быть ниже самого наименьшего ожидаемого уровня воды;

b) необходимо место для небольшого укрытия (обычно 1,5 м × 1,5 м) для размещения приборов (или 2 м × 2 м чистого пространства на стене для установки оборудования в существующем здании);

c) в случае, если используется автоматическая мареографная станция, данные с которой передаются через спутник, антенна должна иметь свободную линию прямой видимости на спутник, который служит платформой сбора данных;

d) желательно размещать станцию около геодезических нивелирных сетей первого или второго класса (если таковые существуют);

e) весьма желательны, но нельзя сказать, что абсолютно необходимы, инженерные сети. Местоположение станции должно быть обеспечено переменным током, однако многие измерительные системы могут эксплуатироваться, в случае необходимости, только на энергии солнечной панели. Желательны телефонные линии на месте нахождения измерителя приливов, с тем чтобы существовала прямая связь со всеми приборами.

3.9.2.8.3 ***Основное оборудование***

Каждая станция состоит из устойчивой конструкции, с которой можно проводить измерения; оборудования для измерения уровня воды и набора фиксированных физических объектов (называемых реперами), используемых для привязки к нулевому уровню.

В случае, когда важным является постоянный сбор данных, основная платформа сбора данных (ПСД) (см. пункт 3.9.2.8.7) должна дублироваться запасной ПСД с еще одним датчиком измерения уровня воды. В таком случае можно организовать сбор дополнительных данных на ПСД, таких как скорость и направление ветра, атмосферное давление, температура воздуха, относительная влажность и проводимость воды.

Для обеспечения доступа для отдельных оперативных пользователей к данным, качество которых еще не проконтролировано, должна иметься телефонная линия.

3.9.2.8.4 ***Программа наблюдений***

Визуальное снятие показаний приборов должно осуществляться наблюдателями в нижеследующие сроки, перечисленные в порядке убывания предпочтительности:

a) ежечасно, особенно в условиях прибрежного шторма;
b) во время высокого и низкого уровня воды;
c) в основные синоптические сроки: 0000, 0600, 1200 и 1800 МСВ.

В тех случаях, когда имеется возможность устанавливать оборудование для автоматических измерений уровня воды вместе с платформой сбора данных, система может быть запрограммирована на усреднение серий измерений. Данные должны временно храниться на станции в памяти ПСД и периодически передаваться через спутники или наземную линию передачи на центральную станцию сбора данных для дальнейшей обработки и долговременного хранения. Более подробная информация изложена в *Справочнике МОК по измерению и интерпретации данных об уровне моря*, Справочники и руководства МОК, № 14, ЮНЕСКО.

3.9.2.8.5 ***Организация***

Ввиду важности для деятельности населения прибрежных районов последствий изменений высоты приливов, которые могут вызываться цунами или штормовыми нагонами, имеется острая потребность в оперативной информации об отклонениях уровня воды. Наряду с тем, что многие мареографные станции все еще оборудованы только простыми измерителями уровня воды, где считывание данных должно проводиться наблюдателем, в эксплуатации уже имеются полностью автоматизированные сети наблюдений за уровнем воды. Там, где это необходимо и осуществимо, предпочтение должно отдаваться созданию сети, в которой используются технические средства автоматизированного сбора и регистрации данных для проведения измерений уровней воды вдоль побережья.

Для охраны жизни и имущества при наводнениях, вызванных штормовыми нагонами, гидрометеорологическая система предупреждений должна быть тесно связана с общественными системами предупреждения и защиты побережья. Там, где время, необходимое для предупреждения, превышает возможности метеорологического прогнозирования, должна внедряться система предупреждения, состоящая из нескольких фаз предупреждения при повышенной степени опасности, для чего требуется более частое проведение наблюдений на обслуживаемых персоналом мареографных станциях.

Силы, вызывающие прилив, распределены равномерно по всей Земле и изменяются по широте. Однако реакция различных океанов и морей на эти силы различается в зависимости от гидрографических характеристик каждого бассейна. В результате этого приливы, по мере их реального возникновения, значительно различаются на побережье и в заливах и эстуариях. Следует попытаться распределить станции таким образом, чтобы были представлены изменения в характеристиках прилива. Из многочисленных характеристик прилива, отличающихся в зависимости от места, основными характеристиками, которые следует принимать во внимание при организации сети, являются характеристики, касающиеся времени прилива, диапазона прилива и типа прилива.

3.9.2.8.6 ***Эксплуатация***

Следует вести постоянно обновляемый каталог мареографных станций с отражением следующей информации по каждой станции:

a) название станции и ее географические координаты;
b) перечень и описание оборудования и методов измерения;
c) описание несущей конструкции;
d) описание реперов;
e) даты калибровки и проверок устойчивости оборудования для измерения уровня воды;
f) информация о доступе к станции (или к платформе сбора данных), такая как:
   i) номер телефона;
   ii) позывной и канал спутниковой платформы;
g) коррективы к справочным данным по нулю графика или описанию «нулевой» отметки.

Государствам — членам МОК, согласившимся участвовать в Глобальной системе наблюдений за уровнем моря, предлагается:

a) обеспечивать, чтобы все эксплуатируемые станции ГЛОСС передавали ежемесячные средние значения данных по уровню моря в Постоянную службу измерений среднего уровня моря (ПССУМ) Международного совета по науке в течение одного года с момента получения;
b) предоставлять ежечасные значения данных по уровню моря для международного обмена;
c) усовершенствовать существующие станции, которые не отвечают стандартам ГЛОСС;
d) установить новые станции по консультации с Межправительственной океанографической комиссией.

В целях унификации процедур для измерения уровня моря национальные инструкции должны соответствовать положениям *Справочника МОК по измерению и интерпретации данных об уровне моря*, Справочники и руководства МОК, № 14.

3.9.2.8.7 ***Связь***

Мареографные станции должны, по меньшей мере, иметь доступ к сети телесвязи общего пользования, с тем чтобы данные становились доступными после своевременно проведенных проверок контроля качества на обслуживаемой персоналом станции. Данные с автоматических станций, собираемые платформами сбора данных, могут передаваться через спутник на главный компьютер центра соответствующей службы для контроля качества и дальнейшего анализа и распространения информации об уровне воды. Даже те данные, которые не подверглись контролю качества, должны становиться доступными незамедлительно по линии связи через программу декодирования на персональном компьютере для служб общественной информации.

Отдельные пользователи могут иметь разрешение на доступ к данным об уровне воды непосредственно от измерительного оборудования в случае, если на мареографной станции имеется телефонная линия.

3.9.2.8.8 ***Персонал***

Персонал на мареографной станции должен знать национальные инструкции по ведению наблюдений и соответствующие руководящие материалы. Персонал, ответственный за эксплуатацию и техническое обслуживание этих станций, особенно в тех случаях, когда используются автоматические системы измерения уровня воды, должен иметь специальную подготовку в следующих областях: обслуживание конструкций, установка и ремонт электронного оборудования, использование оборудования СКУБА (аппараты для подводного плавания) для ныряния в целях инспектирования и очистки подводных компонентов оборудования и проведения обследований дифференциальных уровней для контроля устойчивости оборудования и реперных отметок.

3.9.2.8.9 ***Стандарты качества***

Ввиду того, что мареографные станции расположены в самых различных местах, не существует заранее установленных количественных ограничений по доверительности или неопределенности, указывающих на изменчивость нулевого уровня, например +/–0,1 фута, в общем плане. Эти типы точности являются конкретными для каждого места, касаются физической среды, вертикальной устойчивости, соотношений сигнала и шума, эксплуатации прибора, продолжительности серий, близости контрольных станций и т. п. Пользователи должны быть обеспечены оценочными доверительными уровнями для данных по каждому конкретному случаю.

Снятие показаний отдельных значений уровня моря должно проводиться с заданным разрешением в 0,1 м. Каждые шесть месяцев необходимо проводить коррекцию между реперной отметкой и нулем прибора до неопределенности в несколько миллиметров.

Страны-члены, участвующие в реализации Глобальной системы наблюдений за уровнем моря, должны направлять свои ежемесячные или ежегодные данные о средних значениях уровня моря в Постоянную службу измерений среднего уровня моря в обсерватории в Бидстоне, Мерсисайд, СК, вместе с подробным описанием местоположения прибора, пропущенных дней и определением нулевого уровня, к которому привязаны измерения. Полученные данные проверяются на предмет согласованности. По возможности, значения приводятся к проверенному местному ориентиру; для этого необходимо определить устойчивый, постоянный ориентир вблизи мареографной станции и приводить все данные

к единому нулевому уровню, который привязывается к этому ориентиру. Это обеспечивает непрерывность по отношению к предыдущим данным.

Ссылки

Метеорологические сообщения (ВМО-№ 9)

Наставление по кодам (ВМО-№ 306)

Наставление по Глобальной системе наблюдений (ВМО-№ 544), том I

Наставление по Глобальной системе телесвязи (ВМО-№ 386)

Руководство по агрометеорологической практике (ВМО-№ 134)

Руководство по климатологической практике (ВМО-№ 100)

Руководство по морскому метеорологическому обслуживанию (ВМО-№ 471)

Руководство по практике метеорологических подразделений, обслуживающих авиацию (ВМО-№ 732)

Технический регламент (ВМО-№ 49)

Drifting Buoys in Support of Marine Meteorological Services, WMO Marine Meteorology and Related Oceanographic Activities Report No. 11 (Дрейфующие буи в поддержку морского метеорологического обслуживания. Отчет ВМО № 11 — Морская метеорологическая и связанная с ней океанографическая деятельность)

Global Atmosphere Watch Guide (Руководство по Глобальной службе атмосферы) (WMO/TD-No. 553)

Global Atmosphere Watch Measurements Guide (Руководство по проведению измерений в рамках Глобальной службы атмосферы) (WMO/TD-No. 1073, GAW-No. 143)

Guide to Data Collection and Location Services Using Service ARGOS, WMO Marine Meteorology and Related Oceanographic Activities Report No. 10 (Руководство по сбору данных и обслуживанию с использованием службы АРГОС. Отчет ВМО № 10 — Морская метеорологическая и связанная с ней океанографическая деятельность)

Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation, seventh edition, 2008 (Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений, седьмое издание, 2008 г.) (WMO-No. 8)

International List of Selected, Supplementary and Auxiliary Ships (Международный список выборочных, дополнительных и вспомогательных судов) (WMO-No. 47)

Location and Data Collection Satellite System, ARGOS User's Guide (Спутниковая система обнаружения местоположения и сбора данных. АРГОС — Руководство для пользователей)

Manual on Sea-Level Measurement and Interpretation, International Oceanographic Commission Manuals and Guides No. 14, UNESCO (Справочник МОК по измерению и интерпретации данных об уровне моря, Справочники и руководства МОК, № 14, ЮНЕСКО)

Marine Observer's Guide, United Kingdom Meteorological Office (Справочник морского наблюдателя. Метеорологическое бюро Соединенного Королевства)

Meteorological Observations at Oil Fields Offshore, Norwegian Meteorological Institute (Метеорологические наблюдения на морских буровых вышках. Норвежский метеорологический институт)

Meteorological Observations Using Navaid Methods, Technical Note No. 18 (Метеорологические наблюдения с использованием навигационных методов. Техническая записка № 185) (WMO-No. 641)

The Planetary Boundary Layer, Technical Note No. 165 (Планетарный пограничный слой. Техническая записка № 165) (WMO-No. 530)

The Planning of Meteorological Station Networks, Technical Note No. 111 (Планирование сетей метеорологических станций. Техническая записка № 111) (WMO-No. 265)(тираж разошелся)

Use of Radar in Meteorology, Technical Note No. 181 (Использование радиолокаторов в метеорологии. Техническая записка № 181) (WMO-No. 625)

WMO/IOC Integrated Global Ocean Services System (IGOSS), General Plan and Implementation Programme, 1982–1988 (ВМО/МОК — Объединенная глобальная система океанических служб (ОГСОС), Общий план и программа осуществления (1982–1988 гг.))

ПРИЛОЖЕНИЕ III.1

ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ СПЕЦИФИКАЦИИ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

Переменная[a]	*Максимальный диапазон измерений*[b]	*Минимальное передаваемое разрешение*[c]	*Режим наблюдений*[d]	*BUFR/CREX*[e]
Атмосферное давление				
Давление	500–1080 гПа	10 Па	I, V	0 10 004
Температура				
Температура окружающего воздуха (над определенной поверхностью)	-80 °C – +60 °C	0,1 K	I, V	0 12 101
Температура точки росы	-80 °C – +60 °C	0,1 K	I, V	0 12 103
Температура (поверхности) земли (над определенной поверхностью)	-80 °C – +80 °C	0,1 K	I, V	0 12 113
Температура почвы	-50 °C – +50 °C	0,1 K	I, V	0 12 130
Температура снега	-80 °C – 0 °C	0,1 K	I, V	N
Температура воды – река, озеро, море, скважина	-2 °C – +100 °C	0,1 K	I, V	0 13 082
Влажность[f]				
Относительная влажность	0–100 %	1 %	I, V	0 13 003
Отношение смеси по массе	0–100 %	1 %	I, V	N
Влажность почвы, объемный или водный потенциал	0–10^3 г·кг$^{-1}$	1 г·кг$^{-1}$	I, V	N
Давление водяного пара	0–100 гПа	10 Па	I, V	0 13 004
Испарение/эвапотранспирация	0–0,2 м	0,1 кг·м$^{-2}$, 0,0001 м	T	0 13 033
Продолжительность удержания влаги в объекте	0–86 400 с	1 с	T	N
Ветер				
Направление	0 [g,h]; 1–360 градусов	1 градус	I, V	0 11 001
Скорость	0–75 м·с$^{-1}$	0,1 м·с$^{-1}$	I, V	0 11 002
Скорость порыва ветра	0–150 м·с$^{-1}$	0,1 м·с$^{-1}$	I, V	0 11 041
Компонента X, Y, Z вектора ветра (горизонтальный и вертикальный профиль)	0–150 м·с$^{-1}$	0,1 м·с$^{-1}$	I, V	N
Тип турбулентности (на низких уровнях и спутная струя)	До 15 типов	Таблица BUFR	I, V	N
Интенсивность турбулентности	До 15 типов	Таблица BUFR	I, V	N
Радиация[i]				
Продолжительность солнечного сияния	0–86 400 с	60 с	T	0 14 031
Яркость фона	1·10^{-6}–2·10^4 Кд·м$^{-2}$	1·10^{-6} Кд·м$^{-2}$	I, V	N
Суммарная нисходящая солнечная радиация	0–6·10^6 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	N
Суммарная восходящая солнечная радиация	0–4·10^6 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	N
Рассеянная солнечная радиация	0–4·10^6 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	0 14 023
Прямая солнечная радиация	0–5·10^6 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	0 14 025
Нисходящая длинноволновая радиация	0–3·10^6 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	0 14 002
Восходящая длинноволновая радиация	0–3·10^6 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	0 14 002
Радиационный баланс	0–6·10^6 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	0 14 016

Переменная[a]	*Максимальный диапазон измерений*[b]	*Минимальное передаваемое разрешение*[c]	*Режим наблюдений*[d]	*BUFR/CREX*[e]
УФ-В радиация[j]	0–1,2·10^3 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	N
Фотосинтетически активная радиация	0–3·10^6 Дж·м$^{-2}$	1 Дж·м$^{-2}$	I, T, V	N
Альбедо поверхности	1–100 %	1 %	I, V	0 14 019
Облака				
Высота нижней границы облаков	0–30 км	10 м	I, V	0 20 013
Высота верхней границы облаков	0–30 км	10 м	I, V	0 20 014
Тип облаков, конвективные по сравнению с другими видами	До 30 классов	Таблица BUFR	I	0 20 012
Концентрация гидрометеоров в облаке	1–700 гидрометеоров·дм$^{-3}$	1 гидрометеор·дм$^{-3}$	I, V	N
Эффективный радиус гидрометеоров в облаке	2·10^{-5}–32·10^{-5} м	2·10^{-5} м	I, V	N
Содержание жидкой воды в облаке	1·10^{-5}–1,4·10^{-2} кг·м$^{-3}$	1·10^{-5} кг·м$^{-3}$	I, V	N
Оптическая плотность в пределах каждого слоя	Еще не определен	Еще не определено	I, V	N
Оптическая плотность тумана	Еще не определен	Еще не определено	I, V	N
Высота инверсии	0–1 000 м	10 м	I, V	N
Облачный покров	0–100 %	1 %	I, V	0 20 010
Количество облаков	0–8/8	1/8	I, V	0 20 011
Осадки				
Накопление осадков[k]	0–1 000 мм	0,1 кг·м$^{-2}$, 0,0001 м	T	0 13 011
Высота свежевыпавшего снега	0–1 000 см	0,001 м	T	0 13 015
Продолжительность	До 86 400 с	60 с	T	0 26 020
Размер элемента осадков	1·10^{-3}–0,5 м	1·10^{-3} м	I, V	N
Интенсивность — количественная оценка	0–2 000 мм·ч$^{-1}$	0,1 кг·м$^{-2}$·с$^{-1}$, 0,1 мм·ч$^{-1}$	I, V	0 13 055
Тип	До 30 типов	Таблица BUFR	I, V	0 20 021
Скорость обледенения	0–1 кг·дм$^{-2}$·ч$^{-1}$	1·10^{-3} кг·дм$^{-2}$·ч$^{-1}$	I, V	N
Явления, ухудшающие видимость				
Тип явления, ухудшающего видимость	До 30 типов	Таблица BUFR	I, V	0 20 025
Тип гидрометеора	До 30 типов	Таблица BUFR	I, V	0 20 025
Тип литометеора	До 30 типов	Таблица BUFR	I, V	0 20 025
Радиус гидрометеора	2·10^{-5}–32·10^{-5} м	2·10^{-5} м	I, V	N
Коэффициент экстинкции	0–1 м$^{-1}$	0,001 м$^{-1}$	I, V	N
Метеорологическая оптическая дальность[l]	1–100 000 м	1 м	I, V	N
Дальность видимости на взлетно-посадочной полосе	1–4 000 м	1 м	I, V	0 20 061
Погода другого типа	До 18 типов	Таблица BUFR	I, V	0 20 023
Молния				
Частота разрядов молнии	0–100 000	Количество·ч$^{-1}$	I, V	0 13 059
Тип разряда молнии (от облака к облаку, от облака к поверхности)	До 10 типов	Таблица BUFR	I, V	N
Полярность разряда молнии	2 типа	Таблица BUFR	I, V	N
Энергия разряда молнии	Еще не определен	Еще не определено	I, V	N
Молния — расстояние от станции	0–3·10^4 м	10^3 м	I, V	N
Молния — направление относительно станции	1–360 градусов	1 градус	I, V	N

Переменная[a]	*Максимальный диапазон измерений*[b]	*Минимальное передаваемое разрешение*[c]	*Режим наблюдений*[d]	*BUFR/CREX*[e]
Гидрологические и морские наблюдения				
Расход воды — река	0–2,5·10^5 м^3·с$^{-1}$	0,1 м^3·с$^{-1}$	I, V	0 23 017
Расход воды — скважина	0–50 м^3·с$^{-1}$	0,001 м^3·с$^{-1}$	I, V	0 23 017
Уровень подземных вод	0–1 800 м	0,01 м	I, V	N
Температура поверхности льда	–80 °C – +0 °C	0,5 K	I, V	N
Толщина льда — река, озеро	0–50 м	0,01 м	I, V	N
Толщина льда — ледник, море	0–4 270 м	1 м	I, V	0 20 031
Уровень воды	0–100 м	0,01 м	I, V	0 13 071 0 13 072
Высота волнения	0–50 м	0,1 м	V	0 22 021
Период волнения	0–100 с	1 с	V	0 22 011
Направление волн	0 [h]; 0–360 градусов	1 градус	V	0 22 001
1-мерная спектральная плотность волновой энергии	0–5·10^5 м^2·Гц$^{-1}$	10^{-3} м^2·Гц$^{-1}$	V, T	0 22 069
2-мерная спектральная плотность волновой энергии	0–5·10^5 м^2·Гц$^{-1}$	10^{-3} м^2·Гц$^{-1}$	V, T	0 22 069
Соленость моря	0–40 %[m] [0–400 psu]	10^{-4} % [10^{-3} psu]	I, V	0 22 059 0 22 062 0 22 064
Проводимость	0–600 См·м$^{-1}$	10^{-6} См·м$^{-1}$	I, V	0 22 066
Давление воды	0–11·10^7 Па	100 Па	I, V	0 22 065
Толщина льда	0–3 м	0,015 м	T	0 20 031
Масса льда	0–50 кг·м$^{-1}$	0,5 кг·м$^{-1}$ (на 32 мм стержне)	T	N
Плотность снега (содержание жидкой воды)	100–700 кг·м$^{-3}$	1 кг·м$^{-3}$	T	N
Высота прилива относительно локального нуля графика	-10 – +30 м	0,001 м	I, V	0 22 035 0 22 038
Высота прилива относительно национального наземного репера	-10 – +30 м	0,001 м	I, V	0 22 037
Метеорологическая составляющая высоты прилива (нагон или сгон)	-10 – +16 м	0,001 м	I, V	0 22 036 0 22 039 0 22 040
Океанические течения — направление	0 [h]; 1– 360 градусов	1 градус	I, V	0 22 004 0 22 005
Океанические течения — скорость	0–10 м·с$^{-1}$	0,01 м·с$^{-1}$	I, V	0 22 031 0 22 032
Другие переменные, характеризующие поверхность				
Условия на взлетно-посадочной полосе	До 10 типов	Таблица BUFR	I, V	N
Эффективность торможения/ коэффициент трения	До 7 типов	Таблица BUFR	I, V	N
Состояние земной поверхности	До 30 типов	Таблица BUFR	I, V	0 20 062
Тип указанной поверхности	До 15 типов	Таблица BUFR	I, V	0 08 010
Высота снежного покрова	0–25 м	0,01 м	T	0 13 013
Прочие				
Мощность дозы гамма-излучения	1–10^3 нЗв·ч$^{-1}$	1 нЗв·ч$^{-1}$	I, T	N
Категории стабильности	9 типов	Таблица BUFR	I, V	0 13 041

[a] Название переменной в соответствии со словарем ВМО и Техническим регламентом.

[b] Максимальный диапазон измерений — максимальный диапазон измерительных возможностей; единицы, прослеживаемые к Международной системе единиц (СИ).

[c] Минимальное передаваемое разрешение — передача значений с более низким разрешением недопустима.

[d] Режим наблюдения — тип предаваемых данных:

I Мгновенные — 1-минутные значения (мгновенные, как определено в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1, пункт 1.3.2.4);

V Изменчивость — усредненное (среднее) значение, среднеквадратическое отклонение, максимальное значение, минимальное значение, диапазон, медиана и т. д. полученных при измерении величин — зависит от метеорологической переменной;

T Суммарный — интегрированное значение за определенный период (за фиксированный период(ы), максимальные значения за 24 часа для всех параметров за исключением радиации, для которой требуется максимальное значение за один час (за исключением: как в примечании (i) и накопленная сумма осадков (максимально за 6 часов));

A Усредненное (среднее) значение.

[e] BUFR/CREX — возможность на настоящий момент представить переменную с помощью таблиц BUFR; N = не существует, подлежит определению (регистрации).

[f] Переменные, имеющие отношение к влажности (например, точка росы), выраженные через температуру, включены в сбор данных как температура.

[g] Направление, указывающее 0 (нуль), если скорость = 0.

[h] Штиль.

[i] Количество энергии излучения определяется за 24-часовой период.

[j] Определение УФ-В согласно *Руководству по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 7, пункт 7.6 (b).

[k] Максимальный интервал: 6 часов.

[l] МОД, находящаяся в однозначной зависимости от «коэффициента экстинкции», σ, MOR = -ln(5%)/σ.

[m] Соленость 1 % (1 г соли на 100 г воды) или 10 ‰ переводится в 10 000 ppm (частей на миллион), что равно 10 psu (единицам практической солености). Вода в океане имеет 3,5 % соли, то есть 35 000 ppm или 35 psu. Озеро Ассаль (Джибути) — самый соленый водоем на земле, концентрация соли в нем составляет 34,8 % (348 psu). Однако ссылки таблицы BUFR/CREX 0 22 059, 0 22 062 и 0 22 064 предусматривают максимальное значение всего 163,830 «частей на тысячу» (или psu), что меньше необходимого максимального диапазона.

ПРИЛОЖЕНИЕ III.2

ОСНОВНОЙ КОМПЛЕКТ ПЕРЕМЕННЫХ, ПОДЛЕЖАЩИХ ПЕРЕДАЧЕ СО СТАНДАРТНЫХ АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ ДЛЯ РАЗЛИЧНЫХ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

Переменные	*Наземные станции SYNOP*[a]	*Фиксированные океанские метеорологические станции*[a]	*Платформы для наблюдения за океаном*[b]	*Авиационная метеорологическая станция*[a]	*Главная климатологическая станция*[a]	*Стандарт*
Атмосферное давление	M A	M A	M A	X[c]	X	A
Барическая тенденция и ее характеристика	[M]	M	[M] [A]	–	–	[A]
Температура воздуха	M[d] A	M A	M [A]	X	X[e]	A
Влажность[f]	M A	M	[M] [A]	X[g]	X	A
Приземный ветер[h]	M A	M A	M [A]	X	X	A
Количество и тип облаков	M	M	[M]	X[i]	X	A[i]
Профиль ослабления/ нижняя граница облаков	M [A]	M	–	X	X	A[j]
Направление движения облаков	[M]	–	–	–	–	–
Погода в срок наблюдения и прошедшая	M	M	M	X	X	A[j]
Состояние земной поверхности	[M]	Не применимо	Не применимо	–	X[k]	[A]
Особые явления	[M] [A]	M	[M]	–	–	–
Видимость	M [A]	M	M	X	X	A
Количество осадков	[M] [A]	[A]	[A]	–	X	A
Осадки, да/нет	A	[A]	[A]	–	X	A
Интенсивность осадков	[A]	–	[A]	–	–	–
Температура почвы	–	Не применимо	Не применимо	–	X	A
Солнечное сияние и/или солнечная радиация	–	–	[A]	–	X	A
Волнение	–	M [A]	[M] [A]	–	–	A[l]
Температура моря	–	M A	[M] A	–	–	A[l]
Морские льды и/или обледенение	Не применимо	M	M	–	–	–
Курс и скорость судна	Не применимо	–	[M] [A]	–[m]	–	[A][l]
Уровень моря	–	–[n]	[M] [A]	Не применимо	–	[A][l]

[a] Источник: *Наставление по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544)

[b] Предложено представителем Совместной технической комиссии ВМО/МОК по океанографии и морской метеорологии (СКОММ), будет применимо для судов, добровольно проводящих наблюдения, дрейфующих и заякоренных буев, буровых установок и платформ, мареографов, ныряющих буев (для рассмотрения после консультаций с группами экспертов СКОММ)

[c] Также QNH и QFE (см. указатель, приложение III.3)

[d] Необязательно: экстремальные температуры

[e] Включая экстремальные температуры

[f] Температура точки росы и/или относительная влажность и температура воздуха

[g] Температура точки росы

[h] Скорость и направление ветра

[i] Количество облаков, только башенкообразные кучевые и кучево-дождевые

[j] Только то, что реально измерить

[k] Снежный покров

[l] Только морские и прибрежные станции

[m] Только для вертолетной палубы на судне

[n] Только прибрежные станции и платформы в прибрежной морской зоне

Пояснения:

M Требуется для обслуживаемых станций

[M] В соответствии с региональным решением

A Требуется для автоматических станций

[A] Необязательно для автоматических станций

X Требуется

ПРИЛОЖЕНИЕ III.3

МЕТАДАННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ

Метаданные — относящиеся к станции и истории данных применительно к измерениям и наблюдениям — описывают местоположение, прибор и метод наблюдений, качество и другие характеристики данных. Метаданные имеют важное значение для пользователей данных с точки зрения понимания происхождения метеорологических величин, они наиболее важны для понимания таких элементов, как осадки, ветер и температура, значения которых особенно зависят от размещения приборов.

Метаданные являются приложением к административной документации станции, содержащей всю возможную информацию, касающуюся размещения станций, установки приборов, типа приборов, графика технического обслуживания, а также плановых и внеплановых изменений систем, которые имели место в течение срока службы системы наблюдений. Расширенные метаданные должны также включать цифровые изображения.

Метаданные являются динамичными. Местонахождение станций, наземный покров, приборы, измерения в ходе наблюдений и практика представления информации, обработка алгоритмов, форматы данных и т. п. — все эти элементы со временем изменяются. По мере того, как компьютерные системы управления данными постепенно становятся важным компонентом систем предоставления данных, метаданные должны иметься в близком к реальному масштабе времени, поскольку компьютерная база данных обеспечивает автоматизированную компоновку, обновление и предоставление данных.

Указатель

BUFR Двоичная универсальная форма представления метеорологических данных
CYM Средний уровень моря
QFE Давление на уровне станции или аэродрома
QNH Давление, соответствующее среднему уровню моря, вычисляемое с использованием значения QFE путем внесения поправок в соответствии со стандартной атмосферой Международной организации гражданской авиации

1. МЕТАДАННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОПЕРАТИВНЫХ ЦЕЛЕЙ

1.1 Информация о станции

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Название станции	Официальное название станции	Братислава-Колиба
Индексный номер или указатель станции	Номер, используемый национальной метеорологической службой для определения станции	11813, A59172
Номера блока и станции ВМО	Дескрипторы BUFR 0 01 001 и 0 01 002[a]	11 и 813
Географические координаты	Широта и долгота реперной точки станции относительно WGS 84[b]	18,7697 градуса 18,5939 градуса
Время отсчета	Фактическое время наблюдений в МСВ	0655
Высота над средним уровнем моря	Вертикальное расстояние реперной точки станции, измеряемое от среднего уровня моря относительно EGM 96	260,25 м
Определитель поверхности	Дескриптор BUFR 0 08 010	Травяной наземный покров
Классификация неровности рельефа	Классификация Дэвенпорта эффективной неровности рельефа	2
Нулевой уровень, с которым соотносятся данные станции об атмосферном давлении; данные о высоте, использованные для QFE/QNH	Нулевые уровни, к которым приводится атмосферное давление	Датчик давления: CYM 123,45 м; Станция: CYM 125,67 м Контрольная точка аэродрома: CYM 124,56 м

[a] Проблемой для широкого обмена данными наблюдений является существующее в настоящее время ограничение номера станции ВМО числом 999 (также ограничивается дескриптором 0 01 002 BUFR, который имеет полосу данных в 10 бит). В районе, охваченном конкретным номером блока ВМО, часто насчитывается более 999 станций. Не все имеющиеся данные наблюдений в настоящее время распространяются по ГСТ. Для распространения данных наблюдений со всех потенциально имеющихся станций следует увеличить количество номеров станций ВМО, т. е. определить и использовать новый дескриптор.

[b] Добавить примечание для соответствующего дескриптора, указывающего широту и долготу относительно WGS 84.

1.2 Информация об отдельных приборах

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Принцип работы	Описание используемого метода или системы	
• Метод измерения/наблюдения[a]	Тип принципа работы, описывающего используемый метод измерения/ наблюдения 0 02 175–0 02 189	Постоянный ток, полимерная емкость
• Тип системы обнаружения	Полный комплект измерительных приборов и другого оборудования, скомпонованный для проведения конкретных измерений Дескрипторы BUFR 0 02 175–0 02 189	Система оптического рассеяния в сочетании с системой зондирования выпадения осадков
Размещение и установка приборов	Классификация размещения[b]	
• Высота над уровнем земли (или уровень глубины)		1,75 м, –0,1 м
• Репрезентативная высота датчика над уровнем земли	Стандартная высота для измерения	1,25 м
Ожидаемые рабочие характеристики прибора	Классификация рабочих характеристик (подлежит определению) должна включать: неопределенность прибора и периодичность профилактического обслуживания и калибровки. Все эти элементы определяют ожидаемые технические характеристики прибора	Класс A: для прибора согласно рекомендациям ВМО в отношении прибора и технического обслуживания. Класс D: для прибора с неизвестными характеристиками и/или неизвестным техническим обслуживанием. Классы B и C: промежуточные
Метод корректировки относительно номинальной величины	Корректировка, применяемая к данным	Дескриптор BUFR 0 08 083

[a] Добавить примечание относительно существования защиты и типа используемого защитного устройства, а также наличия или отсутствия искусственной вентиляции.

[b] Подлежит стандартизации. Франция установила классификацию с использованием величин от 1 до 5. Национальный центр климатических данных (НЦКД) Национального управления по исследованию океанов и атмосферы (НУОА) использует аналогичную систему классификации. Рекомендуется, чтобы Комиссия по приборам и методам наблюдений разработала руководящие принципы для подобной классификации, возможно совместно с ИСО (ТС146, SC5 — метеорология).

1.3 Информация об обработке данных

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Программа измерений/ наблюдений		
• Выходные данные	Количество, которое выдается прибором или системой	Среднее значение 2 мин
• Интервал обработки	Временной интервал, с которым делаются дискретные измерения	2, 10 мин (ветер)

1.4 Информация о работе с данными

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Флажок контроля качества для каждого параметра	Описание флажков контроля качества, характеризующих данные	1 = хорошие; 2 = несоответствующие; 3 = сомнительные; 4 = ошибочные; 5 = не проверены; 6 = изменены

2. МЕТАДАННЫЕ АВТОМАТИЧЕСКОЙ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ПОЧТИ ОПЕРАТИВНЫХ И НЕОПЕРАТИВНЫХ ЦЕЛЕЙ

2.1 Информация о станции

Имеется значительный объем информации, касающейся местоположения станции, местной топографии и других параметров. Метаданные основной станции включают:

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Название станции	Официальное название станции	Братислава-Колиба
Индексный номер или указатель станции	Номер, используемый национальной метеорологической службой для определения станции	11813, A59172
Номера блока и станции ВМО	Дескрипторы BUFR 0 01 001 и 0 01 002	11 и 813
Географические координаты	Широта и долгота реперной точки станции относительно WGS 84	18,7697 градуса 18,5939 градуса
Время отсчета	Фактическое время наблюдений в МСВ	0655
Высота над средним уровнем моря	Вертикальное расстояние реперной точки станции, измеряемое от среднего уровня моря относительно EGM 96	260,25 м
Определитель поверхности	Дескриптор BUFR 0 08 010	Травяной наземный покров
Тип почвы, физические постоянные и почвенный разрез	Описание типа почвы, на которой расположена станция, ее характеристики	Глина
Типы и состояние растительности. Дата записи	Описание окрестностей (поверхность земли) станции	Естественная; трава, 7 декабря 2004 г.
Описание местной топографии	Описание прилегающей к станции территории с уделением особого внимания топографическим характеристикам, которые могут повлиять на состояние погоды в местонахождении станции	Станция в долине
Классификация неровности рельефа	Классификация Дэвенпорта эффективной неровности рельефа	2
Тип автоматической метеорологической станции, производитель, виды аппаратных средств и программного обеспечения, подробное описание модели (модель, серийный номер, версия программного обеспечения)	Основная информация по установке автоматической метеорологической станции	Автоматическая метеорологическая станция: модель Вайсала MILOS 500 Аппаратные средства: v1.2 Операционная система: v1.2.3, прикладная программа: v1.0.2 Модем: модель ABCD, аппаратные средства: v2.3, программное обеспечение v3.4.5, энергопитание: модель XYZ, аппаратные средства v4.5
Программа наблюдений станции	Информация о видах проведенных наблюдений, измеренных переменных	1-часовые синоптические наблюдения
• Измеряемые параметры	Перечень измеряемых переменных	Температура, давление, влажность, скорость и направление ветра
• Срок наблюдения	Основной срок наблюдений	МСВ
• Коды и время передачи сообщений (сдвиг и интервал)	Фактическое время наблюдений	METAR: начало 0000 МСВ 1-часовые интервалы; SYNOP: начало 0000 МСВ 3-часовые интервалы Автоматическая метеорологическая станции: начало 0000, 1-минутные интервалы
Нулевой уровень, с которым соотносятся данные станции об атмосферном давлении; данные о высоте, использованные для QFE/QNH	Нулевые уровни, к которым приводится атмосферное давление	СУМ 123,45 м; станция: СУМ 125,67 м; контрольная точка аэродрома: СУМ 124,56 м

2.2 Информация об отдельных приборах

Соответствующие метаданные должны включать следующее:

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Тип датчика	Техническая информация о датчике, используемом для измерения переменной	Температура, влажность, давление
• Производитель		Вайсала, Кемпбелл
• Модель		HMP45C, давление, температура, влажность-2000
• Серийный номер		12345…
• Версия аппаратных средств		V1.2.3
• Версия программного обеспечения		V2.3.4
Принцип работы	Описание используемого метода или системы	
• Метод измерения/ наблюдения	Тип принципа работы, описывающего используемый метод измерения/ наблюдения	Постоянный ток, полимерная емкость
	Дескрипторы BUFR 0 02 175–0 02 189	
• Тип системы обнаружения	Полный комплект измерительных приборов и другого оборудования, скомпонованный для проведения конкретных измерений	Система оптического рассеяния в сочетании с системой зондирования выпадения осадков
	Дескрипторы BUFR 0 02 175–0 02 189	
Рабочие характеристики	Рабочий диапазон датчиков	–50 – +60 °C, 0–100 %
Единица измерения	Единица СИ, в которой измеряется данная переменная	K, Па, м/с
Диапазон измерения	Интервал между верхним и нижним предельными значениями, в котором сообщается переменная	–50 – +60 °C, 0–75 м/с
Разрешение	Наименьшее изменение физической переменной, которое вызовет ответную реакцию измеряющей системы	0,01 K
Неопределенность	Связанная с результатом измерения переменная, характеризующая дисперсию величин, причину которой можно с достаточным основанием отнести на счет измерения; интервал, в пределах которого ожидается «значение» переменной во время измерения	±0,1 K
Постоянная времени прибора	Время, которое требуется для того, чтобы прибор показал определенный процент (63,2 %) от окончательного показания, полученного в результате входного сигнала	20 с
Постоянная времени интерфейса	Время, которое требуется для того, чтобы интерфейсный электронный прибор показал данный процент (63,2 %) от окончательного показания, полученного в результате входного сигнала	5 с
Временное разрешение	Частота выборки	3 с, 10 с

СИ Международная система единиц

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Время осреднения выходных данных	Период времени, необходимый для определения сообщаемого значения	1 мин; 2 мин; 10 мин
Размещение и установка приборов	Классификация мест расположения	
• Местоположение		Метеорологическая будка, мачта, вышка
• Степень помех от других приборов или предметов		
• Защита		Экран с естественной вентиляцией
• Постоянная времени экранирования	Время, которое требуется для того, чтобы при данном методе установки приборов (экран от солнечной радиации или ветра) был показан данный процент (63,2 %) от конечного показания, полученного в результате входного сигнала	10 с
• Высота над уровнем земли (или уровень глубины		1,75 м, –0,1 м
• Репрезентативная высота датчика над уровнем земли	Стандартная высота для измерения	1,25 м
Ожидаемые рабочие характеристики прибора	Классификация рабочих характеристик (подлежит определению) должна включать: неопределенность прибора и периодичность профилактического техобслуживания и калибровки; эти элементы определяют ожидаемые технические характеристики прибров	Класс A: прибор согласно рекомендациям ВМО (как в отношении прибора, так и технического обслуживания). Класс D: прибор с неизвестными характеристиками и/или неизвестным техническим обслуживанием. Классы B и C: промежуточные
Сбор данных		
• Интервал дискретных измерений	Время между последовательными наблюдениями	3 с, 10 с, 30 с
• Интервал осреднения	Временной интервал дискретных измерений	1, 2, 10, 30 мин
• Тип осреднения	Метод, используемый для расчета среднего значения	Арифметическое, экспоненциальное, гармоническое
Процедуры корректировки для номинального значения	Корректировка, применяемая к данным	Дескриптор BUFR 0 08 083
Данные калибровки		
• Поправка	Величина, которая прибавляется к показанию прибора или вычитается из него для получения правильного значения	C = R (1+0,6R)
• Время калибровки	Дата проведения последней калибровки	12 декабря 2003 г.
Профилактическое обслуживание и устранение неисправностей		
• Рекомендуемое/ плановое обслуживание	Частота профилактического обслуживания	Один раз в 3 месяца
• Процедуры калибровки	Тип применяемого метода/процедуры	Статическая/ динамическая калибровка
• Частота калибровок	Рекомендуемая частота	12 месяцев
• Описание процедуры		
Результаты сравнения с транспортируемым эталоном	Результаты полевых испытаний датчика сразу после его установки	98 %
Результаты сравнения с транспортируемым эталоном	Результаты полевых испытаний датчика непосредственно перед его снятием	103 %

2.3 Информация об обработке данных

По каждому отдельному метеорологическому параметру метаданные, касающиеся процедур обработки, должны включать следующее:

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Программа измерений/наблюдений		
• Время наблюдения		10-я, …, 60-я мин
• Частота передачи сообщений		10 мин
• Выходные данные	Количество, которое выдается прибором или системой	2-минутное среднее значение
• Интервал обработки	Временной интервал, с которым делаются дискретные измерения	2, 10 мин (ветер)
• Сообщаемое разрешение	Разрешение сообщаемой переменной	0,1 м/с
Метод, процедура, алгоритм обработки данных	Используемый метод	Скользящее 10-минутное среднее значение
Формула, используемая для расчета элемента		$VIS=N/(1/V_1+1/V_2+ \ldots +1/V_n)$
Метод наблюдения/измерения	Тип сообщаемых данных	Мгновенное, общее, среднее значение, изменчивость
Источник входных данных (прибор, элемент и т. п.)	Измеряемая или производная переменная	WAA 151
Константы и значения параметра	Константы, параметры, используемые при расчете производного параметра	g = 9806 65 м/с^2

2.4 Информация о работе с данными

Важные компоненты метаданных включают следующие:

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Процедуры, алгоритмы контроля качества	Тип процедур контроля качества	Проверка вероятного значения; проверка временной согласованности; проверка внутренней согласованности
Флажок контроля качества для каждого параметра	Описание флажков контроля качества, характеризующих данные	1 = хорошие; 2 = несогласующиеся; 3 = сомнительные; 4 = ошибочные; 5 = не проверены; 6 = изменены
Процедуры обработки и хранения	Различные процедуры, используемые в процессе приведения и преобразования данных	Расчет видимости по коэффициенту ослабления
Константы и значения параметра		

2.5 Информация о передаче данных

Представляющими интерес метаданными, связанными с передачей информации, являются:

Тип метаданных	*Объяснение*	*Примеры*
Метод передачи	Средства передачи	Глобальная система мобильной связи/ общая служба пакетной радиопередачи, Орбкомм; радио
Формат данных	Тип сообщения, используемого для передачи данных	BUFR; SYNOP
Время передачи	Время регулярной передачи данных	11-я минута; 60-я минута
Частота передачи	Частота передачи данных	10 мин; 1 ч

ЧАСТЬ IV

КОСМИЧЕСКАЯ ПОДСИСТЕМА

4.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4.1.1 История создания космической подсистемы

Первый исследовательский метеорологический спутник был запущен Соединенными Штатами Америки 1 апреля 1960 г. С него были получены простые, но весьма полезные изображения облачности, и он явился таким эффективным подтверждением концепции, что вскоре было принято решение о запуске серии оперативных спутников с полярной орбитой. В 1963 г. впервые стала действовать система автоматической передачи изображений (АПТ), которая упростила доступ к данным в виде изображения. С тех пор системы АПТ были установлены на многих спутниках для передачи изображений по несколько раз в день на относительно недорогостоящие станции пользователей во всем мире. К 1966 г. США запустили свой первый исследовательский геостационарный метеорологический спутник, продемонстрировавший ценное значение постоянной точки наблюдения за Землей, обеспечивший возможность получения и использования частых изображений для прямого визуального наблюдения за погодой во всем мире. В 1969 г. тогдашний СССР запустил первый из серии полярно-орбитальных спутников. В 1974 г. США запустили первый оперативный геостационарный спутник. Аналогичные геостационарные метеорологические спутники были запущены в 1977 г. и эксплуатировались Японией и Европейским космическим агентством (ЕКА). Таким образом, через 18 лет после первой практической демонстрации была создана полностью функциональная система метеорологических спутников, обеспечивающая регулярный охват данными большей части планеты. В период 1980-х гг. эта сеть стабилизировалась в плане получения данных с датчиков и обслуживания, однако в связи с появлением таких новых эксплуатирующих спутники стран, как Индия и Китай, в период 1990-х гг. вновь активизировалась деятельность, связанная с исследовательскими метеорологическими спутниками и обновлением оперативной подсистемы. Первое десятилетие нового столетия характеризовалось внедрением дальнейших значительных усовершенствований как в плане рабочих характеристик датчиков, так и запуска новых космических аппаратов, способствующих повышению эффективности группировки оперативных и исследовательских спутников, вращающихся вокруг Земли. Это быстрое развитие новой международной системы наблюдений, повлекшее за собой крупные капиталовложения, было беспрецедентным и свидетельствует о колоссальной ценности этих спутников для метеорологии и общества, если ей сопутствуют широкомасштабные усовершенствования, связанные с умением передавать, обрабатывать и демонстрировать информацию.

4.1.2 Связь с наземной подсистемой

Благодаря нескольким факторам метеорологические спутниковые данные являются уникальными по сравнению с данными из других источников, и имеет смысл перечислить некоторые наиболее важные из этих факторов:

a) Благодаря своей выгодной позиции на большой высоте и широкой полосе захвата спутник может обеспечивать регулярное сообщение данных из тех районов земного шара, из которых поступают весьма немногочисленные данные наблюдений с наземной подсистемы.

b) С высоты спутника проводится широкоугольное сканирование атмосферы, что позволяет просматривать в едином ракурсе крупномасштабные метеорологические системы.

c) Способность геостационарных спутников постоянно видеть из космоса значительную часть атмосферы обеспечивает им возможности для мониторинга кратковременных штормов и предупреждения о них.

d) Усовершенствованные системы связи, первоначально разработанные в качестве составной части спутниковой технологии, обеспечивают возможность быстрой передачи данных со спутника или их ретрансляцию с автоматических станций на Земле и в атмосфере оперативным пользователям. Именно так обстоит дело спустя четыре десятилетия, хотя существующая в настоящее время тенденция заключается в том, чтобы функции передачи и наблюдений осуществлялись отдельными космическими аппаратами, которые специально предназначены либо для телесвязи, либо для наблюдений за Землей.

e) Информацию об атмосфере или поверхности получают косвенным образом путем измерения характеристик электромагнитной радиации, достигающей спутникового датчика. Использование подобных данных связано с особыми проблемами. Их проявлением является трудность получения необходимого вертикального разрешения при некоторых измерениях и долгосрочной стабильности в целом. Кроме того, ошибки характеризуются тенденцией пространственной корреляции, что создает проблемы с использованием данных измерений при определении характеристик дифференциальных полей. Подстилающая поверхность, будь то фактическая поверхность или вершина облака, может быть

причиной восходящей радиации, которую трудно устранить при определении характеристик расположенной выше атмосферы.

С другой стороны, измерения в точке могут интерпретироваться непосредственным образом, но подвергаться воздействию местных факторов, которые создают проблему репрезентативности. Кроме того, плотность сетей наблюдений является неоднородной.

Плотность данных обычных приземных наблюдений и аэрологических зондирований по некоторым частям земного шара, таких как Северная Америка или Западная Европа, значительно превосходит плотность подобной информации из океанских и менее развитых регионов. Сводки с морских и воздушных судов, островных станций и нескольких буев нередко являются единственными данными приземных наблюдений, поступающих с океанов, и значительная часть этих данных сосредоточена в ограниченных географических районах, в которых пролегают коммерческие транспортные маршруты. Единственным дополнительным источником данных об окружающей среде из этих и других районов с редкими данными являются полярно-орбитальные и геостационарные спутники. Еще одним важным элементом являются ветры, определяемые благодаря мониторингу с геостационарных спутников перемещения атмоферных структур и облаков, особенно в районах низких широт, из которых в противном случае поступала бы скудная информация. Качество прогнозов и обслуживания непосредственно коррелируется с имеющейся информацией по атмосферным условиям независимо от масштаба изучаемого движения, хотя недостаточность такой информации может и не оказать на них влияния.

Прогнозы по численным моделям являются основой для регулярных региональных и местных прогнозов погоды. Развитию деятельности по численному моделированию способствовало наличие данных зондирований глобальной температуры с полярно-орбитальных метеорологических спутников, которые впервые были получены в конце 1960-х гг. и нашли оперативное применение с середины 1970-х гг. Благодаря мощности компьютеров и более совершенным моделям появилась как необходимость, так и возможность разрабатывать все более сложные методы для получения профилей температуры и влажности из спутниковых данных об излучении. Ассимиляция данных зондирований имеет весьма позитивные последствия для обоих полушарий благодаря более высокому вертикальному разрешению, обеспечиваемому усовершенствованными гиперспектральными датчиками.

Сильные и слабые стороны приземных и космических измерений являются дополнительным фактором, в силу которого Глобальная система наблюдений должна рассматриваться в качестве комплексной системы, которая построена с учетом сильных сторон обоих компонентов. Спутниковые наблюдения имеют огромное значение для выпуска предупреждений и прогнозов об опасных условиях, таких как штормы, тропические циклоны, полярные области низкого давления, ветры на высотах и волнение. Более 90 % объема данных, ассимилируемых в глобальных моделях численного прогнозирования погоды, поступает из космических систем. Тем не менее, прямые измерения с поверхности с помощью радиозондов и с воздушных судов по-прежнему необходимы для предоставления геофизических переменных, которые сложно получить путем дистанционного зондирования, а также для мониторинга мелкомасштабных явлений и обеспечения независимой проверки достоверности и калибровки данных.

4.1.3 Координация

Совокупность оперативных спутников для наблюдения за окружающей средой, составляющая космическую подсистему, представляет собой ряд независимых национальных или региональных систем, координируемых по взаимному соглашению между операторами спутников и ВМО в рамках Координационной группы по метеорологическим спутникам (КГМС). В состав Группы входят операторы метеорологических спутников, включая оперативные и исследовательские спутники, а также ВМО в своем качестве основной организации-пользователя. В настоящее время членами этой группы являются метеорологические и/или космические агентства Европы (ЕВМЕТСАТ и ЕКА), Индии (ИМД), Китая (КМА и НКАК), Республики Корея (КМА), Российской Федерации (Росгидромет и Роскосмос), США (НУОА и НАСА), Франции (КНЕС) и Японии (ЯМА и ДЖАКСА). Свое первое совещание Группа провела в сентябре 1972 г. (когда она была известна как Группа по координации геостационарных метеорологических спутников), и с тех пор она проводит совещания на ежегодной основе. Группа занимается координацией множества оперативных аспектов спутниковых систем, таких как планирование действий на случай чрезвычайных ситуаций, оптимизация взаимного расположения геостационарных и полярно-орбитальных космических аппаратов и стандарты телесвязи. Она способствовала стандартизации ключевых средств в рамках всей глобальной системы и содействует развитию сотрудничества в области калибровки датчиков, расчета продукции и учебной подготовки пользователей. Дополнительная информация о Координационной группе по метеорологическим спутникам содержится по адресу: http://www.wmo.int/pages/prog/sat/CGMS/CGMS_home.html.

Что касается планирования действий на случай чрезвычайных ситуаций, то операторами спутников в рамках Координационной группы по метеорологическим спутникам введена практика взаимной поддержки между системами геостационарных спутников в тех случаях,

когда это необходимо и практически осуществимо. Неполадки, возникающие на борту космического аппарата, создают чрезвычайную ситуацию над одним регионом в тех случаях, когда невозможно более обеспечивать постоянное выполнение особенно важных программ и когда в течение длительного периода времени невозможно запустить для замены другой спутник. В подобных случаях, если у другого оператора спутников имеется запасной спутник на орбите с достаточным количеством горючего для выполнения дополнительных маневров, существует возможность перемещения этого запасного спутника из его первоначального местоположения в ту часть земного шара, где существует необходимость оказания поддержки для обеспечения временного охвата. Хотя на все геостационарные метеорологические спутники возлагаются определенные общие задачи в рамках программы и они характеризуются основным набором схожих характеристик, эти спутники не являются взаимозаменяемыми. Из-за существования разнообразных региональных и национальных стандартов, а также разных технологий, объясняемых независимыми этапами комплектации спутников, каждая спутниковая система нуждается в своей собственной центральной наземной станции и центре контроля. В связи с этим перемещение спутника требует осуществления более или менее сложных организационных мероприятий, зависящих от того, находится ли данный спутник в пределах или за пределами видимости его центральной наземной станции. Подобную поддержку в чрезвычайной ситуации успешно оказывали друг другу в нескольких случаях в 1980-х и 1990-х гг. космические аппараты ГОЕС, Метеосат и ГМС.

4.2 БАЗОВЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ СЕГМЕНТ

Комический компонент Глобальной системы наблюдений Всемирной службы погоды состоит из двух типов спутников: оперативных метеорологических спутников и исследовательских спутников для наблюдений за окружающей средой.

Оперативные метеорологические спутники традиционно проектируются для эксплуатации на одной из следующих двух категорий орбит: геостационарной экваториальной орбите или солнечно-синхронных полярных орбитах. Большинство, хотя не все, исследовательских спутников для наблюдений за окружающей средой также находятся на солнечно-синхронных полярных орбитах.

Для обеспечения постоянного охвата земного шара, по меньшей мере до широты 55°, требуется шесть равномерно размещенных в пространстве геостационарных спутников. Полного глобального охвата, включая полярные регионы, можно достигнуть только при помощи полярно-орбитальных спутников; четыре из них, равномерно размещенные в пространстве на солнечно-синхронных орбитальных плоскостях, могут обеспечить достаточно частые наблюдения для отражения суточного цикла.

В зависимости от требований охвата для выполнения особых программ могут быть использованы другие типы орбит. Например, орбита с наклонением 35° была выбрана для программы мониторинга осадков в тропиках, а для задачи, связанной с оптимизированной топографией поверхности океана, предпочтение отдается орбите с наклонением 66°. Рассматривается также вопрос о высокоэллиптических орбитах, однако не планируется использовать их в рамках Глобальной системы наблюдений в ближайшем будущем.

4.2.1 Солнечно-синхронные полярно-орбитальные спутники

4.2.1.1 Принцип

В случае солнечно-синхронного спутника плоскость орбиты находится под постоянным углом по отношению к солнцу в течение всего года для обеспечения того, чтобы данный спутник всегда проходил над данной широтой в то же самое местное солнечное время. Это является очевидным преимуществом для многих видов применений, поскольку сводит к минимуму различия изображений из-за времени суток и интенсивности солнечного освещения и таким образом упрощает оперативное использование. Подобные спутники традиционно используются для точных измерений энергетической яркости, которые необходимы для зондирований температуры и водяного пара, мониторинга температуры поверхности суши или моря и радиационных потоков.

Синхронное с солнцем движение может быть достигнуто благодаря низкой околоземной орбите (НОО), находящейся под углом около 99° к плоскости экватора (т. е. угол около 81° в обратном направлении). Поскольку эта орбита проходит над обоими полярными регионами ее называют полярной орбитой. Метеорологические солнечно-синхронные спутники обычно находятся на квазикруговых орбитах с высотой в пределах 800–1 000 км, что предполагает орбитальный период порядка 101 минуты. Таким образом, данный спутник совершает облет планеты каждую 101 минуту, т. е. около 14 раз в сутки. Поскольку Земля вращается вокруг своей оси, а плоскость орбиты при этом остается почти постоянной, траектории последующих орбит смещаются в западном направлении на величину порядка 25,5° широты. В том случае, если ширина полосы изображения составляет как минимум 2 900 км, то нет никакого пробела на экваториальных широтах между районами, охватываемыми при каждом витке, и имеет место значительный частично повторяющийся охват в период между последующими

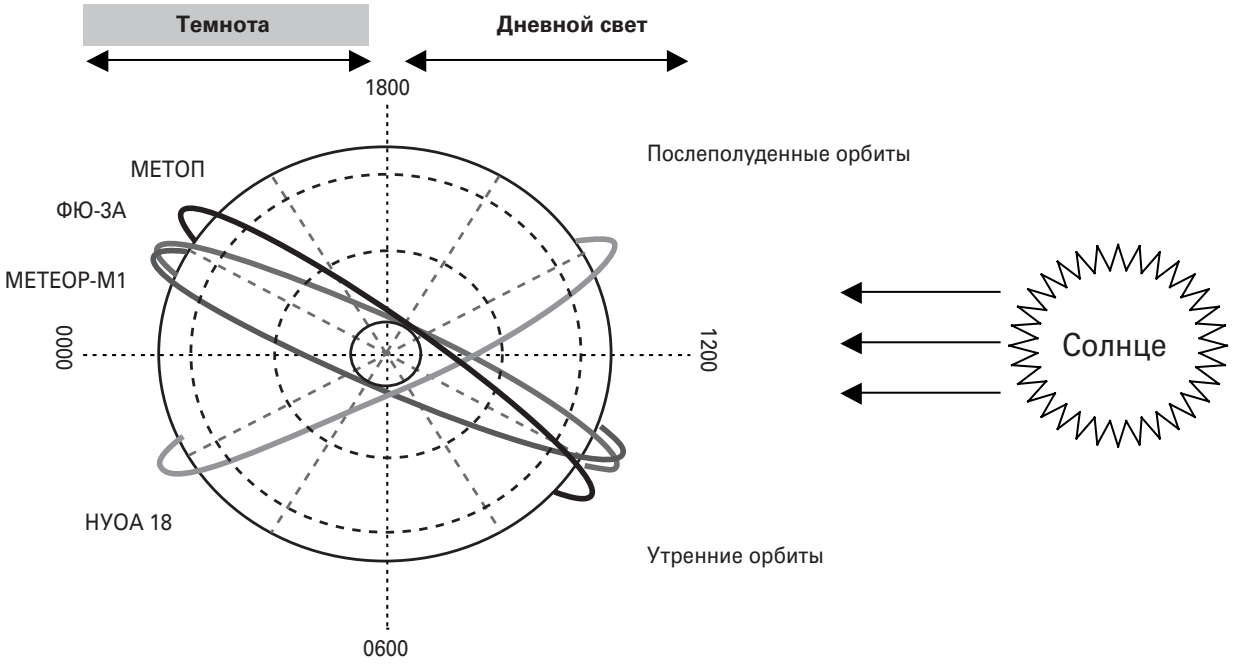


Рисунок IV.1. Вид орбитальных плоскостей солнечно-синхронных спутников со стороны Северного полюса, конфигурация 2008 г.

прохождениями спутника на более высоких широтах. В таком случае каждый спутник может дать обзор всей планеты дважды за любой 24-часовой период, а именно, один раз при дневном свете и один раз ночью. Солнечно-синхронный спутник классифицируется как утренний (до полудня) спутник, если пересечение экватора при дневном свете совершается утром. Его называют дневным (после полудня) спутником, если пересечение при дневном свете происходит после полудня. Обычно послеполуденное пересечение бывает «восходящим» по направлению с юга на север, а утреннее пересечение представляет собой «нисходящую» орбиту с севера на юг, хотя это не является правилом.

На рисунке IV.1 представлен вид со стороны Северного полюса орбитальных плоскостей солнечно-синхронных спутников, как запланировано на 2008 г. В то время, как Земля движется вокруг Солнца и вокруг своей оси, орбитальные плоскости сохраняют постоянный угол в направлении Солнца. Цифры (0000, 0600, 1200, 1800) показывают конкретные значения среднего местного солнечного времени (СМСВ). СМСВ определяется по местоположению относительно направления солнца. СМСВ равно 12 ч 00 мин в той точке Земли, которая обращена к Солнцу, и по меридиану этой точки. Солнечно-синхронные орбиты, движение по которым при дневном свете происходит в период с 06 ч до 12 ч (СМСВ), называются «утренними», а орбиты, движение по которым при дневном свете происходит в период с 12 ч до 18 ч (СМСВ), называются «послеполуденными» орбитами.

4.2.1.2 Осуществление

США и Российская Федерация эксплуатируют метеорологические спутники на полярной орбите с 1960-х гг., при этом соответствующими моделями их нынешних спутников являются НУОА-К, Л, М и Метеор-3М соответственно. В 1999 г. и 2002 г. Китай запустил полярно-орбитальные метеорологические спутники ФЮ 1-С и ФЮ 1-Д. Вводится в эксплуатацию новое поколение серий космических аппаратов, среди которых Метоп (EBMETCAT), запущенный в 2006 г.; Метеор-М1 (Российская Федерация) и ФЮ-3 (Китай), запуск которых был запланирован на 2007 г., и система НПОЕСС (США), запланированная на начало следующего десятилетия. Если эти планы можно будет осуществить без значительной задержки, преемственность наблюдений с полярной орбиты будет сохранена, а их эффективность возрастет благодаря улучшенным рабочим характеристикам. Планируемая в настоящее время конфигурация на 2008 г., показанная на рисунке IV.1 выше, будет включать, как предполагается, 3 утренних спутника (Метоп, ФЮ-3 и Метеор-М1) и один послеполуденный спутник (НУОА-18).

4.2.1.3 Программы наблюдений

Относительно низкая высота солнечно-синхронных полярно-орбитальных спутников позволяет устанавливать приборы для наблюдения за атмосферой и поверхностью с высоким разрешением. Основная полезная

Таблица IV.1. Описание соответствующих полезных нагрузок полярно-орбитальных спутников НУОА-H, -H′ и Метоп

НУОА-H, H′ (США)	*Метоп (ЕВМЕТСАТ)*	*Функция*
AMSU-A	AMSU-A	Зондирование температуры атмосферы в микроволновой спектральной области (всепогодное)
HIRS/3	HIRS/4	Инфракрасное зондирование температуры атмосферы (целесообразное в условиях безоблачного неба)
	IASI	Инфракрасное зондирование атмосферы с помощью прибора нового поколения с повышенным спектральным разрешением. Измеряет профиль температуры и влажности с повышенным вертикальным разрешением и химические составляющие тропосферы
	GRAS	Зондирование температуры атмосферы в слое от нижней тропосферы до стратосферы с использованием воздействия радиозатмения на сигнал ГСОМ
MHS	MHS	Зондирование влажности атмосферы в микроволновой спектральной области (всепогодное)
AVHRR/3	AVHRR/3	Изображения и энергетическая яркость/ температура облаков и поверхности; мониторинг растительности; поддерживает зондирование посредством выявления свободных от облачности областей
SBUV/2	GOME	Профили атмосферного озона и других составляющих в верхних слоях атмосферы
	ASCAT	Векторы ветра на поверхности океана (активный прибор)

нагрузка метеорологических полярно-орбитальных спутников включает, в частности, приборы для формирования изображений и зондирования (см. таблицу IV.1). Радиометры с формированием изображений имеют высокое горизонтальное разрешение и осуществляют мониторинг поверхности суши, моря, льда или облаков в спектральных каналах, в которых атмосфера характеризуется слабым поглощением (окна прозрачности). Зондирующие приборы имеют высокое спектральное разрешение и проводят сравнение радиации, излучаемой атмосферой, в ряде узких каналов вдоль полос атмосферного поглощения (CO_2 и H_2O в инфракрасном диапазоне, O_2 и H_2O в микроволнах). Другие разнообразные приборы — пассивные или активные — могут быть также частью полезной нагрузки в зависимости от целей конкретной программы и конструктивных ограничений космического аппарата.

4.2.1.4 Программы распространения данных

Доступ к данным, собранным полярно-орбитальными спутниками, обеспечивается за счет прямой передачи либо их ретрансляции с использованием передовых методов распространения (АДМ). Спутниковая продукция также распространяется через Глобальную систему телесвязи, и все большее количество изображений или видов продукции можно найти в Интернете.

Прямая передача с космического аппарата обеспечивает пользователя данными в реальном масштабе времени в тот период, когда спутник находится в районе видимости его принимающей станции, который простирается почти на 2 500 км вокруг станции, если исходить из того, что минимальный угол возвышения антенны равен 5 градусам. Характерные зоны видимости локальных принимающих станций в разных местах показаны на рисунке IV.2. Данные, доступ к которым получен в результате прямой передачи, являются релевантными для той части земного шара, которая сканируется космическим аппаратом в момент приема; поэтому они относятся к категории локальных данных. В то время как на современных космических аппаратах НУОА до сих пор установлена старая аналоговая система распространения данных (автоматическая передача изображений), системы спутников нового поколения будут оборудованы только системами цифрового распространения.

Стандартами, согласованными Координационной группой по метеорологическим спутникам, для цифрового распространения в L-диапазоне с полярно-орбитальных спутников являются передача графической информации высокого разрешения (ХРПТ) и передача графической информации низкого разрешения (ЛРПТ) для комплектов данных высокого разрешения и низкого разрешения соответственно. В то же время планируемые спутники последних поколений, такие как ФЮ-3 и НПОЕСС, будут также использовать X-диапазон в связи с возросшими скоростями передачи данных. Основные современные системы прямой передачи на период 2006–2015 гг. кратко изложены в таблице IV.2. Подробную информацию можно получить непосредственно у соответствующих операторов спутников.

При прямой передаче сообщаются необработанные данные (см. определение уровня продукции в таблице IV.4). Имеется несколько пакетов программного обеспечения

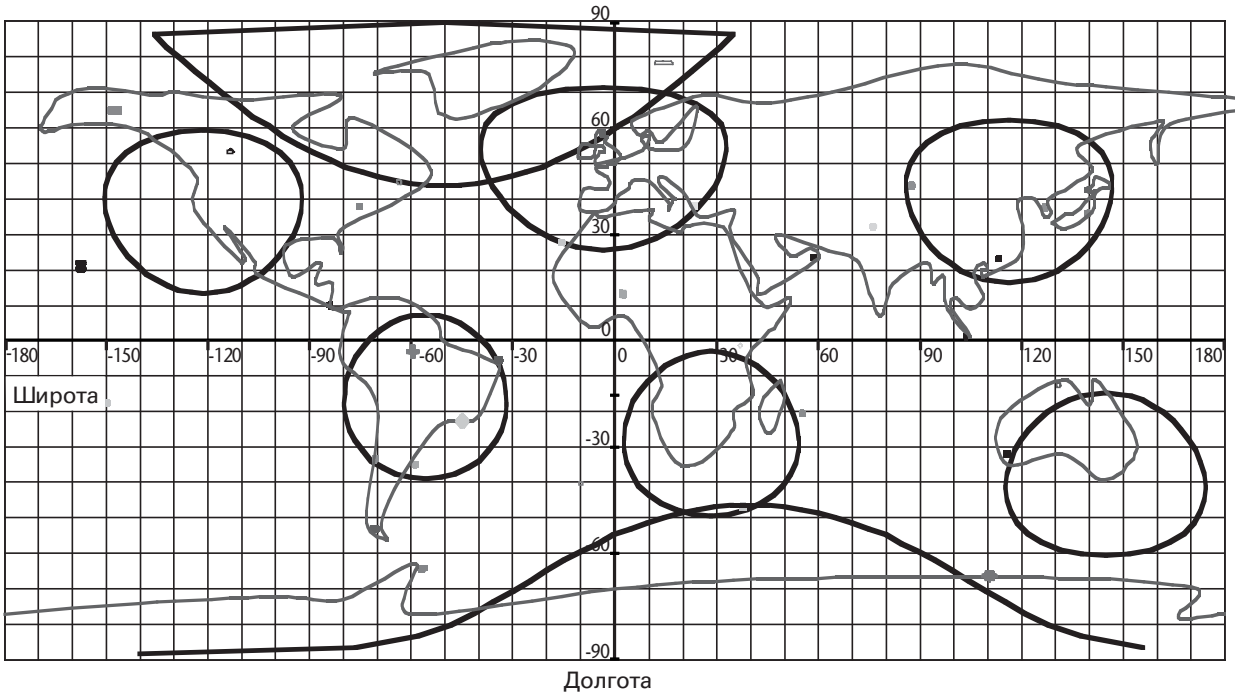


Рисунок IV.2. Характерные зоны видимости локальных принимающих станций в различных местах

для предварительной обработки данных: международный пакет программного обеспечения для обработки данных ТОВС для спутников НУОА предоставляется НУОА/НЕСДИС; пакет программ для предварительной обработки данных УРОВР и АТОВС (ААПП), подходящий для серии спутников НУОА и Метоп, предоставляется Центром по применению спутниковых данных для численного прогнозирования погоды ЕВМЕТСАТ, действующим под руководством Метеорологического бюро Соединенного Королевства.

Невозможно получить глобальный комплект данных с единственной локальной приемной станции. Данные, записанные на борту космического аппарата, загружаются спутниковым оператором на одну или несколько наземных станций и после соответствующей предварительной обработки предоставляются через службы архивирования и поиска данных или распространяются при помощи различных средств в близком к реальному масштабе времени. Поскольку объем собранных данных превышает возможности их записи на борту

Таблица IV.2. Основные услуги прямой передачи с оперативных полярно-орбитальных спутников в период 2006-2015 гг.

Серия спутников	*Услуга*	*Частота (МГц)*	*Скорость передачи данных (Мб/с)*
МЕТОП	ЛРПТ	137,1/137,9	,072
МЕТОП	АХРПТ	1701	3,5
НПОЕСС	ЛРД	1706	3,88
НПОЕСС	ХРД	7812/7830	20
НУОА-Н, Н′	АПТ (ППЗ)	137,1/137,9 (137,3/137,7)	,017 (0,008)
НУОА-Н, Н′	ХРПТ	1698/1707	,665
ФЮ-1	КХРПТ	1704,5	4,2
ФЮ-3	АХРПТ	1704,5	4,2
ФЮ-3	МПТ	7775	18,2
МЕТЕОР-М	ЛРПТ	137,1/137,9	0,080
МЕТЕОР-М	ХРПТ	1700	0,665

космического корабля НУОА, глобальный комплект данных изображений УРОВР имеется только с уменьшенным пространственным разрешением в службе охвата глобальной зоны. Данные усовершенствованного прибора ТАЙРОС для оперативного вертикального зондирования (АТОВС) обрабатываются или распространяются по Глобальной системе телесвязи. С учетом времени хранения на борту космического аппарата продолжительностью до одного орбитального периода, а также времени, необходимого для управления данными, их передачи и обработки, полный глобальный комплект данных зондирования едва ли может быть получен менее чем через 3 часа после сбора данных.

Региональные службы ретрансляции данных используются для дополнения основных функциональных возможностей наземного сегмента и сочетают преимущество услуг прямого вещания (поступление в реальном масштабе времени) и бортовой регистрации данных (глобальный охват). Поскольку требования численного прогнозирования погоды на региональном и глобальном уровнях, касающиеся охвата и своевременности, еще больше возросли в 2001 г., ЕВМЕТСАТ ввела в действие Службу ретрансляции данных АТОВС спутников ЕВМЕТСАТ (ЕАРС). Принцип действия ЕАРС заключается в осуществлении сети местных станций ХРПТ, концентрации комплектов данных АТОВС, полученных в масштабе реального времени этими станциями, и повторном распространении этих данных в согласованном формате более широкому сообществу пользователей. В результате добавления районов сбора данных каждой станции ХРПТ охват сетью ЕАРС распространяется на значительную часть северного полушария от Восточной Европы до Северной Америки и от полярной шапки до Северной Африки. Данные поступают конечным пользователям в течение 30 минут. Планируется создать аналогичные региональные службы ретрансляции данных АТОВС (РАРС) в Азиатско-Тихоокеанском регионе и в Южной Америке с целью предоставления данных зондирования с полноценным глобальным охватом в сроки, достаточные для ассимиляции в процессе численного прогнозирования погоды на региональном и глобальном уровнях. Рассматривается также вопрос о распространении действия этих служб на данные других приборов помимо зондирования.

Эти функциональные возможности, обеспечивающие передачу данных в близком к реальному масштабе времени и глобальный охват, являются частью структуры наземного сегмента программы Национальной системы оперативных полярно-орбитальных спутников для наблюдений за окружающей средой, поскольку планируется сократить время задержки посредством создания глобальной сети из 15 наземных станций для приема данных со спутника. Эта сеть обеспечит почти постоянное нахождение космических аппаратов в пределах действия какой-либо наземной станции для приема данных со спутника и возможность передавать данные, практически исключая необходимость в их хранении на борту космического аппарата.

Распространение данных, собранных через РАРС, производится либо по Глобальной системе телесвязи, либо с использованием передовых методов распространения. Все большее внимание уделяется использованию этих методов для обеспечения экономически эффективного доступа к спутниковым данным и продукции. Поскольку это не является особенностью полярно-орбитальных спутников, более подробная информация по данному вопросу приводится в разделе 4.3.

4.2.1.5 Другие программы по осуществлению связи

Полярно-орбитальные спутники хорошо подходят для поддержки систем сбора данных (ССД). Полезная нагрузка спутников НУОА и Метоп включает ССД АРГОС, в которой на борту спутника применяется методика доплеровского сдвига частоты для определения местоположения любого передатчика АРГОС или радиомаяка в любой части мира с неопределенностью около 150 метров. АРГОС может также собирать данные с датчиков на фиксированных или подвижных платформах сбора данных (ПСД), и тысячи таких ПСД действуют во всем мире. Несмотря на отсутствие постоянного охвата спутниками для ретрансляции данных ПСД, за исключением полярных регионов, опорная подсистема обеспечивает минимум восемь спутниковых облетов ежесуточно для каждой точки на Земле.

Спутниковая поисково-спасательная система слежения (САРСАТ) использует полярно-орбитальные и другие низкоорбитальные спутники для приема сигналов бедствия с упавших воздушных судов или терпящих бедствие морских судов и ретранслирует эти сигналы службам спасения через наземные станции в сотрудничающих странах. Дополнительная поддержка спасательным операциям оказывается благодаря определению географических координат сигнала. Полярно-орбитальные и низкоорбитальные спутники оборудованы приемопередатчиками, действующими на частотах 121,5; 243 и 406 МГц.

4.2.1.6 Программы по мониторингу космического пространства

На спутниках НУОА, в базовой системе, установлен прибор для мониторинга космической среды, который измеряет поток солнечных протонов, плотность электронов и энергетический спектр, а также общее распределение энергии частиц на высоте космического корабля. Двумя детекторами, включенными в этот прибор, являются детектор суммарной энергии и детектор

протонов и электронов со средней энергией. Серия спутников Метеор также имеет детекторы частиц солнечного ветра. Эти данные используются для мониторинга и предсказания солнечных явлений, таких как солнечные пятна и вспышки, и их воздействий на магнитное поле. Данные измерений поступающих энергетических частиц используются для составления карты границ полярного сияния, которое воздействует на системы ионосферной радиосвязи и системы распределения электроэнергии.

4.2.2 Геостационарные спутники

Геостационарные спутники совершают оборот вокруг Земли в том же направлении и за тот же период времени, что и оборот Земли вокруг своей оси, т. е. они остаются почти в постоянных позициях, на расстоянии около 36 000 км над одной точкой экватора. Поскольку высота геостационарной орбиты (ГЕО) в 40 раз превышает высоту орбиты полярного низкоорбитального спутника (НОС), проведение измерений параметров атмосферы и поверхности Земли с высоким пространственным разрешением является технически более сложным, однако преимущество ГЕО заключается в обеспечении постоянного наблюдения за погодой над фиксированной обширной частью земного шара (диска Земли). Часто получаемые изображения, как правило каждые 15 или 30 минут, могут охватить полный диск Земли. Районы меньшего размера могут сканироваться даже с большей частотой (быстрое сканирование). Изображения полного диска и быстрого сканирования широко применяются для оказания поддержки в подготовке прогнозов текущей погоды и предупреждений о суровой погоде, для мониторинга мезомасштабного увеличения облачности, проверки оправдываемости синоптических прогнозов и поддержки телевизионных сводок погоды. Анализ перемещения облаков, распределения водяного пара или других атмосферных характеристик в период между последовательными циклами сканирования позволяет определять поля векторов ветра. Данные о полях атмосферной радиации, наблюдение за которыми ведется со спутников ГЕО, дополняют данные с полярно-орбитальных спутников, способствуя, таким образом, повышению качества временной выборки переменных, таких как температура поверхности моря, или повышению качества оценки осадков, прямым или косвенным образом посредством ассимиляции в моделях численного прогнозирования погоды. Из-за кривизны земной поверхности качество изображения ухудшается по мере увеличения расстояния от подспутниковой точки. Для количественной обработки данные считаются полезными до зенитного угла около 70°, что соответствует дуге большого круга, отстоящей приблизительно на 60° от подспутниковой точки.

Некоторые геостационарные космические аппараты, такие как Метеосат или ФЮ-2, представляют собой стабилизируемые вращением платформы, и их собственное вращение используется для построчного сканирования диска Земли и обеспечения стабильного положения платформы. Космические аппараты других моделей, такие как ГОЕС, ГОМС и МТСАТ, являются стабилизированными по трем осям, что затрудняет контроль точной ориентации, однако обеспечивает большую гибкость в работе приборов. Два геостационарных метеорологических спутника поддерживаются США в качестве опорных в точке 75° з. д. и 135° з. д., один спутник эксплуатируется Китаем (105° в. д.), ЕВМЕТСАТ (0°), Японией (140° в. д.) и Российской Федерацией (76° в. д.). Кроме того, Индия эксплуатирует, главным образом для национальных целей, спутники в точке 74° в. д. и 93° в. д. Осуществляемый в настоящее время базовый охват показан на рисунке IV.3, хотя фактический охват часто отличается от основного, например над Индийским океаном. Общая конфигурация подлежит регулярному пересмотру Координационной группой по метеорологическим спутникам и ВМО с целью оптимизации и консолидации охвата, учитывая при этом участие новых операторов спутников.

4.2.2.1 Программы наблюдений

Главная задача оперативных геостационарных спутников заключается в предоставлении постоянных изображений с циклом обновления в 30 или менее минут для осуществления:

a) мониторинга мезомасштабных характеристик облачности в поддержку прогнозирования текущей погоды;
b) обеспечения определения полей векторов ветра посредством отслеживания параметров облачности или водяного пара, а также других характеристик в поддержку численного прогнозирования погоды.

Несколько спутников передают более частые изображения либо полного диска Земли, либо отдельной территории. Все формирователи изображений на оперативных геостационарных спутниках имеют как минимум три следующих основных канала: видимый, канал водяного пара и инфракрасный в диапазоне порядка 0,7, 6,7 и 11 мкм соответственно, при этом характерное горизонтальное разрешение в подспутниковой точке составляет 1 или 2 км в видимом диапазоне и 5 км в диапазоне инфракрасного окна. Кроме того, более современные спутники имеют канал 3,9 мкм и «разделенное окно» в диапазоне 12,0 мкм и/или канал в диапазоне 13 мкм. Формирователь изображений СЕВИРИ, установленный на борту спутников серии Метеосат второго поколения, имеет 12 каналов. В Плане осуществления эволюции космической и наземной подсистем ГСН содержится рекомендация повысить пространственное и временное разрешение формирователей изображений на геостационарных спутниках в тех спектральных диапазонах, которые подходят для мониторинга быстро

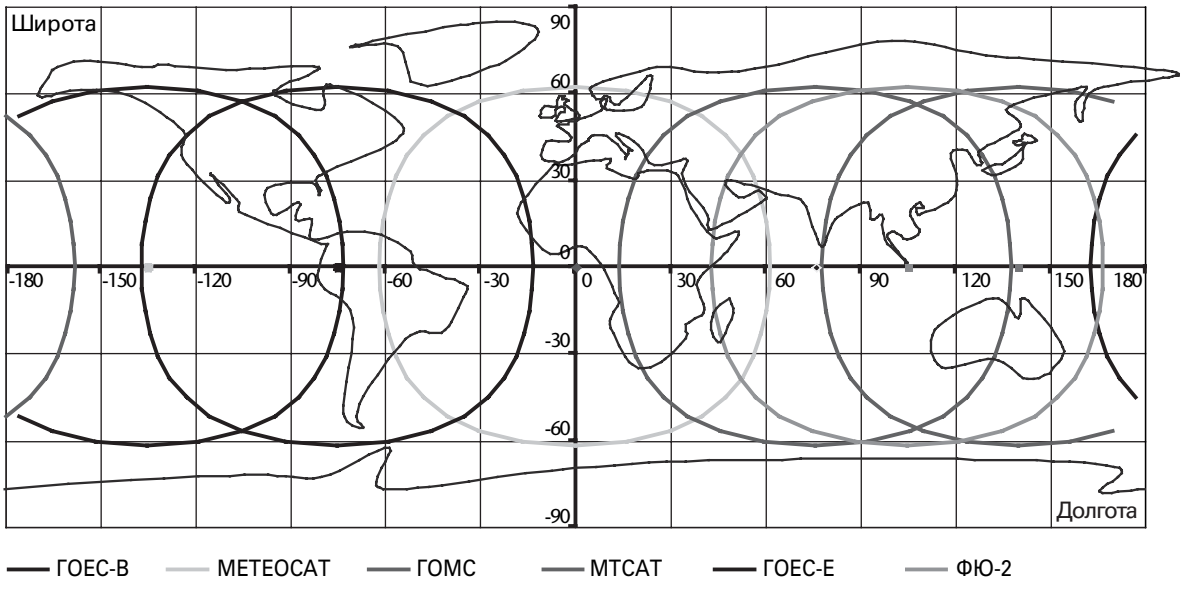


Рисунок IV.3. Номинальный охват существующими опорными геостационарными спутниками при максимальном зенитном угле 70 градусов

развивающихся мелкомасштабных явлений и восстановления данных о ветре. Эволюция всех приборов геостационарных спутников характеризуется тенденцией расширения спектрального охвата и увеличения скорости получения изображений.

Некоторые спутники имеют повышенную полезную нагрузку для определения профилей температуры и влажности посредством ИК-радиометрии или для измерения радиационного баланса Земли. Более современные спутники серии ГОЕС имеют специальный прибор для зондирования атмосферы, имеющий 8 каналов для измерения двуокиси углерода, 4 канала водяного пара, 4 инфракрасных канала, а также каналы для измерения озона, азота и видимый канал. Зондирования производятся ежечасно главным образом над США и прилежащими водами. Горизонтальное разрешение при зондировании радиационным излучением составляет 10 км.

4.2.2.2 Программы по распространению данных

Геостационарные космические аппараты также обеспечивают обслуживание в области распространения цифровых данных путем прямой передачи, описание которого дается в таблице IV.3. Высокоскоростная передача информации (HRIT) и низкоскоростная передача информации (LRIT) являются согласованными КГМС стандартами для прямого эфирного вещания с геостационарных спутников в L-диапазоне соответственно для высокой и более низкой скорости передачи данных, при этом происходит постепенное прекращение обслуживания по распространению данных в аналоговом варианте, таком как ВЕФАКС (узкополосная аппаратура факсимиле для передачи метеокарт). Кроме того, все большее внимание уделяется использованию передовых методов распространения, которые дополняют или в некоторых случаях заменяют прямое эфирное вещание. Поскольку использование этих методов не ограничивается геостационарными спутниками, более подробно они рассматриваются в разделе 4.3. Производная продукция, такая как векторы атмосферного движения, распространяется по Глобальной системе телесвязи для целей численного прогнозирования погоды.

4.2.2.3 Программы по сбору данных и проведению поисково-спасательных операций

Непрерывность процесса, характерная для операций геостационарных спутников, обеспечивает возможность для сбора данных с фиксированных или подвижных платформ сбора данных либо в соответствии с установленным графиком, либо в режиме тревоги.

Каждый оператор геостационарных метеорологических спутников поддерживает региональную систему для сбора данных с платформ сбора данных в фиксированных точках, находящихся в пределах поля зрения их соответствующих спутников. Этот вид обслуживания зарекомендовал себя в качестве имеющего большое значение при ретрансляции тревожных оповещений, связанных, например, с цунами, бурными паводками или радиацией, над значительным участком Земли.

Международная система сбора данных была создана Координационной группой по метеорологическим спутникам с целью обеспечения сбора данных об окружающей среде с подвижных платформ сбора данных,

Таблица IV.3. Основные виды услуг по распространению цифровых данных посредством прямого эфирного вещания с геостационарных спутников в 2006–2010 гг.

Спутник	*Вид услуги*	*Частота*	*Скорость передачи данных*
ГОЕС	GVAR LRIT	1685,7 МГц 1691,0 МГц	2,1 Мб/с 128 кб/с
Метеосат (первое поколение)	HRI	1694,5 МГц	166 кб/с
Метеосат (второе поколение)	LRIT (основное распространение посредством АДМ)	1691,0 МГц	128 кб/с
МТСАТ	HRIT LRIT	1687,1 МГц 1691,0 МГц	3,5 Мб/с 75 кб/с
Электро-Л	HRIT LRIT	1691,0 МГц 1691,0 МГц	0,665–1 Мб/с 64–128 кб/с
ФЮ-2	S-VISSR LRIT	1687,5 МГц 1691,0 МГц	660 кб/с 150 кб/с
КОМС	HRIT LRIT	1691,0 МГц	

таких как установленные на судах, самолетах или свободно дрейфующих буях и шарах-зондах. Такие международные платформы ведут передачи на фиксированной частоте, которая является совместимой с частотой любого из геостационарных метеорологических спутников, находящихся в пределах связи. По линии Программы автоматизированных аэрологических измерений с борта судна (АСАП) Международная система сбора данных используется для передачи данных атмосферного зондирования, полученных с движущихся судов.

Геостационарный ретранслятор поисково-спасательной службы КОСПАС-САРСАТ (ГЕОСАР) установлен на борту спутников серии ГОЕС, Метеосат, ИНСАТ и планируется на Электро-Л. Таким образом, сигналы бедствия, посланные аварийными радиомаяками на частоте 406 МГц, ретранслируются в масштабе реального времени на специальные наземные станции. В отличие от системы поисково-спасательной службы на базе полярно-орбитальных спутников, геостационарный спутник не может сообщить местоположение данного радиомаяка, а служит для немедленного сообщения о чрезвычайной ситуации (дополнительную информацию о системе поисково-спасательной службы на базе полярно-орбитальных спутников см. в разделе 4.2.1.5).

4.2.2.4 Программы по мониторингу космического пространства

Космические аппараты серии ГОЕС оснащены прибором для наблюдения за космическим пространством, который состоит из трех основных компонентов: магнитометра, измеряющего магнитное поле на высоте космического аппарата; датчика солнечных рентгеновских лучей, сообщающего данные о солнечной рентгеновской активности для мониторинга и предсказания солнечных вспышек; и датчика энергетических частиц и детектора протонов высокой энергии и альфа-частиц, предназначенных для измерения потока частиц высокой энергии на высоте орбиты. По данным о рентгеновском излучении, мониторинг которого проводится в реальном масштабе времени с помощью датчиков для мониторинга космического пространства, можно обнаружить начало солнечных вспышек, которые могут оказывать серьезное воздействие на телефонную и радиосвязь. Частицы высокой энергии могут разрушать солнечные батареи, вызывать нарушения работы датчиков и провоцировать ложные команды на борту космического корабля. Для выполнения аналогичных задач на борту Электро-Л планируется установить систему гелиогеофизических измерений.

4.2.3 Исследовательские спутники

4.2.3.1 Основная цель в рамках программ исследовательских спутников

Мониторинг и предсказание погоды и климата, понимание атмосферных процессов, а также мониторинг ресурсов окружающей среды требуют осуществления наблюдений за многими геофизическими переменными помимо задач программ основных метеорологических спутников, описанных в пунктах 4.2.1 и 4.2.2 выше. С этой целью в рамках экспериментальных программ космических агентств уже осуществлен или планируется запуск спутников для исследования окружающей среды. Они называются исследовательскими

спутниками. Перед спутниками этой категории ставится широкий перечень задач с разным статусом: техническая демонстрация новых концепций приборов, таких как космический лидар; подтверждение концепции получения новых переменных путем дистанционного зондирования, например влажности почвы; или задачи, которые уже доказали свою практическую осуществимость и связаны с предоставлением данных, которые необходимы для поддержки исследований процессов, например программы по изучению химии атмосферы. С точки зрения ВМО, задачи, выполняемые исследовательскими спутниками, имеют первостепенное значение ввиду тех усовершенствований, которые стали возможны благодаря им в области приборной технологии, методов поиска данных и моделирования процессов, которые в конечном итоге принесут пользу оперативным программам и обеспечат новые возможности для использования будущих оперативных полярно-орбитальных и геостационарных спутников.

4.2.3.2 Соответствие программ исследовательских спутников потребностям Глобальной системы наблюдений

Данные, полученные при помощи исследовательских спутников, необязательно соответствуют оперативным требованиям непрерывности наблюдений в течение продолжительного срока и поступления данных в реальном масштабе времени, поскольку их главная цель заключается в выполнении задач научных исследований и разработок. Кроме того, не может быть никакой гарантии получения продукции на основе стабильных и проверенных алгоритмов. Тем не менее данные, полученные в ходе выполнения программ научных исследований и разработок, являются ценным дополнением к оперативным данным для улучшения оперативного охвата, заполнения возможных пробелов и оказания содействия деятельности по калибровке или проверке достоверности данных. Использование данных научных исследований и разработок на раннем этапе в оперативном контексте также имеет существенное значение как процесс приобретения знаний для адаптации средств ассимиляции и максимально возможного прогнозирования оперативного поступления подобных данных. Способность моделей численного прогнозирования погоды ассимилировать новые потоки данных является ключевым фактором для сокращения разрыва между оперативными данными и данными научных исследований и разработок, а также оптимального извлечения пользы из программ научных исследований и разработок.

Программы научных исследований и разработок вносят ценный вклад в следующие области:

a) Осадки: Это ключевая переменная для мониторинга окружающей среды и климата, гидрологии и прогнозирования погоды. Пространственная и временная изменчивость осадков и наступление экстремальных явлений в региональных масштабах требуют высокой плотности наблюдений. Ассимиляция данных по осадкам способствует повышению точности численного прогнозирования погоды.
b) Микрофизика облаков: Понимание распределения влагосодержания облаков, свойств и характеристик облаков имеет важное значение для параметризации и проверки достоверности процессов изменения состояния облаков/выпадения осадков в численных моделях погоды и глобальных моделях климата, а также для определения радиационного баланса Земли.
c) Аэрозоли и малые газовые составляющие: Эти переменные, обусловливающие химический состав атмосферы, влияют на радиационный баланс в моделях климата и имеют важное значение для мониторинга и прогнозирования качества воздуха и атмосферного загрязнения. Важные виды продукции включают общее содержание аэрозоля в столбе и аэрозольный профиль, размер частиц и оптические свойства.
d) Приземные ветры и векторы атмосферного движения: Весьма важны для моделей прогноза погоды, а ветер является ключевым параметром для многих областей мониторинга окружающей среды и предсказания ее состояния, например модели, учитывающие взаимодействие атмосферы и океана, анализ тропической погоды и предупреждения об ураганах, авиационная метеорология и пожарная служба.
e) Переменные поверхности океана, такие как температура, топография, цвет и морской лед: Характеристика поверхности океана имеет существенное значение для глобальных климатических моделей сопряженной системы океан–атмосфера.
f) Переменные земной поверхности: Такие переменные, как влажность почвы или состояние растительности, имеют важное значение для многих видов применения, таких как сельское хозяйство; определение потенциальных районов, которым может грозить острая нехватка продовольствия; организация оросительных работ; планирование землепользования и мониторинг окружающей среды (например, эрозия и опустынивание). Переменные земной поверхности играют существенную роль в определении нижних граничных условий для моделей численного прогнозирования погоды.
g) Мониторинг бедствий: Мониторинг бедствий в реальном масштабе времени, а также обеспечение готовности и ликвидация их последствий требуют наличия изображений с высоким разрешением различных участков крупных районов при любых погодных условиях, в дневное и ночное время. Примеры мониторинга бедствий включают наводнения, засухи, пожары, землетрясения, оползни, песчаные и

пыльные бури, цунами, вулканы, снежный/ледяной покров, «красный прилив».

Перечень программ исследовательских спутников — фактических или планируемых — которые представляют непосредственный интерес для Глобальной системы наблюдений, имеется на веб-странице Космической программы ВМО. Подробную информацию о соответствующих космических аппаратах и программах можно получить у отдельных операторов спутников.

4.2.3.3 Переход к оперативному статусу

Атмосферные и другие переменные окружающей среды, мониторинг которых первоначально осуществлялся в поддержку исследований процессов, зарекомендовали себя в качестве имеющих существенное значение в долгосрочной перспективе для мониторинга и моделирования климата. В этой связи диапазон геофизических переменных, требующих проведения постоянных наблюдений, значительно расширен и выходит за исходные пределы оперативной Глобальной системы наблюдений. После успешного подтверждения концепции у научно-экспериментальных приборов появляется перспектива создания их модификаций для оперативных целей, и сообщество пользователей рассчитывает на то, что непрерывность данного процесса будет достигнута благодаря оперативным последующим мерам, осуществляемым без какого-либо перерыва. Переход к оперативному статусу может потребовать выполнения в первую очередь переходной или подготовительной программы в рамках партнерских отношений между космическими агентствами, занимающимися научными исследованиями и разработками, и оперативными агентствами. Рекомендуется также активное привлечение пользователей к деятельности по валидации данных и продукции. С точки зрения графика, стратегия перехода может также потребовать расширения рамок программ научных исследований и разработок с выходом за пределы их первоначальных целей для удовлетворения оперативных потребностей, как это имело место, например, в случае программы европейского спутника дистанционного зондирования (ЕКА) и проекта по измерению осадков в тропиках (НАСА-ДЖАКСА), с тем чтобы ликвидировать разрыв между первоначальной программой научных исследований и разработок и ее последующим осуществлением.

Приоритеты, связанные с переходом к оперативному статусу, необходимо регулярно пересматривать в свете меняющихся требований и результатов выполнения программ научных исследований и разработок, а также итогов оценки их данных. Например, нынешние приоритеты включают:

a) топографию поверхности океана (переход осуществляется в настоящее время в рамках соглашения по ЯСОН-2 между НАСА, НУОА, КНЕС и ЕВМЕТСАТ);
b) программы по изучению микрофизики облаков и химии атмосферы для мониторинга малых газовых составляющих и аэрозолей, влияющих на радиационный баланс атмосферы, включая парниковый эффект, и на процессы формирования и выпадения осадков;
c) глобальный мониторинг осадков (вне рамок проекта по измерению осадков в тропиках и будущих измерений глобальных осадков).

Другие программы, касающиеся важных геофизических переменных, все еще находятся на стадии доказательства концепции, например трехмерные измерения ветра при помощи космического лидара или мониторинг влажности почвы.

4.3 РАСПРОСТРАНЕНИЕ ДАННЫХ И ОБСЛУЖИВАНИЕ ПОЛЬЗОВАТЕЛЕЙ

4.3.1 Общие характеристики наземного сегмента

Наземный сегмент состоит из средств, которые необходимы для эксплуатации космических аппаратов, осуществления сбора, обработки, архивирования и распространения данных, а также обеспечения вспомогательного обслуживания пользователей.

Управление космическим аппаратом обычно осуществляется при помощи следующих средств:

a) станции управления и сбора данных, способной принимать поток необработанных данных, передаваемых космическим аппаратом, а также служебные данные, и передавать команды на спутник;
b) системы измерения дальности для точной проверки местоположения спутника;
c) центра управления полетом и программой, руководящего мониторингом состояния космического аппарата и приборов, осуществляющего маневры по управлению высотой для поддержания космического аппарата в пределах установленной позиции и занимающегося урегулированием любого инцидента посредством принятия надлежащих мер для обеспечения функционирования космического аппарата.

В процессорном устройстве данные проходят предварительную обработку с уровня 0 (необработанные данные) до уровня I (калиброванные и географически привязанные, или «пространственно ориентированные», излучения), а затем обрабатываются для получения геофизической продукции (уровень II и выше). В таблице IV.4 дается резюме терминологии, используемой для общепринятых уровней данных. Основная обработка продукции операторами спутников часто дополняется распределенными центрами обработки,

Таблица IV.4. Общепринятая терминология для уровней обработки данных

Уровень данных	*Описание*		
0	Необработанные данные		
I	Данные, полученные при полном пиксельном разрешении прибора, с информацией о географической привязке к Земле и калибровке	Подуровни для данных со спутников с полярной орбитой	Подуровни для ГЕО
		Ia: отсчеты прибора совместно со вспомогательной информацией	I.0 Отсчеты прибора совместно с информацией о привязке к Земле и калибровке
		Ib: отсчеты прибора совместно с прилагаемой, но не применяемой информацией о контроле качества и привязке к Земле и калибровке	I.5 Информация о привязке к Земле и излучениях калиброванного прибора
		Ic: яркостные температуры (ИК) или коэффициент отражения (VIS) при пиксельном разрешении прибора совместно с информацией о привязке к Земле и калибровке	
		Id: то же, что и для уровня Ic, с флагом облачности (только для данных зондирования)	
II	Геофизическая величина (температура, влажность, радиационный поток) при пиксельном разрешении прибора		
III	Картированная (представленная в узлах сетки) продукция на основе геофизической величины, полученной при пиксельном разрешении прибора		
IV	Составная продукция (по многим источникам) или результат модельного анализа данных более низкого уровня		

ПРИМЕЧАНИЕ. Продукция и данные уровня I архивируются операторами спутников. Подробную информацию о каталоге архивированных данных, форматах и поисковых средствах можно найти на соответствующих сайтах операторов (см. ссылки в части IV).

специализирующимися в конкретных областях применения (например, сеть центров спутниковых применений EUMETCAST).

Связи, установленные между операторами спутников или с другими учреждениями, обеспечивают обмен данными с разных космических аппаратов и из различных регионов. Таким образом, может быть облегчен доступ к комплектам данных с многочисленных спутников.

Распространение данных и продукции в близком к реальному масштабе времени осуществляется с помощью ряда средств связи, включая прямое эфирное вещание, передовые методы распространения и Глобальную систему телесвязи, о чем говорится в разделах 4.2.1.4 и 4.2.2.4. Пользователям следует обратиться к веб-страницам операторов спутников и Космической программы ВМО для получения самой последней информации о возможностях доступа к данным, которые предоставляются операторами спутников в конкретных регионах и содержат подробные сведения о политике в отношении данных и форматах данных (см. ссылки в части IV).

4.3.2 Объединенная служба глобального распространения данных

Прямое эфирное вещание с метеорологических спутников обеспечивает доступ к данным в масштабе действительно реального времени независимо от какой-либо инфраструктуры телесвязи, за исключением принимающей станции, однако данный подход характеризуется определенными ограничениями. В случае полярно-орбитальных спутников при прямом эфирном вещании сообщаются только данные, касающиеся мгновенного поля зрения спутника (локальные данные). Кроме того, пользователям прямых передач с низкоорбитальных или геостационарных спутников для предварительной обработки и обработки продукции требуется соответствующее программное обеспечение и компьютерное оборудование, которые нередко являются дорогостоящими. С других спутников, таких как первое поколение спутников Метеосат, данные не передаются непосредственно спутником, а сначала загружаются на центральный сайт обработки и проходят предварительную обработку до уровня I.5 до их ретрансляции на спутник и последующего распространения с него. Это облегчает

сложную задачу по предварительной обработке самим пользователем. В то же время остается другое ограничение, поскольку скорость распространения данных метеорологическим космическим аппаратом может оказаться недостаточной для передачи всего комплекта данных с полным разрешением.

В последние годы особое внимание уделялось использованию передовых методов распространения, посредством которых спутниковые данные и продукция распространяются новейшими коммерчески доступными средствами телесвязи, не ограничиваясь при этом функцией бортовой телесвязи, обеспечиваемой метеорологическим космическим аппаратом. Чисто с точки зрения телесвязи распространение данных может быть со временем оптимизировано и усовершенствовано для удовлетворения новых потребностей, а также получения выгоды от экономически наиболее эффективной технологии. Кроме того, в тех случаях, когда метеорологической платформе нет необходимости поддерживать функции распространения, требования в отношении удержания в заданной точке могут стать менее строгими, что способствует продлению срока службы. Наиболее распространенным типом передового метода распространения является передача файлов при помощи Интернет-протокола в спутниковом формате цифрового телевидения, который предоставляется различными операторами телесвязи во всем мире. Благодаря этому скорость передачи данных составляет десятки Мб/с, и их можно принимать на стандартном недорогом оборудовании. Распространение осуществляется в диапазоне Ku или диапазоне C. Диапазон C обеспечивает более стабильную силу сигнала в тропических регионах ввиду его поглощения в меньшей степени водяным паром и жидкой водой. В то же время этот диапазон является более чувствительным к местным помехам радиолокаторов.

Обслуживание посредством АДМ может обеспечить унифицированный доступ к различным источникам данных, включая разные спутники, а именно НОС, ГЕО или исследовательские, а также к комплексной продукции многих спутников, продукции высокого уровня и неспутниковой информации. Распространение спутниковых данных при помощи АДМ не является специфичным для спутникового сообщества, это также и один из компонентов Информационной системы ВМО.

Объединенная служба глобального распространения данных (см. рисунок IV.4) — это концепция распространения спутниковых данных и продукции в рамках Информационной системы ВМО. Являясь сторонницей данной концепции, ВМО способствует сотрудничеству между операторами спутников в целях применения АДМ согласованным образом, организации глобального обмена данными, обеспечения удовлетворения потребностей программ ВМО и совместимости с концепциями Информационной системы ВМО в целом.

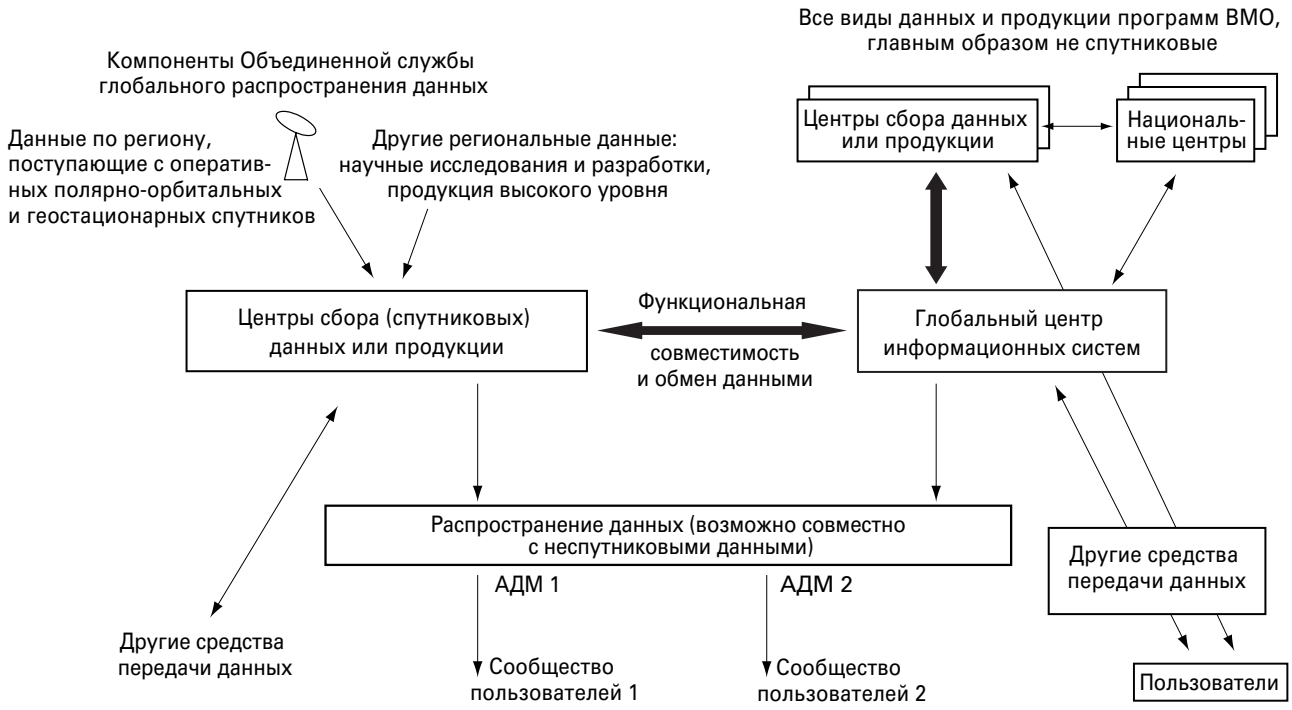


Рисунок IV.4. Структурная схема Объединенной службы глобального распространения данных в рамках Информационной системы ВМО

Операторы спутников будут действовать в рамках этой Службы в качестве центров сбора данных или продукции. Цель Службы заключается в обеспечении комплексного доступа к данным со всех спутников, имеющихся над Регионами ВМО, таким образом, чтобы это было экономически эффективно как для пользователей, так и для операторов спутников. Объединенная служба глобального распространения данных основывается на тенденции расширения охвата АДМ, наряду с прямым эфирным вещанием в качестве дополнительного элемента, и дальнейшего усовершенствования существующей Глобальной системы телесвязи.

4.3.3 Обслуживание пользователей

Пользователям следует обратиться к отдельным вебстраницам соответствующих операторов спутников, для того чтобы воспользоваться имеющимися видами обслуживания пользователей (см. ссылки, часть IV). Там обычно содержится последняя информация по следующим вопросам: статус спутников и операции (затмение, маневры); каталог продукции и описание алгоритмов продукции; архивный каталог, описание форматов и методика поиска; технические вопросы доступа к данным в масштабе реального времени, включая спецификации приемных устройств, программного обеспечения для приема, декодирования, декомпрессии и/или предварительной обработки данных; административные вопросы, касающиеся доступа к данным в реальном масштабе времени, включая формальности регистрации и подписки, политику в отношении данных; справочная информация, публикации, возможности учебной подготовки и конференции пользователей; поддержка пользователей.

4.3.4 Учебная подготовка пользователей в области спутниковой метеорологии

Стратегия ВМО в отношении образования и подготовки кадров по вопросам, связанным со спутниками, основана на сотрудничестве между операторами спутников и некоторыми региональными метеорологическими учебными центрами, которые несут особую ответственность, являясь показательными центрами в области спутниковой метеорологии. Главное внимание в этой стратегии уделяется «обучению преподавателей». Сеть показательных центров расширяется, и в настоящее время она охватывает почти все Регионы ВМО и обеспечивает подготовку кадров на пяти из шести официальных языков ВМО, как показано в таблице IV.5.

Основным компонентом этой стратегии является Виртуальная лаборатория по образованию и подготовке кадров в области спутниковой метеорологии, которая была принята как Координационной группой по метеорологическим спутникам, так и ВМО. Лаборатория занимается разработкой и поддержанием ряда учебных материалов и средств, которые доступны в режиме прямого доступа через библиотеку ресурсов Виртуальной лаборатории. Она организует обычные (очные) учебные мероприятия («обучение преподавателей»), а также лекции в режиме онлайн с удаленными преподавателями. Сотрудничество между показательными центрами и со спонсирующими операторами спутников дополняется регулярными онлайновыми интерактивными сессиями, посвященными реальным синоптическим ситуациям. Обновленная информация о Виртуальной лаборатории находится на ее веб-странице, которая доступна с любой адресной страницы спонсирующего учреждения, а также на адресной странице ВМО и Координационной группы по метеорологическим спутникам.

4.4 ПРОИЗВОДНАЯ ПРОДУКЦИЯ

4.4.1 Вопросы калибровки

Система отсчета прибора может быть преобразована для измерения излучений только при помощи коэффициентов калибровки, которые характеризуют реакцию прибора как результат его геометрии и чувствительности детектора. Промышленные предэксплуатационные измерения дают предварительную модель реагирования

Таблица IV.5. Сеть показательных центров и спонсирующие операторы спутников

Показательный центр	*Спонсирующий оператор спутника*	*Основной язык*	*Регион ВМО*
Ниамей (Нигер)	EBMETCAT	Французский	Региональная ассоциация I
Найроби (Кения)	EBMETCAT	Английский	Региональная ассоциация I
Маскат (Оман)	EBMETCAT и ИМД	Арабский	Региональная ассоциация II
Бриджтаун (Барбадос)	НУОА/НЕСДИС	Английский	Региональная ассоциация IV
Сан-Хосе (Коста-Рика)	НУОА/НЕСДИС	Испанский	Региональные ассоциации III и IV
Нанкин (Китай)	КМА	Китайский и английский	Региональные ассоциации II и V
Мельбурн (Австралия)	ЯМА	Английский	Региональная ассоциация V
Буэнос-Айрес (Аргентина)	НУОА/НЕСДИС, ЕКА, НАСА	Испанский	Региональная ассоциация III

прибора и его долгосрочного поведения, однако только эксплуатация на орбите и регулярный мониторинг могут обеспечить точные коэффициенты калибровки, которые необходимы для получения производной количественной продукции. Конструкции некоторых приборов включают устройства для бортовой калибровки, источником которых является черное тело (для инфракрасных датчиков) и луна, солнце или обзор дальнего космоса. В таком случае каждый цикл калибровки позволяет обновить номинальные коэффициенты калибровки, которые включаются в поток распространяемых данных. При отсутствии какой-либо бортовой системы калибровки или при необходимости проверки подобных бортовых систем, если они имеются, ретроспективная калибровка достигается посредством измерений энергетической яркости атмосферы над стабильными и однородными целевыми объектами, такими как океаны при отсутствии облаков и пустыни. Результаты этой процедуры ретроспективной калибровки, известной как косвенная калибровка, регулярно публикуются операторами спутников.

Мониторинг изменения климата требует выявления тенденций, выраженных в незначительных колебаниях (например, несколько десятых градуса температуры за десятилетие), что делает необходимой особенно точную калибровку, обеспечивающую согласованность глобальных комплектов данных от разных датчиков за весьма длительный период. В этой связи необходимо, чтобы после номинальной калибровки прибора проводилась взаимная калибровка разных датчиков, находящихся одновременно на орбите, при которой проводится сравнение рядов данных по тщательно совмещенным в пространстве и времени объектам при таком же угле обзора, с тем чтобы получить коэффициенты нормализованной калибровки.

Использование особо точных эталонных датчиков, включая кампании по бортовой калибровке, позволяет приблизиться к абсолютной калибровке, которая необходима в конечном итоге для моделирования климата. В рамках ВМО и Координационной группы по метеорологическим спутникам ведется работа по созданию глобальной спутниковой системы взаимных калибровок, которая позволит проводить взаимную калибровку скорее на оперативной основе, а не ретроспективно.

4.4.2 Категории продукции

Некоторые виды продукции, полученной по данным спутниковых наблюдений, обработанным в основных центрах, являются предметом международного обмена по Глобальной системе телесвязи. Некоторые виды продукции передаются посредством АДМ вместе с данными уровня I. Эти виды продукции также имеются на серверах FTP (протокол передачи файлов), установленных соответствующими операторами спутников. Со сводным перечнем оперативной продукции можно ознакомиться на адресных страницах операторов спутников (см. ссылки, часть IV).

В Справочнике КГМС по применениям метеорологических спутников содержится описание процесса подготовки и использования широкого перечня продукции, которая может быть получена по данным спутниковых наблюдений, включая, в частности, следующие категории:

a) Продукция по излучениям и изображениям

Продукцию по изображениям получают путем калибровки, географической привязки, повторного картирования и динамической корректировки данных уровня I. Продукция по изображениям и излучениям является необходимым шагом для расчета продукции более высокого уровня. В частности, продукция по точной маске облачности является предварительным условием для получения содержательной количественной продукции по поверхности и продукции зондирования. Обнаружение облачности может выполняться путем сравнения с пороговыми значениями температуры инфракрасного излучения или пороговыми значениями видимой отражательной способности с внесением корректировок, зависящих от подстилающей поверхности (море или суша), широты и сезона.

Продукция по изображениям также используется на регулярной основе путем прямой интерпретации либо в виде одноканальных изображений, либо после дальнейшей обработки, такой как многоспектральная компановка, временная комбинация анимированных последовательностей или мозаики по многим спутникам.

b) Характеристики облачности

Продукция, содержащая характеристики облачности, полученные по спутниковым изображениям, является важнейшей поддержкой для прогнозирования текущей погоды и регионального краткосрочного прогнозирования. Методика многоспектральной селективности, применяемая к видимым и инфракрасным изображениям, позволяет идентифицировать типы облаков. Благодаря инфракрасным снимкам можно определить температуру или уровень давления на вершине облака.

c) Зондирования температуры и влажности атмосферы

Спутники с полярной орбитой производят вертикальное зондирование температуры и влажности главным образом с помощью инфракрасного зонда при безоблачном небе и с помощью микроволнового зонда в зонах облачности. Данные зондирования, получаемые с помощью блока приборов НУОА/АТОВС, оперативно поступают из НЕСДИС в Глобальную систему телесвязи в коде SATEM с уменьшенным разрешением. Данные АТОВС зарекомендовали себя в качестве имеющих

огромное несомненное значение для численного прогнозирования погоды в обоих полушариях. Центры усовершенствованного численного прогнозирования погоды во все большей степени осуществляют прямую ассимиляцию данных об излучениях вместо использования восстановленных по ним данных о температуре и влажности. Существенное значение для успешной ассимиляции этих данных имеет информация о характеристиках ошибок полученной продукции или данных об излучениях, включая погрешности. Региональные комплекты полученных на местном уровне данных АТОВС об излучениях доступны через региональные службы ретрансляции данных АТОВС, о чем говорится в пункте 4.2.1.4. Гиперспектральные приборы для зондирования в инфракрасном диапазоне поколения АИРС–ИАСИ позволят достичь значительного прогресса в отношении точности и вертикального разрешения.

d) Ветры по движениям в атмосфере

Данные о таких ветрах получают автоматически путем применения алгоритма корреляции к последовательностям из двух или трех изображений. Традиционно эти данные выводятся путем отслеживания перемещения полей облачности с геостационарного спутника. Подобный подход может использоваться при отсутствии облаков, в частности при помощи характеристик водяного пара, обнаруженного на изображениях канала поглощения водяного пара, или структур поля озона на изображениях канала поглощения озона. Подобные ветры, получаемые с геостационарных спутников, рассчитываются в пределах 60° широты и долготы подспутниковой точки по меньшей мере четыре раза в сутки в 0000, 0600, 1200 и 1800 МСВ, и данные о них распространяются операторами геостационарных спутников в коде SATOB и/или BUFR. Операторы, как правило, стремятся выпускать продукцию с более высоким разрешением и использовать показатели качества для облегчения их использования. В полярных регионах можно воспользоваться частыми прохождениями над ними полярно-орбитальных спутников для получения данных о ветрах, как это регулярно делается по данным об излучениях водяного пара, полученным при помощи приборов МОДИС, установленных на спутниках НАСА серии АКВА и ТЕРРА.

e) Температура поверхности суши и моря

Температура поверхности моря может быть рассчитана по инфракрасным изображениям, полученным как с полярно-орбитальных, так и геостационарных метеорологических спутников, в свободных от облаков районах. Основные преимущества данных с полярно-орбитальных спутников заключаются в том, что они обеспечивают глобальный охват и, как правило, имеют более высокое пространственное разрешение. Преимуществом геостационарных спутников является то, что их частый охват данными дает лучшую возможность для нахождения свободных от облаков пикселей. Он также обеспечивает частые временные измерения, которые необходимы для мониторинга суточных колебаний. Имеется региональная продукция на основе данных усовершенствованного радиометра очень высокого разрешения (УРОВР) — обычно 2 км — или глобальная продукция с более низким разрешением, например 10 км. Благодаря спутнику Метоп станет возможным оперативное получение продукции высокого разрешения в глобальном масштабе. Высокоточные данные по температуре поверхности моря могут быть получены при помощи ААТСР (ЭНВИСАТ) и МОДИС (АКВА и ТЕРРА). Изображения, полученные с помощью пассивного микроволнового зондирования, могут также оказать помощь при измерении этой переменной.

Формирователи изображений в инфракрасной области спектра также позволяют получать данные по температуре поверхности суши, в сочетании с изображениями в видимой области спектра, с тем чтобы был учтен результат воздействия растительности.

f) Снег и лед

Районы, покрытие снегом и льдом, определяются при помощи изображений в видимой, инфракрасной и микроволновой областях спектра (УРОВР, МОДИС, СМД/И). Для получения характеристик поверхностного снега или слоя льда полезными являются активные микроволновые датчики, такие как скаттерометры или формирователи изображений в радиолокаторах с синтезированной апертурой.

g) Растительность

Изображения, полученные с помощью УРОВР при дневном свете, обеспечивают важный показатель общего состояния растительности, именуемый нормализованным дифференциальным индексом растительного покрова, который основан на разнице между отражательной способностью канала 1 (0,6 мкм) и канала 2 (0,9 мкм) УРОВР. Этот индекс используется для оценки риска пожара, роста растительности и урожайности сельскохозяйственных культур. Более сложными видами продукции являются индекс листовой поверхности и доля поглощаемой в процессе фотосинтеза активной радиации. Продукцию, содержащую информацию о растительности, также получают при помощи более современных формирователей изображений, таких как МОДИС. Характеристика поверхности суши имеет важное значение для определения нижних граничных условий для численного прогнозирования погоды и является основным компонентом мониторинга климата из космоса.

h) Поверхность океана

Активные микроволновые датчики являются важными для мониторинга поверхности океана: данные альтиметрии предоставляют информацию об уровне моря, которая необходима для текущего мониторинга океанов

и океанографического моделирования, а также информацию о состоянии моря (высота значительной волны и интенсивность ветра). Данные скаттерометра, например СиУиндз (установленного на КвикСКАТ) и АСКАТ (на Метоп) предоставляют векторы ветра у поверхности океана, которые являются существенным вкладом в численное прогнозирование погоды и мониторинг тропических циклонов.

4.5 ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ

Возможности спутниковых наблюдений характеризуются быстрой эволюцией по многим аспектам. Одним из характерных признаков этого является все большее число стран, вносящих свой вклад в космический компонент системы наблюдений в виде оперативных или исследовательских спутников. Когда начнут одновременно функционировать геостационарные спутники ЕВМЕТСАТ, Индии, Китая, Республики Корея, Российской Федерации, Соединенных Штатов Америки и Японии, появятся новые возможности для оптимизации глобальной опорной конфигурации и обеспечения ее надежности. Что касается полярно-орбитальных спутников, то большее количество космических аппаратов обеспечит большую дискретизацию во времени при наблюдениях с низкой околоземной орбиты. Повышению эффективности Глобальной системы наблюдений будет также способствовать возрастающая способность оперативных пользователей полностью использовать возможности исследовательских спутников и механизмы предоставления выборочных данных с исследовательских спутников в реальном масштабе времени.

Рабочие характеристики космических приборов значительно улучшаются, обеспечивая более высокое временное и горизонтальное разрешение и значительно более высокое спектральное разрешение. На определенном этапе все геостационарные спутники будут оборудованы гиперспектральными инфракрасными датчиками, обеспечивающими частое зондирование температуры и влажности, которое пока может осуществляться с низкой околоземной орбиты только несколько раз в день. Радиозатменные измерения спутниковых навигационных сигналов с Глобальной навигационной спутниковой системы будут дополнены наблюдениями стратосферы и верхнего слоя тропосферы. Активные и пассивные инфракрасные измерения с полярной орбиты повысят эффективность наблюдений за аэрозолями и химическими компонентами атмосферы. Мониторинг осадков при помощи радиолокаторов и микроволновых изображений будет осуществляться в глобальном масштабе. Доплеровские лидары на полярно-орбитальных спутниках обеспечат получение трехмерных изображений глобальных полей ветра. Детекторы молний, установленные на борту геостационарных спутников, повысят качество мониторинга активных конвективных ячеек в районах, которые недостаточно охвачены наземными системами. При условии, что соответствующие полосы частот будут сохраняться свободными от создаваемых человеком помех, будет еще больше повышен потенциал микроволновой пассивной радиометрии для мониторинга влажности почвы и солености океанов, а также для лучшего мониторинга микрофизических свойств облаков.

Повышение разрешающей способности и количества приборов приведет к колоссальному росту скорости получения данных со спутников, что потребует обновленной и гибкой инфраструктуры их распространения, созданию которой, как ожидается, будет способствовать Объединенная служба глобального распространения данных. Объем данных, а также наличие многочисленных источников данных должны привести к тому, что пользователи сконцентрируют свои усилия на вопросах развития и активизируют сотрудничество между собой, чтобы иметь возможность в большей степени рассчитывать на общую продукцию, выпускаемую региональными специализированными центрами в соответствии с согласованными потребностями, вместо того чтобы индивидуально заниматься обработкой только данных низкого уровня. Потребность в точных и согласованных рядах данных будет также подчеркивать важное значение калибровки датчиков и взаимной калибровки в соответствии с согласованными стандартами.

Дополнительная информация о долгосрочной перспективе космической подсистемы содержится в публикации *The Role of Satellites in WMO Programmes in the 2010s* (Роль спутников в программах ВМО в 2010-е годы), WMO/TD-№ 1177.

Ссылки

Космическая программа ВМО
http://www.wmo.int/pages/prog/sat/index_en.html
Метеорологические спутниковые системы Российской Федерации http://sputnik.infospace.ru
Наставление по Глобальной системе наблюдений (ВМО-№ 544)

CEOS Handbook (Справочник КЕОС)
http://www.eohandbook.com/eohb05/ceos/part3_3.html
CEOS/WMO Database (База данных КЕОС/ВМО)
http://www.wmo.int/pages/prog/sat/Databases.html
CGMS Directory of Meteorological Satellite Applications (Справочник КГМС по применениям метеорологических спутников) http://www.wmo.int/pages/prog/sat/CGMS/Directoryofapplications/index.htm
ESA/Earth Observation [Observing the Earth] (ЕКА/Наблюдения за Землей) http://www.esa.int/esaEO/index.html
EUMETSAT (ЕВМЕТСАТ) http://www.eumetsat.int/

EUMETSAT Numerical Weather Prediction Satellite Applications Facility (AAPP software) (Центр ЕВМЕТСАТ по применению спутников для целей численного прогнозирования погоды (программное обеспечение ААПП)) http://research.metoffice.gov.uk/research/interproj/nwpsaf/index.html

Information on Meteorological and other Environmental Satellites (Информация о метеорологических и других спутниках для наблюдения за окружающей средой) (WMO-No. 411)

Japan Aerospace Exploration Agency (Японское агентство аэрокосмических исследований) http://www.jaxa.jp/missions/projects/sat/eos/index_e.html

Japan Meteorological Agency (MTSAT Series) (Японское метеорологическое агентство) (серия MTCAT) http://www.jma.go.jp/jma/jma-eng/satellite/index.html

NASA Earth Observing Missions (Программы НАСА по наблюдениям за Землей) http://www.nasa.gov/missions/earth/index.html

National Satellite Meteorological Center (NSMC) (China) (Национальный центр метеорологических спутников, Китай) http://www.cma.gov.cn/en/aboutcma/Institutions/200808/t20080802_13613.htm

NOAA/NESDIS (НУОА/НЕСДИС) http://www.nesdis.noaa.gov/

Satellite Data Archiving, SAT-14 (Архивирование спутниковых данных) (WMO/TD-No. 909)

The Role of Satellites in WMO Programmes in the 2010s, SP-1 (Роль спутников в программах ВМО в 2010-е годы) (WMO/TD-No. 1177)

ЧАСТЬ V

ПРИВЕДЕНИЕ ДАННЫХ УРОВНЯ I

5.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Различные наставления и руководства ВМО содержат определение данных уровня I (первичные данные или показания приборов), а также данных уровня II (метеорологические параметры, т. е. номинальные величины) и дают соответствующие рекомендации, касающиеся потребностей в сообщении данных.

Обычно данные уровня I, включающие показания приборов и необработанные данные измерений, представляют собой показания приборов или сигналы датчика, выраженные в соответствующих физических единицах и привязанные к координатам Земли. Их необходимо перевести в метеорологические переменные, перечисленные в требованиях к данным, приводимых в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544). Обычно преобразование данных уровня I в соответствующие метеорологические переменные достигается путем применения функций калибровки и всех систематических поправок. В некоторых случаях этот процесс связан с более сложными процедурами.

Данные уровня II, включающие метеорологические переменные и обработанные данные, — это данные, полученные непосредственно при помощи многих видов простых приборов или рассчитанные по данным уровня I.

Предполагается, что данными, обмен которыми происходит на международном уровне, являются данные уровня II и данные уровня III (производные метеорологические переменные). Если данные уровня I соответствуют потребностям в сообщаемых данных согласно определению, содержащемуся в наставлениях и руководствах ВМО, то в таком случае отсутствует необходимость в какой-либо корректировке. В подобной ситуации данные уровня I и данные уровня II имеют идентичные значения.

В некоторых случаях в соответствии с рекомендациями ВМО, содержащими в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544) и *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, требуется приведение данных уровня I в соответствие с данными уровня II по нескольким аспектам. Показание прибора может быть скорректировано с целью учета следующих факторов: репрезентативная высота датчика над поверхностью данной местности, шероховатость поверхности, скорость ветра, температура, испарение или потери на смачивание.

5.2 ПРОЦЕСС ПРИВЕДЕНИЯ

Метеорологические станции, установленные странами-членами, должны удовлетворять требования к переменным величинам, чаще всего используемым в синоптической, авиационной и морской метеорологии, а также в климатологии, которые обобщены в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8). Глава 1, часть I, приложение 1.B, и глава 1, раздел 1.7.1.2, часть III, содержит информацию по автоматическим метеорологическим станциям; в разделе 1.3.2.6, глава 1, часть II, перечислены требования, а в главе 3, часть III, содержится общая информация по приведению данных. Все подробности, касающиеся поправок и приведения значений приборов к метеорологическим переменным, содержатся в части I; вопрос о дискретных измерениях метеорологических переменных полностью рассматривается в главе 2, часть III. Дальнейшее рассмотрение этой проблемы применительно к автоматическим метеорологическим станциям содержится в главе 1, часть II, раздел 1.3.2.

Внедрение новой технологии предполагает как никогда ранее стандартизацию преобразования необработанных данных в данные уровня I или данных уровня I в данные уровня II. Из-за отсутствия таких утвержденных стандартов и процедур многие коммерческие фирмы вырабатывают свои собственные алгоритмы и считают их в качестве «фирменного обеспечения», без предоставления доступа пользователям. Следует избегать таких ситуаций, когда специалисты по приборам не имеют информации, в частности, в случае нарушения функционирования микропроцессоров или черных ящиков.

5.3 ОСРЕДНЕНИЕ ИЗМЕРЯЕМЫХ КОЛИЧЕСТВ

Несмотря на общую практику сообщения данных наблюдений, осредненных за указанный период времени, пока не приведены четкие аргументы в пользу осреднения, не определен математический метод осреднения. Определение осреднения некоторых переменных, однако, содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1, и часть III, глава 3, раздел 3.6.

Необходимость осреднения может объясняться двумя характерными причинами:

a) представление значения, которое является более надежным в случае подверженных колебаниям, зашумленных данных измерений (обычных или «искусственных»);
b) представление значения с более высокой степенью пространственной репрезентативности.

В обоих случаях могут быть выбраны разные математические методы. В случае причины (a) типичный метод резистивно-емкостной фильтрации уменьшает зашумленность, а не среднеарифметическое значение, основанное на временном окне. Для (b) предпочтение могло бы быть отдано среднеарифметическому значению, основанному на временном окне, хотя сомнительным является использование постоянного весового коэффициента. Кроме того, в некоторых случаях предпочтительным является использование медианы для данных наблюдений за какой-либо определенный период; поэтому расчет среднеарифметического значения не должен быть рекомендуемым методом во всех случаях. При многих обстоятельствах для получения данных уровня II требуется осреднение данных наблюдений.

Ввиду отсутствия какого-либо четко определенного правила можно следовать только этой рекомендации. Осреднение каждой наблюдаемой величины для последующего сообщения должно быть основано на хорошо определенном методе, в пользу которого должны иметься весомые аргументы. Подробный математический расчет, который необходимо использовать, должен быть хорошо описан и объяснен.

Ссылка

Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений (ВМО-№ 8), седьмое издание, 2008 г.

ЧАСТЬ VI

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДАННЫХ

6.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Все страны мира производят обмен результатами метеорологических наблюдений. Пользователям необходимо быть уверенными в том, что наблюдения, данные которых они получают от других стран, произведены в соответствии с определенными ВМО согласованными стандартами. Точность данных имеет важнейшее значение для многих видов анализов, расчетов и научных исследований. Поэтому необходимость в контроле качества данных наблюдений связана с фундаментальной важностью получения согласующихся и точных данных для их оптимального использования всеми возможными пользователями, включая Программу Всемирной службы погоды и программы международных научных исследований.

Качество данных является мерой того, насколько хорошо данные служат той цели, для которой они были подготовлены. Все данные готовятся для определенной цели, и их качество непосредственно определяется тем, удовлетворяют ли они требованиям этой цели. Хотя качество данных рассматривается с точки зрения соответствия этих данных конкретному виду использования, нет никакой причины, по которой эти данные не могут быть использованы для иной цели до тех пор, пока пользователь этих данных осознает требования первоначальной цели и в определенной степени уверен в том, что эти данные могут соответствовать требованиям настоящего применения.

Оценка качества данных проводится при их подготовке путем сравнения со спецификациями поставщика данных. Оценка качества данных является по своей сути сложным процессом и не может быть представлена простой численной величиной. Она скорее должна быть показана суммой битов информации об этих данных, которые фиксируются в процессе выпуска данных и предоставлены пользователю данных в виде метаданных.

Существуют два ключа к повышению качества данных: предупредительные меры и внесение поправок. Предотвращение ошибок тесно связано как со сбором данных, так и с их внесением в базу данных. Хотя могут и должны прилагаться значительные усилия для предотвращения ошибок, неизменным фактом остается то, что ошибки в крупных комплектах данных будут существовать и что нельзя забывать о проверке и исправлении данных.

Лучше предотвращать ошибки, нежели исправлять их позднее, и это является намного более дешевым вариантом. Ретроспективное внесение поправок может также означать, что неисправленные данные могли быть, вероятно, уже использованы в ряде анализов до внесения в них корректировок. Предотвращение ошибок не влияет на уже существующие в базе данных ошибки, однако проверка достоверности и очистка данных попрежнему являются важной частью процесса обеспечения качества данных.

Для заблаговременного распознавания ошибок до оказания ими негативного воздействия на прошедшие обработку величины следует использовать все средства автоматического мониторинга ошибок.

Основные характеристики контроля качества и общие принципы, которым необходимо следовать в рамках Глобальной системы наблюдений, кратко описаны в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544).

Назначение части VI состоит в том, чтобы представить дополнительную информацию и более подробно описать практику, процедуры и спецификации, которым странам-членам предлагается следовать для проведения контроля качества наблюдений, проводимых соответствующими национальными метеорологическими службами.

Рекомендации, содержащиеся ниже, должны использоваться совместно с соответствующей документацией ВМО, касающейся контроля качества данных.

Подробности процедур и методов контроля качества, которые должны применяться к метеорологическим данным, предназначенным для международного обмена, описаны в *Руководстве по Глобальной системе обработки данных* (ВМО-№ 305), глава 6.

Минимальные стандарты в рамках Глобальной системы обработки данных и прогнозирования для контроля качества данных определены в *Наставлении по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485), том I, часть II, раздел 2.

Основные этапы контроля качества данных с автоматических метеорологических станций изложены в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть II, глава 1; более общие инструкции содержатся в части III вышеупомянутой публикации.

6.1.1 Уровни применения процедур контроля качества

Данные наблюдений следует подвергать контролю качества на различных уровнях предварительной и последующей обработки и передачи данных как в оперативном, так и в неоперативном режимах с использованием различных процедур.

Уровни процедуры контроля качества следующие:
a) площадка наблюдений, начиная с получения данных автоматическими или обслуживаемыми метеорологическими станциями;
b) центры сбора данных, перед передачей данных наблюдений по Глобальной системе телесвязи;
c) центры ГСТ (стандартные процедуры телесвязи, например контроль своевременности и формата данных);
d) центры ГСОДП и другие имеющиеся средства.

В рамках Глобальной системы наблюдений контроль качества ограничивается пунктами (a) и (b) выше; поэтому предоставляемые в *Руководстве* инструкции и руководящие указания касаются только площадок наблюдений и центров сбора данных.

Хотя Глобальная система наблюдений касается только данных уровня I и их приведения и преобразования в данные уровня II, контроль качества следует проводить на всех этапах до передачи данных по Глобальной системе телесвязи.

К обсуждаемым вопросам контроля качества относятся надежность и точность данных метеорологических наблюдений, причины ошибок наблюдений и методы предотвращения таких ошибок.

В случае контроля качества данных наблюдений в масштабе реального времени существуют два уровня проверки:

a) Контроль качества необработанных данных (данные уровня I) — основной контроль качества, осуществляемый на наблюдательной площадке. Этот уровень контроля качества является соответствующим во время сбора данных уровня I и призван устранить ошибки технических устройств, включая датчики; ошибки измерений (систематические или случайные); а также ошибки, присущие процедурам и методам измерений. Контроль качества на этом этапе включает следующие задачи: проверку грубых ошибок, основные временные проверки и основные проверки внутренней согласованности. Применение этих процедур имеет исключительно важное значение, поскольку некоторые ошибки, появившиеся в процессе измерения, невозможно устранить на более поздней стадии.

b) Контроль качества обработанных данных — это расширенный контроль качества, частично выполняемый на наблюдательной площадке, но главным образом в национальном метеорологическом центре. Этот уровень контроля качества является соответствующим во время приведения и преобразования данных уровня I в данные уровня II и самих данных уровня II. Он связан с всесторонней проверкой временной и внутренней согласованности, оценкой погрешностей и долгосрочных дрейфов датчиков и модулей, неисправности датчиков и т. п.

Схема уровней контроля качества может быть следующей:
a) Основные процедуры контроля качества, которые должны осуществляться на станции:
   i) Автоматический контроль качества необработанных данных
      a. проверка вероятного значения величины: проверка грубых ошибок в измеренных величинах;
      b. проверка вероятной скорости изменения: проверка временной согласованности в измеренных величинах;
   ii) Автоматический контроль качества обработанных данных
      a. проверка вероятного значения;
      b. проверка временной согласованности:
         i. проверка максимально допустимой изменчивости мгновенного значения (ступенчатая проверка);
         ii. проверка минимальной необходимой изменчивости мгновенных значений (проверка инерционности);
         iii. расчет стандартного отклонения;
      c. проверка внутренней согласованности;
      d. технический мониторинг всех жизненно важных частей станции.

b) Процедуры расширенного контроля качества, предназначенные для осуществления в национальном метеорологическом центре:
   i) проверка вероятного значения величины;
   ii) проверка временной согласованности:
      a. проверка максимально допустимой изменчивости мгновенного значения (ступенчатая проверка);
      b. проверка минимальной необходимой изменчивости мгновенных значений (проверка инерционности);
      c. расчет стандартного отклонения;
   iii) проверка внутренней согласованности.

Процедуры контроля качества данных уровня II и данных уровня III следует выполнять в национальном метеорологическом центре для проверки и установления достоверности целостности данных, т. е. полноты,

правильности и согласованности данных. Проверки, которые были проведены на станции наблюдений, должны быть повторены в метеорологическом центре, но в более тщательной и сложной форме. Это должно включать всесторонние проверки путем сравнения с физическими и климатологическими пределами, проверки временной согласованности для более длительного периода измерений, проверки логических связей между рядом переменных (внутренняя согласованность данных) и статистические методы анализа данных.

Процедуры и методы контроля качества, проверки перед обработкой, проверки приземных данных, а также аэрологических данных, маркировка, разработка компьютерных программ и комбинированный контроль качества для уровней данных II и III подробно описаны в *Руководстве по Глобальной системе обработки данных* (ВМО-№ 305).

Контроль качества может осуществляться ручными, а также автоматическими методами; в принципе все необходимые процедуры контроля качества могут осуществляться вручную, однако необходимое для этого время обычно является недопустимо долгим. Контроль качества не должен быть причиной каких-либо ощутимых задержек, поскольку для оперативного использования данные должны передаваться в масштабе реального времени. Контроль качества в масштабе реального времени в пункте наблюдений имеет, однако, огромное значение, поскольку многие из ошибок, внесенных в процессе наблюдений, невозможно устранить на более поздней стадии.

При осуществлении контроля качества в масштабе реального времени в рамках Глобальной системы наблюдений охватываются данные со сроком до одного месяца для наземных или морских станций. Особенно это относится к ежемесячным сообщениям CLIMAT и CLIMAT TEMP и сводкам BATHY/TESAC.

6.1.2 Ошибки наблюдений

Весь диапазон ошибок наблюдений можно разделить на три основные группы:

a) ошибки технических устройств, включая приборы;
b) ошибки, присущие процедурам и методам наблюдений;
c) субъективные случайные или систематические ошибки со стороны наблюдателей и операторов по сбору данных.

В случае данных измерений могут произойти несколько типов ошибок:

a) Случайные ошибки распределяются более или менее симметрично вокруг нуля и не зависят от измеряемой величины. Иногда они приводят к переоценке, а иногда недооценке фактического значения. В среднем ошибки взаимно исключают друг друга.
b) Систематические ошибки, с другой стороны, распределяются ассиметрично вокруг нуля. В среднем эти ошибки характеризуются тенденцией внесения погрешностей в измеряемую величину либо в сторону увеличения, либо уменьшения фактического значения. Одной из причин систематических ошибок является долгосрочный дрейф датчиков или датчик с неправильной калибровкой.
c) Крупные (грубые) ошибки вызываются неисправностью измерительных устройств или ошибками, совершенными во время обработки данных; эти ошибки легко обнаруживаются при помощи проверок.
d) Микрометеорологические ошибки (репрезентативности) являются результатом мелкомасштабных возмущений или метеорологических систем (например, турбулентность), влияющих на наблюдения за погодой. Эти системы не могут быть всецело охвачены системой наблюдений из-за ее временного или пространственного разрешения. Тем не менее в тех случаях, когда подобное явление происходит во время регулярного наблюдения, результаты могут выглядеть странными по сравнению с наблюдениями, которые проводятся в близлежащих точках в то же время.
e) Ошибки измерений при проведении наблюдений невозможно устранить полностью; проблема заключается в их приведении к приемлемому уровню. Ошибку измерений можно рассматривать в качестве суммы вышеперечисленных типов ошибок. Дополнительная информация содержится в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть I, глава 1, разделы 1.6.1.2 и 1.6.2.

6.2 ПРОЦЕДУРНЫЕ АСПЕКТЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

6.2.1 Ответственность и стандарты

Основная ответственность за проведение контроля качества данных наблюдений и определение их качества лежит на национальной метеорологической службе, из которой поступают данные. Поставщик данных должен обеспечить следующее:

a) процедуры контроля качества выполнены и осуществлялись во время сбора данных;
b) данные и качество данных должным образом и точно задокументированы;
c) проверки достоверности регулярно проводятся по всем данным наблюдений;
d) проведенные проверки достоверности полностью задокументированы;

e) данные предоставляются своевременно и правильно вместе с документацией, которая позволяет пользователям определять пригодность для использования;
f) обратная связь с пользователями, касающаяся качества данных, осуществляется своевременно;
g) качество данных поддерживается на самом высоком уровне в любое время;
h) все известные ошибки полностью задокументированы и доводятся до сведения пользователей.

Поэтому важнейшее значение имеет проведение странами-членами адекватного контроля качества данных для обеспечения в максимальной степени отсутствия в них ошибок и осведомленности о качестве данных на каждом уровне процесса сбора данных.

В соответствии с *Наставлением по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544) страны-члены обязаны внедрять минимальные стандарты контроля качества, осуществляемого в реальном масштабе времени, на всех уровнях их ответственности (например, станции наблюдений, национальные, региональные или мировые метеорологические центры). Кроме того, в соответствии с *Наставлением по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485) рекомендуется, чтобы они проводили его прежде, чем будут обрабатываться данные, получаемые по линиям телесвязи.

Рекомендуемые минимальные стандарты контроля качества, осуществляемого в реальном масштабе времени на уровне станций наблюдений и на уровне национального метеорологического центра, аналогичны тем стандартам, которые приведены в *Наставлении по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485), том I, часть II, раздел 2.

6.2.2 Оъем контроля качества

Система контроля качества, осуществляемая национальной метеорологической службой, должна включать: проверку достоверности данных, очистку данных и мониторинг контроля качества.

a) Проверка достоверности данных
Проверка достоверности — это процесс, применяемый для определения того, являются ли данные неточными, неполными, несоответствующими или необоснованными. Он может включать проверки полноты, проверки вероятного значения, проверки временной и внутренней согласованности. Эти процессы обычно приводят к маркировке, документированию и последующей проверке сомнительных записей. Проверки достоверности данных могут также включать проверку соответствия применяемым стандартам, правилам и соглашениям. Ключевым этапом при проверке достоверности данных является выявление причин обнаруженных ошибок и концентрации усилий на предотвращении их повторения.

Качество данных должно быть известно в любой момент процесса проверки их достоверности, и оно может меняться со временем по мере получения большего объема информации. Для этой цели следует использовать флажки контроля качества.

b) Очистка данных (исправление ошибок)
Очистка данных означает процесс «фиксирования» ошибок в данных, которые были обнаружены в ходе проверки достоверности данных. Этот термин является синонимом «чистки данных», хотя некоторые лица используют термин «чистка данных» для обозначения как проверки достоверности данных, так и очистки данных. В процессе очистки данных важно, чтобы они не были безвозвратно утеряны и чтобы изменения в имеющуюся информацию вносились с большой осторожностью. Разумно сохранять как исходные, так и исправленные данные рядом друг с другом в базе данных, с тем чтобы в случае ошибок в процессе очистки можно было восстановить первоначальную информацию.

Общие рамки для очистки данных включают: распознавание и определение типов ошибок, поиск и выявление случаев ошибок, исправление ошибок, документирование случаев и типов ошибок, изменение процедур внесения данных для уменьшения количества будущих ошибок.

c) Мониторинг контроля качества
См. часть III настоящего *Руководства*, раздел 3.1.3.14 по мониторингу функционирования сети, который может применяться и осуществляться национальными метеорологическими службами в отношении всех типов данных наблюдений, а также приложение VI.1.

Вышеупомянутые процедуры следует частично применять на станциях наблюдений, однако главным образом они осуществляются в соответствующих центрах сбора данных.

6.2.3 Осуществление

Пока еще далека от завершения стандартизация процедур контроля качества, которые следует осуществлять на наблюдательных площадках в рамках Всемирной службы погоды. Ввиду возрастающего объема международного обмена данными наблюдений необходимо принять срочные меры, направленные на то, чтобы метеорологическая информация, поступающая из различных стран, была бы сопоставимого качества. Практические шаги, которые следует предпринять для этой цели, должны быть направлены на максимально возможную стандартизацию.

См. «Руководящие принципы, касающиеся процедур контроля качества для данных с автоматических метеорологических станций», приложение VI.2.

Для обеспечения выполнения национальных обязательств в рамках системы Всемирной службы погоды требуется руководящий материал в отношении задач метеорологических станций и метеорологических бюро в области проверки и исправления синоптических данных наблюдений. Можно использовать как ручные, так и автоматические методы контроля качества. Разрабатываются стандартные модули программного обеспечения для поддержки проводимого с помощью компьютера контроля качества в пунктах наблюдений или в центрах сбора данных.

6.2.3.1 Ручные методы

Если используются ручные методы контроля качества, то страна-член должна включать следующие процедуры в свои национальные инструкции или регламенты, касающиеся оперативного мониторинга приземных или аэрологических наблюдений до передачи их по Глобальной системе телесвязи:

a) Приземные синоптические наблюдения
Контроль качества и мониторинг программы наблюдений следует проводить в национальном метеорологическом центре для всех соответствующих станций, по меньшей мере для тех станций, которые включены в список региональной опорной синоптической сети, в основные и промежуточные стандартные сроки.

b) Аэрологические наблюдения
Данные аэрологических наблюдений со станций региональной опорной синоптической сети обрабатываются и кодируются либо на самой станции, либо в централизованном порядке. Следует проводить контроль качества и мониторинг начиная со станции и других центров, ответственных за передачу или обработку данных.

Проверка данных касается следующих областей:
a) возникновение гиперадиабатических вертикальных градиентов температуры в свободной атмосфере;
b) сравнение некоторых значений в отдельных точках с временным изменением со времени последнего срока наблюдений и со значениями, полученными путем интерполяции по данным соседних станций;
c) проверка вертикального профиля ветра на предмет неоднородности.

Очевидно, что ошибочные данные TEMP следует изымать из распространения либо полностью, либо частично в зависимости от стадии, на которой происходят ошибки. В случае, если незначительные ошибки обнаруживаются после проверки, эти данные TEMP исправляются вручную. В любом случае такие исправленные части должны распространяться на национальном уровне с пометкой как исправленные сообщения. Проверенные и исправленные данные TEMP распространяются на международном уровне в соответствии с расписанием передач, и поэтому их только отмечают как сообщения, выпущенные с задержкой, если данные невозможно исправить и распространить в срок.

После того как данные были просмотрены и проверены на станции, контроль качества и исправление (если необходимо и возможно) всех национальных метеорологических данных перед их передачей по Глобальной системе телесвязи должно осуществляться вручную в соответствующих центрах.

Мониторинг процесса наблюдений, сроков, кодирования и передачи осуществляется национальным метеорологическим центром как в оперативном, так и в неоперативном режиме, при этом в последнем случае подразумевается обеспечение улучшенного качества для неоперативных данных. Проверки и соответствующие корректирующие меры предпринимаются в отношении пропущенных или задержанных сообщений, ошибок наблюдений и ошибок форматов.

6.2.3.2 Автоматизированные методы

Важное значение приобрела автоматизация контроля качества больших объемов метеорологических данных, и в настоящее время ее возможно осуществлять с использованием компьютерных систем и программ контроля качества.

Основными преимуществами процедур автоматического контроля качества в рамках их естественных границ являются следующие:
a) объективность и повторяемость;
b) единообразие;
c) возможность использования сложных параметров контроля и практически неограниченных спецификаций;
d) избежание утомительной проверки огромных объемов правильных данных;
e) возможность для эксперта осуществлять непосредственное наблюдение результатов контроля качества на дисплейных установках, с тем чтобы любые возможные ошибки можно было незамедлительно проанализировать.

Принципы организации автоматизированного контроля качества метеорологических данных зависят от стадии разработки методов/алгоритмов для контроля качества и автоматического получения данных. Алгоритмы, используемые странами-членами для контроля качества на наблюдательной станции, практически одинаковы. В большинстве случаев они базируются на физической и/или климатологической взаимной

зависимости и на некоторых статистических связях. Однако имеются требования к дальнейшему возрастанию эффективности алгоритмов и программ при использовании и рекомендуется, чтобы страны-члены обменивались информацией о практическом опыте по использованию методов, которые могут оказаться весьма полезными для других.

6.3 ПРОЧИЕ ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Имеется ряд незначительных усовершенствований, которые можно внести в практику станции наблюдений, что позволит облегчить правильное исполнение обязанностей наблюдателем. Ниже излагаются некоторые правила, не претендующие на то, чтобы представлять полный список, но которые служат в качестве руководства по многим направлениям, с использованием которых можно осуществлять контроль, и особенно на станциях с одним наблюдателем.

6.3.1 Наличие статистических данных по переменным

Программы проверки, на практике, предназначены для того, чтобы выявлять все крупные ошибки, а также значительные ошибки, которые появляются регулярно. Обнаружение редких и незначительных ошибок измерений не представляется ценным в связи с тем, что надежность тестов изменяется в обратной пропорции по отношению к размерам ошибок, которые они предназначены обнаруживать. Другими словами, степень точности проверочных тестов сама изменяется, т. е. всегда есть риск не заметить ошибку или принять правильное значение за сомнительное. Большинство тестов проводится на основе опыта; они являются результатом практической интуиции или статистического анализа.

На месте наблюдений необходимо иметь статистические данные по переменным в целях предоставления наблюдателю возможности сравнивать текущие наблюдения со статистическими данными по наблюдавшимся в прошлом явлениям на соответствующей станции. Такие статистические данные могут быть весьма важными в деле обнаружения неисправностей оборудования. Потребность в полной проверке общих результатов перед отправлением сообщения всегда будет иметься, даже и в случае использования полностью автоматизированной наблюдательной системы.

6.3.2 Использование принятых сокращений

В целях снижения субъективных ошибок, во время записи визуальных наблюдений и показаний приборов наблюдатель должен использовать принятые сокращения. Они должны быть стандартными в рамках национальной метеорологической службы и излагаться в национальных правилах наблюдений.

6.3.3 Графическое представление и диаграммы

Для обнаружения крупных ошибок наблюдатель может использовать наноску часовых значений основной переменной. Основными переменными, подверженными ошибкам этого типа, являются давление, температура и точка росы, но в этом отношении может быть полезным нанесение также и других переменных. Следует позаботиться о том, чтобы иметь в распоряжении определенное число наносок различных переменных на регистрационном бланке в любое время и использовать этот же бланк на следующий день. Для того чтобы постоянно иметь статистические данные, требуются одновременные наноски не менее, чем шести измерений.

В качестве гарантии от крупных ошибок для наблюдателя может быть также полезной карта, показывающая среднесуточные изменения температуры за период нескольких последних лет и соответствующие данные наблюдений. По районам, в которых имеются значительные отклонения от таких средних, дополнительной проверкой могут быть последовательные часовые показания, как это указывается в предыдущем абзаце. В случае, если оказывается, что наблюденная величина не совместима со средним значением, то наблюдателю следует брать следующее независимое показание. Существование этих средних должно также стимулировать дополнительный интерес наблюдателя, который сможет затем вовремя распознать случаи, не являющиеся типичными или которые могут иметь важное значение.

В тропических районах карта, показывающая среднесуточное изменение давления, является полезным руководством, знакомящим наблюдателя с величиной изменений, которую следует ожидать.

При подготовке сводок по облачности наблюдатель сталкивается с широким разнообразием типов облаков и сложным набором правил. Для того чтобы иметь возможность исправить сводку, неопытному наблюдателю следует пользоваться имеющимися в *Международном атласе облаков* (ВМО-№ 407), том I, диаграммами, которые довольно просты в построении.

Наблюдатели должны в любое время иметь доступ к публикациям, касающимся проведения наблюдений и процедур кодирования. Более того, по возможности, процедуры должны быть на виду в качестве визуальных напоминаний об обязанностях наблюдателя. Обычно графическое представление и диаграммы являются

более эффективными, но в тех случаях, когда требуются перечни или таблицы, они должны быть помещены на видном месте.

6.3.4 Упрощенные математические проверки

Опыт показал, что самое большое количество ошибок обнаруживается на стадии предварительной обработки, которая предшествует анализу. Математические проверки аэрологических и приземных синоптических данных, полученных на оперативной основе по каналам телесвязи, производятся центрами обработки данных.

Упрощенные математические проверки используются во время сравнений наблюденных значений с их приближенными величинами. Сравнения можно проводить как по вертикали по месту наблюдения, так и по горизонтали между данными того же уровня.

В качестве приближенных значений используются следующие:

a) значения метеорологических переменных, рассчитанные с использованием гидростатического уравнения, с допущением политропности атмосферы или линейной изменчивости в слоях и т. д. (гидростатический контроль);
b) величина и знак для температуры в соседних слоях, с допущением максимального градиента;
c) интерполированные величины, которые могут изменяться в зависимости от того, каким образом их наблюдали;
d) прогностические величины для действительного периода;
e) приближенные величины, главным образом полиномы второй и третьей степени;
f) средняя величина для групп соседних станций;
g) локальные статистические параметры метеорологических переменных, рассчитанных по фазе эмпирических связей (уравнение регрессии).

Многие процедуры контроля позволяют не только обнаруживать ошибки, но также исправлять их или восстанавливать пропущенные наблюдения.

Ссылки

Международный атлас облаков (ВМО-№ 407), том I
Наставление по кодам (ВМО-№ 306)
Наставление по Глобальной системе наблюдениий (ВМО-№ 544)
Наставление по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования (ВМО-№ 485)
Наставление по морскому метеорологическому обслуживанию (ВМО-№ 558)
Руководство по применениям морской климатологии (ВМО-№ 781)
Руководство по климатологической практике (ВМО-№ 100)
Руководящие принципы по вопросам климатических метаданных и обеспечению однородности данных (WCDMP-No. 53; WMO/TD-No. 1186)
Руководство по Глобальной системе обработки данных (ВМО-№305)
Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений (ВМО-№ 8)
Руководство по морскому метеорологическому обслуживанию (ВМО-№ 471)
Руководство по практике метеорологических подразделений, обслуживающих авиацию (ВМО-№ 732)

ПРИЛОЖЕНИЕ VI.1

КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДАННЫХ

1. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДАННЫХ С НАЗЕМНОЙ ПОДСИСТЕМЫ

1.1 Общая часть

Для приземных синоптических данных, т. е. данных, касающихся стандартных сроков наблюдений, применяются несколько методов контроля качества. Сюда входят горизонтальные, вертикальные, трехмерные, временные и гидростатические проверки, а также сочетание этих методов.

1.2 Тесты с использованием статистических структурных параметров в рамках схемы интерполяции

1.2.1 Горизонтальные проверки

Горизонтальные проверки можно осуществлять с помощью методов, используемых для объективного анализа, посредством оптимальной интерполяции для каждой станции в соответствии с данными, полученными с нескольких (обычно от четырех до восьми) соседних станций и сравнения интерполированной величины с наблюденной величиной. Интерполяция производится в соответствии со следующей формулой:

$$\tilde{f}'_0 = \sum_{i=1}^{n} \rho_i f'_i \qquad (1)$$

где f'_0 — интерполированная величина отклонения f' элемента f от ее обычного значения на проверяемой станции; f_i — наблюдаемые отклонения этого элемента от обычного значения на соседних станциях; ρ_i — весовые множители, определяемые путем решения системы уравнений.

$$\sum_{j=1}^{n} m_{ij}\rho_j + \delta^2\rho_i = m_{i0} \qquad (2)$$

где m_{ij} — коварианты, описывающие статистическую связь величин элемента f в различных точках, а именно:

$$m_{ij} = \overline{f'_i f'_j} \qquad (3)$$

(черта сверху означает статистическое усреднение), δ — среднеквадратическое ошибок наблюдений. Рекомендуется осуществлять контроль, исходя не из абсолютного значения остатка $\tilde{f}'_0 - f'_0$ между интерполированными и наблюденными значениями, а из отношения:

$$R = \frac{\left|\tilde{f}'_0 - f'_0\right|}{\Delta_0} \qquad (4)$$

где Δ_0 — среднеквадратическая разница между $\tilde{f}'_0$ и f'_0, которую можно рассчитать в соответствии со следующей формулой:

$$\Delta_0 = \sqrt{m_{00} - \sum_{i=1}^{n} \rho_i m_{0i} + \delta^2} \qquad (5)$$

после определения весов ρ_i. Если Δ_0 не превышает некоторого критического значения K, то данные признаются правильными; в противном случае предполагается, что существует ошибка. В соответствии с имеющимися данными можно использовать $K = 4$; это означает, что правильные величины не вызывают сомнений. В свете вышеуказанного предположения, возможно, лучше использовать более мелкие величины.

Неравенство $\Delta_0 > K$ указывает, с высокой степенью вероятности, на то, что наличие ошибок может возникать не только из неверного значения f_0 на проверяемой станции, но также и из неверного значения на окружающих станциях, особенно в случае, когда вес ρ_i для этого значения является большим. Поэтому прежде всего необходимо осуществить аналогичную проверку для окружающих станций, с тем чтобы обеспечить обнаружение ошибочного значения. В большинстве случаев эта процедура обеспечивает обнаружение неправильного значения и его замену интерполированным значением. Этот метод не применим в том случае, когда неверные значения имеются на нескольких окружающих станциях.

1.2.2 Вертикальные проверки

Вертикальные проверки также основываются на сравнении наблюденной величины с интерполированной величиной. Однако эта интерполяция проводится не с данными с соседних станций, относящихся к тому же

уровню, а с данными с той же станции по отношению к другим уровням. Поскольку ковариантны по вертикали не имеют характеристик однородности и изотропии, то значения m_{ij} (3), вводимые в формулы (2) и (5), зависят не от расстояния между уровнями, а от высоты (давления) обоих уровней.

Вертикальная проверка, а также горизонтальная проверка (по отношению к аэрологическим данным) используются главным образом для геопотенциала. Однако, имея информацию по матрицам ковариации, легко сказать, каким образом этот метод можно использовать также и для других метеорологических элементов.

1.2.3 Трехмерные проверки

Трехмерные проверки осуществляются посредством сравнения наблюденной величины с интерполированной величиной по данным нескольких уровней как на проверяемой станции, так и на соседних станциях. Поскольку имеются данные по трехмерной статистической структуре ряда основных метеорологических полей, то не должно быть трудности в использовании этой процедуры.

1.2.4 Временные проверки

Временные проверки касаются данных как текущих сроков, так и предыдущих сроков наблюдения. Однако для этого метода требуется временная экстраполяция вместо интерполяции. Поэтому желательно использовать электронные данные, рассчитанные по предыдущим наблюдениям, в качестве справочных для проверки результатов численного прогноза по рассматриваемому сроку.

1.2.5 Гидростатические проверки

Гидростатические проверки основываются на использовании статического уравнения или барометрической формулы геопотенциала, с тем чтобы показать, что геопотенциал и температуры на различных изобарических поверхностях внутренне согласуются. Ниже приводится суть этого метода.

Интегрирование гидростатического уравнения:

$$\frac{\partial H}{\partial r} = -\frac{R}{9{,}8}\frac{T}{r} \qquad (6)$$

для слоя, расположенного между двумя соседними изобарическими поверхностями ρ_n и ρ_{n+1}, и переход от абсолютной температуры T к температуре в градусах Цельсия дают в результате:

$$H_{n+1} - H_n = A_n + \frac{R}{9{,}8}\int_{\rho_n}^{\rho_{n+1}} t \; d \; ln \; \rho \qquad (7)$$

где R — газовая постоянная для воздуха, A_n — толщина слоя при 0 °C.

Принимая, что средняя температура t в слое равна арифметической средней ее граничных значений, можно привести уравнение (7) к следующей форме:

$$H_{n+1} - H_n = A_n + B_n\left(t_n + t_{n+1}\right) \qquad (8)$$

Численные значения коэффициентов A_n и B_n приведены в таблице «Расчет потенциалов статической проверки».

Поскольку аэрологические сводки содержат информацию как по геопотенциалу, так и по температуре изобарических поверхностей, отношение (8) можно использовать для проверки этой информации. Для этого необходимо рассчитывать для каждого слоя, расположенного между соседними обязательными изобарическими поверхностями, разницу между значениями правой и левой сторон уравнения (8).

$$\delta_n = H_{n+1} - H_n - A_n - B_n\left(t_n + t_{n+1}\right) \qquad (9)$$

Необходимо также сравнивать значения δ_n с допустимыми значениями Δ_n. Последнее можно вычислить как эмпирическим путем (посредством обработки большого количества наблюдений), так и теоретически.

Эти расчеты, а также расчеты приводимого метода в целом, зависят в большой степени от метода, используемого для определения температуры и геопотенциала изобарических поверхностей на каждой станции.

Теоретический расчет допустимых неточностей в гидростатической проверке является более трудным по сравнению с описанными выше методами, поскольку эти неточности имеют множество причин, а именно: случайные ошибки измерения температуры, случайные и систематические отклонения вертикального профиля температуры *t (ln p)* от линейного профиля и округление ошибок при расчетах геопотенциала. Совместное влияние случайных ошибок наблюдений и случайных отклонений *t (ln p)* от линейного изменения можно вычислить с помощью следующей формулы:

$$\Delta_1 = \sqrt{\frac{m_{oo}}{2}}\sqrt{1 + \frac{\delta^2}{m_{oo}} - \frac{1}{ln^2 q}4 - \left(2 - ln \; q\right)^2 q} \qquad (10)$$

Расчет потенциалов статической проверки

p гПа	*1 000*	*850*	*700*	*500*	*400*	*300*	*200*
A_n, *м*	1 300	1 553	2 692	1 786	2 302	3 244	5 546
B_n, *м*/градус	2,38	2,84	4,03	3,27	4,21	5,94	10,15
$K\Delta_1$, *м*	20	24	35	9	19	70	64
$K\Delta$, *м*	1	1	6	10	10	10	10
$K\Delta_1 + \Delta_2$, *м*	20	25	41	19	29	80	74
Δ, *м*	30	30	40	30	40	100	120

где Δ_1 — среднеквадратическая соответствующей неточности δ, q — коэффициент корреляции между значениями температуры конкретных прилегающих поверхностей.

Приведенные в вышеуказанной таблице значения $K\Delta_1$ рассчитываются для зимнего сезона; для летнего сезона они несколько меньше. Коэффициент K принимается довольно большим $(K = 3{,}5)$, поскольку кроме крупномасштабных отклонений вертикального профиля температуры, учтенных в формуле (10), могут иметь место мезомасштабные отклонения.

Значения Δ_2, приведенные в таблице выше, представляют максимальные неточности, вытекающие из округлений значений геопотенциала, в то время как Δ — допустимые неточности уравнения (8), установленные эмпирически. При сравнении с $K\Delta_1 + \Delta_2$ имеем в виду, что естественные отклонения $t\ (ln\ p)$ от ее линейной формы из-за большой дуги профиля t около поверхности Земли происходят в слое 1 000–850 гПа и в слоях 300–200 и 200–100 гПа вследствие присутствия тропопаузы. Это ясно объясняет разницу между Δ и $K\Delta_1 + \Delta_2$ по указанным слоям. В отношении слоев 500–400 и 400–300 гПа значения Δ, возможно, могут быть меньшими.

Кроме обнаружения ошибок, превосходящих допустимые неточности, процедура статической проверки позволяет определить источник ошибки и соответственно устранить его. Это действительно так, поскольку ошибки по различным причинам в результате приводят к различным сочетаниям неточностей. Например, ошибка в значении геопотенциала из-за искажения при передаче приведет к искажениям в уравнении (8) по двум соседним слоям, которые равны этой ошибке и имеют противоположные знаки. Искажение значения температуры приведет к двум неточностям того же знака, пропорциональным коэффициентам B_n. Вместе с тем, ошибка в расчетах толщины слоя приводит к неточности только для этого слоя.

1.2.6 Объединенные проверки

Объединенные проверки контроля качества осуществляются с использованием различных методов контроля не только в порядке последовательности, но также и при тесном взаимодействии. Это необходимо прежде всего потому, что нет ни одного метода контроля, который был бы достаточным для обнаружения и исправления всей ошибочной информации и, во-вторых, потому, что при различных методах реакция на ошибки различная в зависимости от их источника.

Потенциальный успех контроля качества значительно возрастает, если используются несколько методов в сочетании, т. е. если делаются выводы в отношении характера и величины определенной ошибки с использованием результатов, полученных по всем методам. Это позволяет обнаружить источник ошибки, локализовать ошибку (т. е. определить, какие из сомнительных величин являются ошибочными), определить ее численную величину и исправить ее. Например, локализация ошибки, достигаемая посредством объединенного использования горизонтальных и вертикальных проверок, получается следующими способами: величина допустимого расхождения для станции изменяется во время горизонтальной проверки, основываясь на результатах предыдущей, например вертикальной, проверки. Если вертикальная проверка указала на ошибку, то допустимая неточность для горизонтальной проверки должна уменьшаться.

2. КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ДАННЫХ С КОСМИЧЕСКОЙ ПОДСИСТЕМЫ

2.1 Общие положения

Данные косвенного зондирования со спутников связаны с быстрым чередованием нестандартных сроков наблюдения, т. е. данные являются асиноптическими. В целях проверки, учета и усвоения асиноптической

информации для объективного анализа метеорологических полей необходимо использовать данные, которые относятся к различным точкам в пространстве и к различным срокам. Другими словами, требуется перевод из пространственного (трехмерного) анализа метеорологических полей в четырехмерный пространственно-временной анализ.

Наряду с этим данные косвенного зондирования обладают, по крайней мере, еще тремя свойствами, которые отличают их от данных аэрологического зондирования. Во-первых, первые позволяют получить пространственно усредненные значения, т. е. масштаб усреднения намного больше, чем для величин, полученных посредством обычного аэрологического зондирования. Во-вторых, расположенные на спутнике приборы работают в более сложных условиях по сравнению с приборами аэрологического зондирования, и перевод из спектральной интенсивности в температуру и геопотенциал является приблизительным. Поэтому ошибки данных косвенного зондирования значительно больше, чем ошибки радиозондов. В-третьих, все спутниковые измерения осуществляются только одним комплектом приборов в течение срока службы спутника. Поэтому следует производить взаимную корреляцию ошибок косвенного зондирования в различных точках.

Вышеупомянутые свойства данных косвенного зондирования позволяют проводить оценку надежности данных только во время осуществления четырехмерного анализа и контроля, а не ранее.

2.2 Определение надежности данных

Ниже рассматриваются методы определения надежности четырехмерного анализа для целей контроля данных (с учетом как асиноптического характера данных косвенного зондирования, так и величины ошибок зондирования и степени их корреляции). Предполагается, что четырехмерная ассимиляция информации производится с целью получения оптимальной пространственно-временной интерполяции. Известно, что если ошибки наблюдений подвергаются взаимной корреляции и не согласуются с истинными значениями наблюденных метеорологических элементов f, то уравнение метода оптимальной интерполяции для определения весовых множителей ρ_i принимает форму:

$$\sum_{j=1}^{n}\left(\mu_{ij}+\eta_i\eta_j\nu_{ij}\right)\rho_j=\mu_{oi}\left(i=1,\,2,\,\ldots\,n\right) \qquad (11)$$

где μ_{ij} — коэффициент корреляции между истинными значениями f двух станций с индексами i и j; μ_{oi} — коэффициент корреляции между истинной величиной f станции с индексом i и неизвестной величиной этого элемента в точке o; n — количество данных, используемых для интерполяции; η_i^2 — среднеквадратическая ошибка наблюдений этого метеорологического элемента, поделенная на ее дисперсию σ^2; ν_{ij} — коэффициент корреляции между ошибками наблюдений двух станций с индексами i и j.

Рассчитав вес ρ_i решением уравнения (11), легко осуществить интерполяцию по следующей формуле:

$$\hat{f}_o=\sum_{i=1}^{n}\rho_i\tilde{f}_i \qquad (12)$$

где значения со знаком прим относятся к отклонениям f от ее средней климатологической величины (нормали) f, знак ~ относится к наблюденным величинам элемента (в отличие от истинных значений), а ^ относится к результату интерполяции (также в отличие от истинных значений).

Решив систему (11), можно вычислить среднеквадратическую ошибку интерполяции с помощью следующей формулы:

$$\varepsilon^2=1-\sum_{i=1}^{n}\mu_{oi}\rho_i \qquad (13)$$

где ε^2 — степень ошибки интерполяции, т. е. среднеквадратическое значение ошибки интерполяции, деленное на σ^2; значение σ предполагается постоянным.

Функции пространственной корреляции основных метеорологических элементов можно считать однородными и изотропными в горизонтальной плоскости или по изобарическим поверхностям, т. е. можно предположить, что:

$$\mu_{ij}=\mu_{(rij)} \qquad (14)$$

где r_{ij} — расстояние между двумя станциями с индексами i и j; $\mu(r)$ — функция данной формы.

Формула (14) является правильной, если оба наблюдения относятся к одной и той же изобарической поверхности и проводятся в один и тот же срок. С достаточно точными результатами поэтому можно осуществлять более общие гипотезы по пространственно-временной (горизонтально-временной) однородности и изотропии. Если расстояние между двумя станциями равно r_{ij}, а временной интервал между наблюдениями — τ_{ij}, то можно использовать следующую формулу:

$$\mu_{ij}=\mu\left(\sqrt{r_{ij}^2+c^2\tau_{ij}^2}\right) \qquad (15)$$

где c — постоянная, определяющая скорость. Для приземного давления $c \cong 35$ км/ч. Это значение c будет использоваться позже.

Теперь предположим, что часть основных данных, например данные от станций с индексами $i = 1, 2, \ldots k$, получается посредством обычных радиозондов, в то время как остальные данные ($i = k+1, k+2, \ldots n$) получаются опосредствованным способом. Ошибки радиозондов считаются белым шумом, т. е. они не коррелируют между собой или с ошибками косвенного зондирования:

$$\nu_{ij} = \begin{cases} 1 \text{ при } j = 1; \\ 0 \text{ при } i = 1, 2, \ldots k; j \neq 1, 2, \ldots n; j \neq i; \\ 0 \text{ при } j = 1, 2, \ldots k; i = 1, 2, \ldots n; i \neq j; \end{cases} \qquad (16)$$

Средняя квадратическая, и соответственно степень ошибки радиозонда, принимается равной для всех радиозондовых точек:

$$\eta_1 = \eta_2 = \ldots \eta_R = \eta \qquad (17)$$

Степень ошибки косвенного зондирования также идентична (17), но отличается от ошибок прямого зондирования:

$$\eta_{R+1} = \eta_{R+2} = \eta_n = \eta' \qquad (18)$$

Таким образом, система (11) приобретает следующий вид:

$$\sum_{j=1}^{n} \mu_{ij}\rho_j + \eta^2\rho_i = \mu_{oi} \quad (i = 1, 2 \ldots R)$$

$$\sum_{j=1}^{k} \mu_{ij}\rho_j + \sum_{j=k+1}^{n} (\mu_{ij} + \eta^2\nu_{ij})\rho_j = \mu_{ij} \qquad (19)$$

$$(i = k+1, k+2, \ldots n)$$

Например, если $k = 2$ и $n = 5$, то матрица коэффициентов системы (19) (с учетом того, что $\mu_{ji} = \mu_{ij}$ и $\nu_{ji} = \nu_{ij}$) имеет следующую форму:

$$\begin{pmatrix} 1+\eta^2 & \mu_{12} & \mu_{13} & \mu_{14} & \mu_{15} \\ \mu_{12} & 1+\eta^2 & \mu_{23} & \mu_{24} & \mu_{24} \\ \mu_{13} & \mu_{23} & 1+\eta^{12} & \mu_{34+\eta^{12}\nu 34} & \mu_{35+\eta^{12}\nu 35} \\ \mu_{14} & \mu_{24} & \mu_{34+\eta^{12}\nu 34} & 1+\eta^{12} & \mu_{45+\eta^{12}\nu 45} \\ \mu_{15} & \mu_{25} & \mu_{35+\eta^{12}\nu 35} & \mu_{45+\eta^{12}\nu 45} & 1+\eta^{12} \end{pmatrix}$$

В отношении коэффициентов корреляции ν_{ij} между ошибками косвенного зондирования следует сказать, что последние принимаются зависящими только от расстояния между точками. В данном контексте представляет интерес предельный случай, когда эти ошибки имеют характер «черного шума», т. е. для всех i и j, превышающих k:

$$\nu_{ij} = 1(i, j = k+1, k+2, \ldots n) \qquad (20)$$

Из вышесказанного следует, что критерии контроля качества, осуществляемого во время четырехмерного анализа, или ассимиляции, информации, не отличаются, для всех практических целей, от критериев, изложенных в пункте 1.2.1 настоящего приложения, основанных на применении оптимальной интерполяции. Суть самого контроля качества состоит, как и раньше, в сравнении остатка от интерполированных и сообщенных величин с допускаемым расхождением и — в зависимости от их связи — в определении достоверности или ошибочности проверяемых данных.

ПРИЛОЖЕНИЕ VI.2

РУКОВОДЯЩИЕ ПРИНЦИПЫ, КАСАЮЩИЕСЯ ПРОЦЕДУР КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ДЛЯ ДАННЫХ С АВТОМАТИЧЕСКИХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ

ВВЕДЕНИЕ

Контроль качества данных является наиболее известным компонентом систем управления качеством. Он включает проверку данных на станциях и в центрах данных с целью обнаружения ошибок. Контроль качества данных должен применяться в виде контроля качества в масштабе реального времени, осуществляемого на автоматических метеорологических станциях (АМС) и в центрах обработки данных (ЦОД). Кроме того, он должен выполняться в ЦОД в виде контроля качества в близком к реальному и не в реальном масштабах времени.

Существуют два уровня контроля качества данных АМС в реальном масштабе времени:

a) Контроль качества необработанных данных (измерения сигнала) — основной контроль качества, осуществляемый на месте установки автоматической метеорологической станции. Этот уровень контроля является соответствующим во время сбора данных уровня I и должен устранять ошибки технических устройств, включая датчики; систематические или случайные ошибки измерений и ошибки, присущие процедурам и методам измерений. Контроль качества на этой стадии включает проверку грубых ошибок, основные временны́е проверки и основные проверки внутренней согласованности. Применение этих процедур является исключительно важным, поскольку некоторые ошибки, возникшие в процессе измерения, невозможно устранить на более позднем этапе.

b) Контроль качества обработанных данных — это расширенный контроль качества, частично выполняемый на месте установки автоматической метеорологической станции, но главным образом в центре обработки данных. Этот уровень контроля является соответствующим во время приведения и преобразования данных уровня I в данные уровня II и самих данных уровня II. Он связан со всесторонней проверкой временно́й и внутренней согласованности, оценкой погрешностей и долгосрочных дрейфов датчиков и модулей, неисправностью датчиков и т. п.

Схема уровней контроля качества может быть следующей:

a) Основные процедуры контроля качества (автоматические метеорологические станции)
   i) Автоматический контроль качества необработанных данных
      a. Проверка вероятных значений (проверка грубых ошибок в измеряемых величинах)
      b. Проверка вероятной скорости изменения (проверка временно́й согласованности измеряемых величин)
   ii) Автоматический контроль качества обработанных данных
      a. Проверка вероятного значения
      b. Проверка временно́й согласованности
         i. Проверка максимально допустимой изменчивости мгновенного значения (ступенчатая проверка)
         ii. Проверка минимальной требуемой изменчивости мгновенных значений (проверка инерционности)
         iii. Расчет стандартного отклонения
      c. Проверка внутренней согласованности
      d. Технический мониторинг всех жизненно важных компонентов АМС

b) Процедуры расширенного контроля качества (центры обработки данных)
   i) Проверка вероятного значения
   ii) Проверка временно́й согласованности:
      a. Проверка максимально допустимой изменчивости мгновенного значения (ступенчатая проверка)
      b. Проверка минимальной требуемой изменчивости мгновенных значений (проверка инерционности)
      c. Расчет стандартного отклонения
   iii) Проверка внутренней согласованности.

В процессе применения процедур контроля качества к данным АМС проводится проверка достоверности и маркировка данных и, если необходимо, их оценка или исправление. Если в результате проведения контроля качества первоначальная величина меняется, настоятельно рекомендуется сохранить ее с новым значением. Система контроля качества должна включать процедуры возвращения к источнику данных (первоначальные данные) для проверки их достоверности и предотвращения повторения ошибок. Следует использовать все возможности для автоматического мониторинга источников ошибок для установления ошибок до того, как они повлияют на измеряемые величины.

Качество данных должно быть известно в любой момент процесса проверки их достоверности, и флажок контроля качества может меняться в ходе данного процесса по мере получения большего объема информации.

Частью стандартной документации автоматической метеорологической станции должна быть всеобъемлющая

документация о применяемых процедурах контроля качества, включая спецификацию основных процедур обработки данных для расчета мгновенных данных (одноминутных) и конечных значений.

Руководящие принципы касаются только контроля качества данных с единственной автоматической метеорологической станции, поэтому пространственный контроль качества выходит за рамки данного документа. То же самое относится к проверкам методом сравнения с анализируемыми или прогнозируемыми полями. Кроме того, контроль качества, связанный обнаружением ошибок форматирования, передачи или декодирования, выходит за рамки данного документа ввиду особого характера этих процессов, поскольку они зависят от типа используемого сообщения и способа его передачи.

ПРИМЕЧАНИЯ:

1. Рекомендации, изложенные в руководящих принципах, должны использоваться совместно с соответствующей документацией ВМО, касающейся контроля качества данных.

2. Основные характеристики контроля качества и общие принципы, которые должны соблюдаться в рамках Глобальной системы наблюдений, кратко описаны в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544). Уровни, аспекты, этапы и методы описаны в *Руководстве.*

3. Основные этапы контроля качества данных с автоматических метеорологических станций изложены в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), особенно в части II, глава 1.

4. Подробная информация о процедурах и методах контроля качества, которые должны применяться к метеорологическим данным, предназначенным для международного обмена, описаны в *Руководстве по Глобальной системе обработки данных* (ВМО-№ 305), глава 6.

5. Минимальные стандарты Глобальной системы обработки данных для контроля качества данных определены в *Наставлении по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485), том I.

1. ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Обеспечение качества, контроль качества

Термины «обеспечение качества» и «контроль качества» имеют множество толкований по причине многочисленных определений значений слов «обеспечение» и «контроль».

Обеспечение качества: все планируемые и систематически осуществляемые виды деятельности в рамках системы качества, а также подтверждаемые как необходимые для создания достаточной уверенности в том, что объект будет соответствовать требованиям к качеству.

Основная задача системы обеспечения качества заключается в обеспечении того, что данные являются однородными, соответствуют требованиям к качеству данных и подкрепляются расширенным описанием методологии.

Контроль качества: оперативные методы и меры, которые применяются для выполнения требований к качеству.

Главная цель контроля качества данных наблюдений заключается в обнаружении отсутствующих данных, выявлении и возможном исправлении ошибок.

Контроль качества данных наблюдений включает проверку данных на станциях и в центрах данных для выявления отсутствующих данных и ошибок; проводится проверка достоверности и маркировка данных и, если необходимо, оценка или исправление, с тем чтобы устранить основные источники ошибок и обеспечить наивысший возможный стандарт качества для оптимального использования этих данных всеми пользователями.

Для обеспечения высокого качества данных АМС жизненно важное значение имеет хорошо разработанная система контроля качества. Необходимо прилагать усилия для исправления всех ошибочных данных и для проверки достоверности сомнительных данных, выявленных в результате осуществления процедур контроля качества. Качество данных с АМС должно быть известно.

Типы ошибок

Существует несколько типов ошибок, описанных ниже, которые могут произойти в случае данных измерений. Они должны быть обнаружены посредством применения процедур контроля качества.

Случайные ошибки распределяются более или менее симметрично вокруг нуля и не зависят от измеряемой величины. Случайные ошибки иногда приводят к переоценке, а иногда недооценке фактического значения. В среднем ошибки взаимно исключают друг друга.

Систематические ошибки распределяются ассиметрично вокруг нуля. В среднем эти ошибки характеризуются тенденцией внесения погрешностей в измеряемую величину либо в сторону увеличения, либо уменьшения фактического значения. Одной из причин систематических ошибок является долгосрочный дрейф датчиков или датчик с неправильной калибровкой.

Крупные (грубые) ошибки вызываются неисправностью измерительных устройств или ошибками,

совершенными во время обработки данных; эти ошибки легко обнаруживаются при помощи проверок.

Микрометеорологические ошибки (репрезентативности) являются результатом мелкомасштабных возмущений или метеорологических систем (например, турбулентность), влияющих на наблюдения за погодой. Эти системы не могут быть всецело охвачены системой наблюдений из-за ее временного или пространственного разрешения. Тем не менее в тех случаях, когда подобное явление происходит во время регулярного наблюдения, результаты могут выглядеть странными по сравнению с наблюдениями, которые проводятся в близлежащих точках в то же время.

2. ОСНОВНЫЕ ПРОЦЕДУРЫ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Автоматическая проверка достоверности данных (основные процедуры контроля качества) применяется на автоматических метеорологических станциях для мониторинга качества данных с датчиков до их использования в расчетах значений метеорологических параметров. Этот основной контроль качества предназначен для удаления ошибочной информации с датчиков, сохраняя при этом достоверные данные датчика. В современных автоматических системах получения данных высокая частота производства измерений и возможное создание шума вызывают необходимость проверки данных на уровне измерений, а также на уровне мгновенных данных (обычно, данные за одну минуту). Процедуры основного контроля качества должны применяться на каждом этапе преобразования необработанных выходных сигналов датчика в метеорологические параметры. Диапазон процедур основного контроля качества в значительной мере зависит от возможностей обрабатывающего блока АМС. Результаты основного контроля качества должны включаться в каждое сообщение АМС.

Существуют следующие виды процедур основного контроля качества:

a) автоматический контроль качества необработанных данных (сигналов датчика) предназначен главным образом для определения возможной неисправности датчика, нестабильности и помех, чтобы уменьшить потенциальное искажение обработанных данных; значения, которые не проходят этот уровень контроля качества, не используются при дальнейшей обработке данных;
b) автоматический контроль качества обработанных данных предназначен для выявления ошибочных или аномальных данных; диапазон этого контроля зависит от используемых датчиков.

Все данные с АМС следует маркировать при помощи соответствующих флажков контроля качества. Флажки используются как индикаторы качества, показывающие уровень доверия к данным. На уровне основного контроля качества достаточной является простая система маркировки из пяти категорий контроля качества данных. Существуют следующие флажки контроля качества, характеризующие данные как:

a) хорошие — точные; данные с ошибками, меньшими или равными определенной величине;
b) несогласующиеся — один или несколько параметров являются несогласующимися; соотношение между разными элементами не соответствует определенным критериям;
c) сомнительные — подозрительные;
d) ошибочные — неправильные; данные с ошибками, превосходящими определенную величину;
e) отсутствующие данные.

Важно, чтобы качество данных было известно и могло быть показано; данные должны проходить все основные проверки контроля качества. В случае несогласующихся, сомнительных или ошибочных данных должна быть передана дополнительная информация; в случае отсутствия данных должна быть сообщена причина отсутствия. В случае сообщений BUFR для данных с АМС могут быть использованы дескрипторы BUFR 0 33 005 (информация о качестве данных АМС) и 0 33 020 (указание контроля качества значения последующей величины).

a) Автоматический контроль качества необработанных данных
   i) Проверка вероятного значения — проверка грубой ошибки в измеряемых величинах
   Целью проверки является подтверждение того, что данные значения находятся в пределах допустимого диапазона. Проверяется каждое измерение, чтобы уточнить, находится ли значение в диапазоне измерений соответствующего датчика. Если данное значение не проходит проверку, оно удаляется и не используется в последующем расчете соответствующих параметров.

   ii) Проверка вероятной скорости изменения — проверка временно́й согласованности измеряемых величин
   Цель этой проверки заключается в контроле скорости изменения (неправдоподобных скачков значений). Эта проверка наиболее применима к данным с высоким временным разрешением (высокая частота измерений), поскольку корреляция между соседними значениями увеличивается вместе с частотой измерений.

После каждого измерения сигнала последнее дискретное значение сравнивается с предыдущим. Если разница между этими двумя значениями превышает установленный предел, то тогда это последнее дискретное значение признается сомнительным и не используется для расчета среднего значения. В то же время его все же используют для проверки временно́й согласованности дискретных значений, и новое дискретное значение проверяется путем сравнения с сомнительным значением. Результат этой процедуры заключается в том, что в случае значительного шума одно или два последовательных дискретных значения не используются для расчета среднего значения. При частоте дискретных измерений в 5–10 измерений в минуту (интервалы дискретных измерений 6–12 секунд) пределы временной дисперсии последовательных дискретных значений (абсолютная величина разности), получаемых с автоматических метеорологических станций, могут быть следующими:

a. Температура воздуха: 2 °C.
b. Температура точки росы: 2 °C.
c. Температура поверхности грунта и температура почвы: 2 °C.
d. Относительная влажность: 5 %.
e. Атмосферное давление: 0,3 гПа.
f. Скорость ветра: 20 м/с.
g. Солнечная радиация (излучение): 800 Вт/м^2.

Для расчета мгновенного (одноминутного) значения требуется наличие по меньшей мере 66 % (две трети) дискретных значений; в случае направления и скорости ветра — по меньшей мере 75 % измерений для расчета среднего значения за 2 или 10 минут. При наличии менее 66 % дискретных значений за одну минуту текущее значение не соответствует критерию контроля качества и не используется при последующем расчете соответствующих параметров; это значение должно быть маркировано как отсутствующее.

b) Автоматический контроль качества обработанных данных

i) Проверка вероятного значения

Целью этой проверки является подтверждение того, что значения мгновенных данных (среднее значение за одну минуту или итоговое значение; в случае ветра — средние значения за 2 и 10 минут) находятся в пределах допустимого диапазона. Интервалы значений различных метеорологических параметров зависят от климатических условий в месте установки АМС и сезона. На этом этапе контроля качества такие интервалы могут, независимо от них, быть в широких и общих пределах. Возможными значениями установленного диапазона, который обеспечивается на автоматических метеорологических станциях, могут быть следующие:

a. Температура воздуха: –90 °C — +70 °C.
b. Температура точки росы: –80 °C — +50 °C.
c. Температура поверхности грунта: –80 °C — +80 °C.
d. Температура почвы: –50 °C — +50 °C.
e. Относительная влажность: 0–100 %.
f. Атмосферное давление на уровне станции: 500–1 100 гПа.
g. Направление ветра: 0–360 градусов.
h. Скорость ветра: 0–75 м/с (среднее значение за две минуты, за 10 минут).
i. Порыв ветра: 0–150 м/с.
j. Солнечная радиация (излучение): 0–1 600 Вт/м^2.
k. Количество осадков (одноминутный интервал): 0–40 мм.

ПРИМЕЧАНИЕ. В случае необходимости вышеперечисленные значения с установленными пределами могут корректироваться для более точного отражения климатических условий региона. Если значение выходит за пределы допустимого диапазона, его следует маркировать как ошибочное.

ii) Проверка временно́й согласованности

Цель этой проверки заключается в контроле скорости изменения мгновенных данных (выявление неправдоподобных всплесков или скачков значений или мертвой зоны, вызванных блокировкой датчиков).

a. Проверка максимально допустимой изменчивости мгновенного значения (ступенчатая проверка): если текущее мгновенное значение отличается от предыдущего на величину, превышающую определенный предел, или ступень, то в таком случае текущее мгновенное значение не соответствует критериям проверки и должно быть маркировано как сомнительное (подозрительное). Возможными пределами максимальной изменчивости (абсолютная величина разности между двумя последовательными величинами) могут быть следующие:

Параметр	*Предел для сомнительной величины*	*Предел для ошибочной величины*
Температура воздуха	3 °C	10 °C
Температура точки росы	2–3 °C; 4–5 °C [a]	4 °C
Температура поверхности грунта	5 °C	10 °C
Температура почвы на глубине 5 см	0,5 °C	1 °C
Температура почвы на глубине 10 см	0,5 °C	1 °C
Температура почвы на глубине 20 см	0,5 °C	1 °C
Температура почвы на глубине 50 см	0,3 °C	0,5 °C
Температура почвы на глубине 100 см	0,1 °C	0,2 °C
Относительная влажность	10 %	15 %
Атмосферное давление	0,5 гПа	2 гПа
Скорость ветра (2-минутное среднее значение)	10 м/с	20 м/с
Солнечная радиация (излучение)	800 Вт/м^2	1 000 Вт/м^2

[a] В случае прямого измерения температуры точки росы с помощью датчика должен использоваться нижний предел. Если точка росы рассчитывается по измерениям температуры воздуха и относительной влажности, рекомендуется более широкий предел (учитывая воздействие экрана, защищающего термометр и гигрометр). Экран обычно имеет разное время реагирования системы для температуры воздуха и водяного пара, и комбинация этих двух параметров может явиться причиной быстрых колебаний температуры точки росы, которые являются характерными для воздействия экрана во время быстрых колебаний температуры воздуха и относительной влажности, а не для ошибки датчика.

В случае экстремальных метеорологических условий может наблюдаться необычная изменчивость параметра(ов). В подобных обстоятельствах данные могут маркироваться как сомнительные, хотя и являются правильными. От них не отказываются, и они проходят последующую проверку во время расширенного контроля качества, осуществляемого в центре обработки данных, независимо от того, являются ли они правильными или неправильными.

b. Проверка минимальной требуемой изменчивости мгновенных значений в течение определенного периода (проверка инерционности) после измерения параметра в течение как минимум 60 минут. Если одноминутные значения не изменяются за последние 60 минут как минимум на величину, превосходящую определенный предел или пороговое значение, то в таком случае текущее одноминутное значение не соответствует критериям проверки. Возможными пределами минимально требуемой изменчивости могут быть следующие пределы:

i. Температура воздуха: 0,1 °C за последние 60 минут.
ii. Температура точки росы: 0,1 °C за последние 60 минут.
iii. Температура поверхности грунта: 0,1 °C за последние 60 минут.[1]
iv. Температура почвы может быть весьма стабильной, поэтому нет никакой минимальной требуемой изменчивости.
v. Относительная влажность: 1 % за последние 60 минут.[2]
vi. Атмосферное давление: 0,1 гПа за последние 60 минут.
vii. Направление ветра: 10 градусов за последние 60 минут.[3]
viii. Скорость ветра: 0,5 м/с за последние 60 минут.[3]

Если данная величина не соответствует критериям проверок временно́й согласованности, ее следует маркировать как сомнительную (подозрительную).

Весьма рекомендуется расчет, как минимум за последний одночасовой период, стандартного отклонения основных переменных, таких как температура, давление, влажность и ветер. Если стандартное отклонение параметра ниже допустимого минимума, все данные за этот период следует маркировать как сомнительные. В сочетании с испытанием инерционности стандартное отклонение является весьма хорошим средством для обнаружения заблокированного датчика, а также долгосрочного дрейфа датчика.

iii) Проверка внутренней согласованности

Основные алгоритмы, используемые для проверки внутренней согласованности данных, основаны на отношении между двумя параметрами. Следующие условия должны выполняться:

[1] Для температуры поверхности грунта за пределами интервала (-0,2 °C +0,2 °C). Тающий снег может вызвать изотермию, во время которой предел должен быть 0 °C (с учетом неопределенности измерения).

[2] Для относительной влажности < 95 % (необходимо учитывать неопределенность измерения).

[3] Для 10-минутного среднего значения скорости ветра за период > 0,1 м/с.

a. Температура точки росы ≤ температуре воздуха.
b. Скорость ветра = 00 и направление ветра = 00.
c. Скорость ветра ≠ 00 и направление ветра ≠ 00.
d. Порыв (скорость) ветра ≥ скорости ветра.
e. Оба элемента являются сомнительными[4], если общая облачность = 0, а количество осадков > 0.[5]
f. Оба элемента являются сомнительными[4], если общая облачность = 0, а продолжительность осадков > 0.[6]
g. Оба элемента являются сомнительными[4], если общая облачность = 100 %, а продолжительность солнечного сияния > 0.
h. Оба элемента являются сомнительными[4], если продолжительность солнечного сияния > 0, а солнечная радиация = 0.
i. Оба элемента являются сомнительными[4], если солнечная радиация > 500 Вт/м^2, а продолжительность солнечного сияния = 0.
j. Оба элемента являются сомнительными[4], если количество осадков > 0, а продолжительность осадков = 0.
k. Оба элемента являются сомнительными[4], если продолжительность осадков > 0, а метеорологическое явление является отличным от типа осадков.

Если данная величина не соответствует критериям проверок внутренней согласованности, ее следует маркировать как несогласующуюся.

Технический мониторинг всех жизненно важных компонентов АМС, включая датчики, является неотъемлемой частью системы обеспечения качества. Он предоставляет информацию о качестве данных через техническое состояние прибора и информацию о внутреннем состоянии измерительных средств. Соответствующей информацией следует обмениваться вместе с данными измерений; в случае сообщений BUFR по данным АМС технический мониторинг может осуществляться с помощью дескриптора BUFR 0 33 006 — Информация о состоянии внутренних измерений (АМС).

[4] Возможно использование только для данных за период не более 10–15 минут.

[5] Или больше минимального разрешения дождемера с учетом осаждения воды в виде росы и других факторов.

[6] За исключением снежной крупы, которая может выпадать при облачности = 0.

3. ПРОЦЕДУРЫ РАСШИРЕННОГО КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Процедуры расширенного контроля качества следует осуществлять в национальном центре обработки данных для проверки и подтверждения целостности данных; т. е. полноты данных, правильности данных и согласованности данных. Проверки, которые уже проводились на месте установки АМС, должны быть повторены в центрах обработки данных, но в более тщательной и сложной форме. Это должно включать, среди прочего, всесторонние проверки путем сравнения с физическими и климатологическими пределами, проверки временно́й согласованности для более продолжительного периода измерения, проверки логических связей между рядом переменных (внутренняя согласованность данных) и статистические методы анализа данных.

Предлагаемые величины пределов (проверки предела грубых ошибок) для скорости приземного ветра, температуры воздуха, температуры точки росы и давления на станции содержится в *Руководстве по глобальной системе обработки данных* (ВМО-№ 305), глава 6 — Процедуры контроля качества. Пределы могут корректироваться на основе более совершенных статистических климатологических данных и опыта. Помимо этого в упомянутой выше публикации также описаны проверки внутренней согласованности для приземных данных в тех случаях, когда разные параметры в сводке SYNOP проверяются путем сравнения друг с другом. В случае другого типа сводки для данных с АМС, такой как BUFR, необходимо еще раз определить соответствующие алгоритмы проверки; в случае BUFR должны быть переопределены соответствующие дескрипторы и кодовые таблицы/таблицы флагов BUFR.

Проверки внутренней согласованности данных

В результате проверки внутренней согласованности данных соответствующие величины могут маркироваться как несогласующиеся, сомнительные или ошибочные в тех случаях, когда только одна из них действительно является подозрительной или неправильной. Поэтому последующая проверка другими способами должна проводиться таким образом, чтобы только сомнительная или неправильная величина маркировалась соответствующим образом, а другая величина маркировалась как правильная.

По сравнению с основным контролем качества, проводимом на автоматической метеорологической станции, следует использовать большее количество категорий контроля качества, например: данные проверены (при основном контроле качества: данные маркированы как сомнительные, неправильные или несогласующиеся; при расширенном контроле качества: данные оценены

как правильные в результате использования других процедур проверки) и данные исправлены (при основном контроле качества: данные маркированы как неправильные или сомнительные данные; при расширенном контроле качества: данные исправлены в результате использования соответствующих процедур).

Разные параметры, указанные в сводке данных с АМС за N-минутный период (N ≤ 10–15 минут), проверяются путем сравнения друг с другом. В нижеследующем описании предлагаемые алгоритмы проверки разделены на области, в которых физические параметры тесно связаны. Символические названия параметров с соответствующими дескрипторами BUFR, используемыми в алгоритмах, объясняются в нижеследующей таблице.

a) Направление ветра и скорость ветра
Информация о ветре считается ошибочной в следующих случаях:
   i) направление ветра без какого-либо изменения, а скорость ветра ≠ 0;
   ii) направление ветра меняется, а скорость ветра = 0;
   iii) порыв (скорость) ветра ≤ скорости ветра.

b) Температура воздуха и температура точки росы
Информация о температуре считается ошибочной в следующих случаях:
   i) температура точки росы > температуры воздуха;
   ii) температура воздуха > температуры точки росы > 5 °C, а явления, ухудшающие видимость, из {1, 2, 3} (дескриптор BUFR 0 20 025).

c) Температура воздуха и текущая погода
Оба элемента считаются сомнительными, когда:
   i) температура воздуха > +5 °C, а тип осадков из {6, …, 12};
   ii) температура воздуха < -2 °C, а тип осадков из {2};
   iii) температура воздуха > +3 °C, а тип осадков из {3};
   iv) температура воздуха < -10 °C, а тип осадков из {3};
   v) температура воздуха > +3 °C, а явления, ухудшающие видимость, из {2} или (явления, ухудшающие видимость, из {1}, а характер явлений, ухудшающих видимость, из {4}) (дескрипторы BUFR 0 20 021, 0 20 025, 0 20 026).

d) Видимость и текущая погода
Значения параметров видимости и погоды считаются сомнительными, когда:
   i) явления, ухудшающие видимость, из {1, 2, 3}, а видимость > 1 000 м;
   ii) явления, ухудшающие видимость, из {7, 8, 9, 11, 12, 13}, а видимость > 10 000 м;
   iii) видимость < 1 000 м, а явления, ухудшающие видимость, не из {1, 2, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13} и тип осаодков не из {1, … , 14};
   iv) ухудшающие видимость явления = 7, а видимость < 1 000 м;
   v) видимость > 10 000 м, а тип осадков отсутствует, явления, ухудшающие видимость, отсутствуют и явление погоды отсутствует (дескрипторы BUFR 0 20 021, 0 20 023, 0 20 025).

e) Информация о текущей погоде и облачности
Информация об облачности и погоде считается сомнительной, когда общая облачность = 0, а тип осадков из {1, …, 11, 13, 14} или явление погоды из {2, 5, … , 10} (дескрипторы BUFR 0 20 021, 0 20 023).

f) Текущая погода и продолжительность осадков
Информация о текущей погоде и продолжительности осадков считается сомнительной, когда тип осадков из {1, … , 10, 13, 14}, а продолжительность осадков = 0; и тип осадков не из {1, … , 10, 13, 14}, а продолжительность осадков > 0 (дескриптор BUFR 0 20 021).

g) Информация об облачности и информация об осадках
Информация об облачности и осадках считается сомнительной, когда общая облачность = 0, а количество осадков > 0.[7]

h) Информация об облачности и продолжительность осадков
Информация об облачности и продолжительности осадков считается сомнительной, когда общая облачность = 0, а продолжительность осадков > 0.

i) Продолжительность осадков и другая информация об осадках
Данные об осадках считаются сомнительными, когда количество осадков > 0, а продолжительность осадков = 0.

j) Информация об облачности и продолжительность солнечного сияния
Информация об облачности и продолжительности солнечного сияния считается сомнительной, когда общая облачность = 100 процентам, а продолжительность солнечного сияния > 0.

Для каждой проверки, если проверенные величины не соответствуют критериям проверки внутренней согласованности, они должны быть маркированы как ошибочные или сомнительные (в зависимости от типа

[7] Или больше минимального разрешения дождемера, учитывая отложение воды в виде росы и т. д.

проверки) и несогласующиеся. Следует провести последующую проверку другими средствами, с тем чтобы только подозрительная/неправильная величина была соответственно маркирована, а другая величина была маркирована как правильная.

Символический идентификатор и соответствующий дескриптор BUFR (в качестве ссылки), используемые в алгоритмах контроля качества (a) – (j), приводятся ниже:

Символический идентификатор	*Дескриптор BUFR*
Направление ветра	0 11 001
Скорость ветра	0 11 002
Порыв (скорость) ветра	0 11 041
Температура воздуха	0 12 101
Температура точки росы	0 12 103
Общая облачность	0 20 010
Видимость	0 20 001
Тип осадков	0 20 021
Характер осадков	0 20 022
Продолжительность осадков	0 26 020
Метеорологическое явление	0 20 023
Явления, ухудшающие видимость	0 20 025
Характер явления, ухудшающего видимость	0 20 026

Для дальнейшей обработки данных необходимо сохранять результаты расширенного контроля качества данных вместе с информацией о том, каким образом осуществлялась обработка сомнительных или неправильных данных (используя сложную систему флажков). Выходная продукция системы контроля качества должна включать флажки контроля качества, которые показывают успешное или неудачное измерение, а также комплект кратких сообщений о датчиках.

Необходимо прилагать все усилия для заполнения пробелов данных, исправлять все ошибочные значения и проверять достоверность сомнительных данных, выявленных посредством применения процедур контроля качества в центре обработки данных.

4. МОНИТОРИНГ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

Процедуры контроля качества в реальном масштабе времени имеют свои ограничения и некоторые ошибки, такие как дрейф или погрешность датчика, а ошибки при передаче данных могут остаться незамеченными. Поэтому требуется осуществление мониторинга на сетевом уровне в центрах обработки метеорологических данных и сетевыми администраторами.

Эффективный мониторинг контроля качества в реальном масштабе времени, который является неотъемлемой частью системы контроля качества, должен включать проверки следующих элементов: полнота наблюдений на метеорологической станции; качество данных; полнота и своевременность сбора данных наблюдений в соответствующем центре.

Целью мониторинга контроля качества является выявление недостатков и ошибок, их мониторинг и осуществление надлежащих корректировочных процедур. Некоторые оценки могут и должны проводиться в реальном масштабе времени, а другие могут быть выполнены только после сбора достаточных данных за более длительный период.

Мониторинг контроля качества требует подготовки резюме и различных статистических данных. Поэтому необходимо создать систему мониторинга контроля качества для сбора различных статистических данных об ошибках наблюдений отдельных метеорологических переменных и показа результатов каждой проверки посредством серии флагов, а также выпуска ежечасных, ежесуточных, еженедельных, ежемесячных и ежегодных резюме следующих данных:

a) общего количества запланированных и проведенных наблюдений для каждой переменной (полнота данных);
b) общего количества наблюдений, которые не соответствовали критериям проверок контроля качества для каждой переменной (качество данных) в случае:
   i) проверки вероятного значения,
   ii) проверки временно́й согласованности,
   iii) проверки максимальной допустимой изменчивости мгновенных значений,
   iv) проверки минимальной требуемой изменчивости мгновенных значений,
   v) проверки внутренней согласованности,
   vi) процентной доли неудачных наблюдений (качество данных),
   vii) ошибок и пороговых значений для каждого неудачного наблюдения (причина неудачи),
   viii) среднеквадратической ошибки/средней ошибки/процента отрицательного результата неудачных наблюдений для каждой станции (суточных/недельных/месячных/годовых) (статистические показатели качества).

Высокий процент неудачных наблюдений на станциях объясняется, вероятнее всего, сбоями в работе аппаратных средств или программного обеспечения или некачественным техническим обслуживанием. Об этом необходимо сообщать сетевому администратору.

В рамках системы мониторинга контроля качества должны фиксироваться статистические данные мониторинга станции, касающиеся частоты и величины

ошибок наблюдений, которые имели место на каждой станции. Эти статистические данные дают информацию для цели мониторинга качества функционирования станции, локализации постоянных погрешностей или сбоев в проведении наблюдений, оценки повышения качества данных наблюдений, функционирования и технического обслуживания станции/сети.

Ссылки

Наставление по кодам (ВМО-№ 306), том I.2

Наставление по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования (ВМО-№ 485), том I

Наставление по Глобальной системе наблюдений (ВМО-№ 544), том I

Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений (ВМО-№ 8), седьмое издание, 2008 г.

Руководство по Глобальной системе обработки данных (ВМО-№ 305)

Automated Surface Observing System (ASOS) User's Guide (Автоматическая система приземных наблюдений (АСОС), руководство пользователя) www.nws.noaa.gov/asos/aum-toc.pdf

Implementing an Enhanced and Integrated Quality Assurance and Quality Control System within the MSC's New Data Management Framework (Реализация системы расширенного и комплексного обеспечения качества и контроля качества в рамках новой структуры управления данными МСК), L. Dale Boudreau, A. Zucconi. http://ams.confex.com/ams/Annual2006/techprogram/paper_100879.htm

Quality Management and Quality Assurance, Vocabulary, ISO 8402, International Organization for Standardization, Second Edition (Управление качеством и обеспечение качества, Словарь, ИСО 8402, Международная организация по стандартизации, второе издание)

Quality Control of Meteorological Observations, Automatic Methods Used in the Nordic Countries (Контроль качества метеорологических наблюдений, автоматические методы, используемые в странах Северной Европы), Report 8/2002, Flemming Vejen (ed) http://www.smhi.se/hfa_coord/nordklim/

ЧАСТЬ VII

МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ НАБЛЮДЕНИЙ

7.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Программой Всемирной службы погоды предусматривается проведение мониторинга оперативного функционирования ее различных компонентов, для того чтобы оценить их эффективность, выявить недостатки и принять меры по их устранению. Основной целью мониторинга Всемирной службы погоды является достижение общей эффективности и рентабельности Программы на глобальном, региональном и национальном уровнях.

В связи с тем, что функционирование трех основных элементов Всемирной службы погоды, а именно: Глобальной системы наблюдений, Глобальной системы обработки данных и прогнозирования и Глобальной системы телесвязи, тесно взаимосвязано, проводить мониторинг каждого элемента в отдельности невозможно. Поэтому для мониторинга Всемирной службы погоды в качестве комплексной системы в целях определения и быстрого устранения недостатков существенно важной является координация между всеми соответствующими центрами и Секретариатом ВМО.

План по мониторингу функционирования Всемирной службы погоды воспроизводится в *Наставлении по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485) и в *Наставлении по Глобальной системе телесвязи* (ВМО-№ 386). В соответствии с этим Планом мониторинг осуществляется как на оперативной, так и на неоперативной основе. В плане приводится объяснение этих терминов, а также процедура последующих действий.

7.2 ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ПРОЦЕДУР МОНИТОРИНГА

7.2.1 Количественный мониторинг функционирования Всемирной службы погоды

В рамках Программы Всемирной службы погоды Секретариат ВМО координирует три типа количественного мониторинга: ежегодный глобальный мониторинг, специальный мониторинг Главной сети телесвязи и мониторинг качества данных.

7.2.1.1 Ежегодный глобальный мониторинг

Ежегодный глобальный мониторинг осуществляется в октябре каждого года. Центрам Всемирной службы погоды предлагается провести мониторинг сводок SYNOP, TEMP, PILOT, CLIMAT и CLIMAT TEMP со станций региональной опорной синоптической сети в соответствии с обязанностями, принятыми в отношении обмена данными по Глобальной системе телесвязи:

a) национальные метеорологические центры должны осуществлять мониторинг данных по своей собственной территории;
b) региональные узлы телесвязи должны как минимум осуществлять мониторинг данных из своих соответствующих национальных метеорологических центров и, возможно, по своему собственному Региону;
c) мировые метеорологические центры и региональные узлы телесвязи, входящие в Главную сеть телесвязи, должны осуществлять мониторинг полного комплекта глобальных данных.

Ежегодно около 100 центров Всемирной службы погоды направляют результаты своего мониторинга в Секретариат ВМО через Интернет, на дискетах или в бумажном варианте.

Результаты ежегодного глобального мониторинга позволяют сравнивать поступление сводок, получаемых со станций региональной опорной синоптической сети в национальном метеорологическом центре, который отвечает за введение данных в Региональную сеть метеорологической телесвязи, в соответствующих региональных узлах телесвязи и в центрах Главной сети телесвязи. Различия между центрами в поступлении данных объясняются следующими основными причинами: различиями в требованиях к приему данных, недостатками в ретрансляции данных по Глобальной системе телесвязи, отсутствием мониторинга данных, различиями в осуществлении процедур мониторинга в центрах.

Ежегодный глобальный мониторинг характеризуется следующими ограничениями:

a) он предоставляет информацию по мониторингу за ограниченный период каждого года;
b) он предоставляет информацию на уровне сводки, но не обеспечивает информацию на уровне бюллетеня для станций региональной опорной синоптической сети;
c) различия в осуществлении процедур мониторинга в центрах приводят к различиям между центрами в отношении поступления сводок.

7.2.1.2 Специальный мониторинг Главной сети телесвязи

С целью дополнения ежегодного глобального мониторинга был внедрен специальный мониторинг Главной сети телесвязи. Учитывая ограниченные ресурсы, имеющиеся в центрах Всемирной службы погоды для осуществления деятельности в области мониторинга, было решено распределить рабочую нагрузку, связанную со специальным мониторингом Главной сети телесвязи, между центрами Главной сети телесвязи.

Одной из главных особенностей специального мониторинга Главной сети телесвязи является то, что комплекты сообщений, также именуемые необработанными данными, представленные разными центрами мониторинга Главной сети телесвязи, обрабатываются в центре предварительного анализа, единственного для каждого типа данных. Такая особенность связана с целью устранения расхождений в отношении поступления сообщаемых центрами мониторинга данных, вызванных различиями в осуществлении процедур мониторинга, как это имеет место и в отношении ежегодного глобального мониторинга, главным образом вследствие разных методов подсчета сводок. Целью предварительного анализа является подготовка файлов, имеющих структуру базы данных и содержащих информацию, извлеченную из всех комплектов сообщений, представленных центрами мониторинга. Файлы предварительного анализа представляют собой уникальный справочный материал для каждого типа данных, используемый для дальнейшего анализа. Преимущество специального мониторинга Главной сети телесвязи состоит в том, что всегда можно получить доступ к необработанным данным и прочитать полный текст бюллетеней в том виде, в котором он получен центрами мониторинга. Специальный мониторинг Главной сети телесвязи предоставляет полную информацию по мониторингу на уровнях сводки и бюллетеня для последующего анализа.

Специальный мониторинг Главной сети телесвязи проводится четыре раза в год: 1–15 января, апреля, июля и октября. Обязанности, взятые на себя центрами Главной сети телесвязи, изложены ниже в таблицах VII.1 и VII.2.

После получения всей соответствующей информации региональный узел телесвязи Тулуза и Секретариат проводят анализ результатов мониторинга.

Доступ к анализу результатов последних ежегодного глобального мониторинга и специального мониторинга Главной сети телесвязи можно получить по адресу: http://www.wmo.int/pages/prog/www/ois/monitor/index_en.html, где также можно найти дополнительную информацию о количественном мониторинге функционирования Всемирной службы погоды.

Проект комплексного мониторинга Всемирной службы погоды находится в стадии разработки и будет готов для использования в ближайшее время.

В вышеупомянутом Плане мониторинга функционирования Всемирной службы погоды говорится, что в контексте мониторинга Глобальная система наблюдений несет ответственность за обеспечение того, чтобы наблюдения проводились согласно предписанным стандартам, правильно кодировались и представлялись для передачи в установленные сроки. Таким образом, мониторинг Глобальной системы наблюдений по существу является вопросом контроля качества наблюдений. Основные правила контроля качества в рамках Глобальной системы наблюдений содержатся в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), том I, часть V. Подробные инструкции в отношении процедур

Таблица VII.1. Обязанности центров специального мониторинга Главной сети телесвязи

Комплект данных	*Центр, предоставляющий необработанные данные*	*Центр, готовящий предварительный анализ необработанных данных*
Приземные данные с фиксированных станций: сводки SYNOP	Алжир, Мельбурн, Оффенбах, Тулуза, Токио	Токио
Аэрологические данные с фиксированных станций: части A сводок TEMP, PILOT; предлагаемое расширение: данные с профилометра ветра в коде BUFR	Мельбурн, Найроби, Тулуза, Токио	Токио
Климатические данные: сводки CLIMAT и CLIMAT TEMP	Каир, Мельбурн, Нью-Дели, Тулуза	Каир
Данные с морских станций: сводки SHIP, TEMP SHIP, PILOT SHIP, BUOY, BATHY/TESAC/ TRACKOB reports	Каир, Мельбурн, Оффенбах, Тулуза	Оффенбах
Данные с воздушных судов: сводки AIREP и AMDAR, предлагаемое расширение: сводки с воздушных судов BUFR	Мельбурн, Найроби, Тулуза, Токио	Тулуза

Таблица VII.2. Данные, мониторинг которых осуществляется центрами Главной сети телесвязи

Тип данных	*T_1T_2*	*GGgg*
SYNOP	SM	0000, 0600, 1200, 1800
TEMP, PILOT	US	0000, 0600, 1200, 1800
CLIMAT	CS	Сводка за предыдущий месяц
CLIMAT TEMP	CU	Сводка за предыдущий месяц
SHIP	SM	0000, 0600, 1200, 1800
TEMP SHIP, PILOT SHIP	US	0000, 0600, 1200, 1800
BUOY	SS	Все бюллетени
BATHY/TESAC/TRACKOB	SO	Все бюллетени
AIREP	UA	Все бюллетени
AMDAR	UD	Все бюллетени

контроля качества, которые странам-членам предлагается соблюдать, изложены в части VI (приложение VI.2) настоящей публикации. Дополнительную информацию можно также найти в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), глава 1, часть III.

7.2.2 Мониторинг качества данных

7.2.2.1 Центры мониторинга

Для оценки качества данных ряд центров обработки данных сравнивают информацию, полученную в результате каждого из разнообразных типов наблюдений, с численным краткосрочным прогнозом в первой оценке. Центры-участники выпускают ежемесячные сообщения о различных данных наблюдений, которые характеризуются неизменно низким качеством (таблица VII.3). Этими перечнями сомнительных данных участвующие центры обмениваются между собой, и их передают стране, из которой поступают данные, для устранения недостатков. В целях содействия этой деятельности назначены национальные координаторы. Благодаря этой обратной связи повышается качество данных наблюдений и в конечном итоге качество первичных анализов и прогнозов по моделям.

Комиссия по основным системам создала ведущие центры (таблица VII.4) для координации результатов мониторинга конкретных типов наблюдений. Ведущие центры выпускают каждые полгода сводные отчеты о наблюдениях с данными неизменно низкого качества. Эти отчеты известны также как перечни сомнительных данных.

7.2.2.2 Процедуры и форматы для обмена результатами мониторинга

Разработаны, регулярно обновляются и публикуются в *Наставлении по Глобальной системе обработки данных и прогнозирования* (ВМО-№ 485), том I, приложение II.9,

Таблица VII.3. Центры мониторинга качества данных

Центр	*Отчет*
Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды	Ежемесячный отчет, содержащий ежемесячные перечни сомнительных данных морских, радиозондовых наблюдений, наблюдений с воздушных судов и спутниковых наблюдений
Региональный специализированный метеорологический центр Бракнелл Региональный специализированный метеорологический центр Монреаль Региональный специализированный метеорологический центр Токио	Ежемесячный отчет, содержащий ежемесячные перечни сомнительных данных наземных, морских, радиозондовых наблюдений, наблюдений с воздушных судов и спутниковых наблюдений
Мировой метеорологический центр Мельбурн	Ежемесячный отчет, содержащий ежемесячные перечни сомнительных данных наземных, морских и радиозондовых наблюдений
Региональный специализированный метеорологический центр Оффенбах	Ежемесячный отчет, содержащий ежемесячные перечни сомнительных данных наземных наблюдений
Региональный специализированный метеорологический центр Тулуза	Ежемесячный отчет, содержащий ежемесячные перечни сомнительных данных наземных, морских, радиозондовых наблюдений, наблюдений с воздушных судов и спутниковых наблюдений

Таблица VII.4. Ведущие центры для координации результатов мониторинга

Центр	*Тип данных*	*Сфера ответственности*
Мировой метеорологический центр Вашингтон	Данные с воздушных судов и спутниковые данные	Глобальная
Региональный специализированный метеорологический центр Европейский центр среднесрочных прогнозов погоды	Аэрологические данные	Глобальная
Региональный специализированный метеорологический центр Бракнелл	Данные приземных морских наблюдений	Глобальная
Региональный специализированный метеорологический центр Найроби	Данные приземных наблюдений на суше	Региональная ассоциация I
Региональный специализированный метеорологический центр Токио	Данные приземных наблюдений на суше	Региональная ассоциация II
Региональный специализированный метеорологический центр Буэнос-Айрес	Данные приземных наблюдений на суше	Региональная ассоциация III
Региональный специализированный метеорологический центр Монреаль	Данные приземных наблюдений на суше	Региональная ассоциация IV
Мировой метеорологический центр Мельбурн	Данные приземных наблюдений на суше	Региональная ассоциация V
Региональный специализированный метеорологический центр Оффенбах	Данные приземных наблюдений на суше	Региональная ассоциация VI

процедуры и форматы обмена результатами мониторинга для приземных и аэрологических данных, включая морские данные, данные с воздушных судов и спутниковые данные. Выпускаемые каждые шесть месяцев сводные отчеты с перечнями сомнительных данных распространяются среди стран-членов, с тем чтобы они могли, в случае необходимости, устранить недостатки. Эти страны-члены/агентства сообщают затем ведущим центрам и Секретариату ВМО об предпринятых ими мерах.

Дополнительную информацию о мониторинге качества данных, процедурах мониторинга, типах отчетов можно найти по адресу: http://www.wmo.int/pages/prog/www/DPS/Monitoring-home/mon-index.htm.

Ссылки

Наставление по Глобальной системе обработки данных и прогнозироания (ВМО-№ 485)
Наставление по Глобальной системе наблюдений (ВМО-№ 544)
Наставление по Глобальной системе телесвязи (ВМО-№ 386)

ЧАСТЬ VIII

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ

8.1 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Основной целью современного управления качеством является контроль не только итоговой продукции, но также и всего процесса в целом. Фундаментальным подходом к проблеме качества является цикл повышения качества, который включает в себя четыре этапа: подготовку и планирование; реализацию продукции; проверку результатов, имея при этом в виду, помимо прочего, удовлетворенность пользователей; а также реакцию на эту информацию с целью совершенствования дальнейших действий.

Качество систем наблюдений можно оценивать путем сравнения потребностей пользователей и способности систем их удовлетворять. Более подробная информация содержится в части II настоящего *Руководства*.

8.2 СТРУКТУРА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

В принятой резолюции 27 (Кг-XIV) — Управление качеством, Четырнадцатый конгресс постановил, что ВМО следует осуществлять работу по созданию структуры управления качеством, предназначенной для национальных метеорологических служб, которая будет в конечном итоге включать и развивать следующие различные, но связанные элементы: технические стандарты ВМО; систему(ы) управления качеством, включая контроль качества; и процедуру(ы) сертификации.

Элементы существующей структуры управления качеством соответствуют следующим основным целям ВМО:

a) обеспечение надлежащего единообразия и стандартизации практики и процедур, используемых национальными метеорологическими службами;
b) обеспечение качества данных наблюдений, поскольку эффективность любой национальной метеорологической службы зависит от качества данных и продукции, обмен которыми осуществляется через системы ВМО;
c) обеспечение поступления в полном объеме данных наблюдений для всех целей, особенно для численного прогнозирования погоды.

Что касается Глобальной системы наблюдений, то эти цели реализуются посредством:

a) обширной системы документально оформленных стандартов и рекомендуемых практики и процедур, которые странам-членам необходимо или желательно соблюдать. Их описание содержится в *Наставлении по Глобальной системе наблюдений* (ВМО-№ 544), настоящем *Руководстве* и в других публикациях;
b) разных уровней процедур контроля качества данных метеорологических наблюдений (наблюдательная площадка, центры сбора, контроль до передачи через центры Глобальной системы телесвязи и центры Глобальной системы обработки данных и прогнозирования);
c) разнообразных систем для мониторинга поступления данных наблюдений (статистические данные, касающиеся поступления сводок наблюдений в нереальном масштабе времени, мониторинг в реальном масштабе времени на глобальной основе в ведущих центрах);
d) деятельности по учебной подготовке персонала, эксплуатирующего разные компоненты Глобальной системы наблюдений (учебные курсы, региональные учебные центры).

Структура управления качеством ВМО должна обеспечивать предоставление соответствующих заблаговременных и постоянных рекомендаций странам-членам, касающихся разработки их систем управления качеством. Согласно заявлению Исполнительного Совета на его пятьдесят шестой сессии структура управления качеством ВМО должна уделять главное внимание техническим аспектам функционирования национальных метеорологических служб.

8.3 ТЕХНИЧЕСКИЕ СТАНДАРТЫ ВМО В КАЧЕСТВЕ СПРАВОЧНОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ

Процедуры и практика, описание которых содержится в *Техническом регламенте* (ВМО-№ 49), обеспечивают базовый материал для использования в качестве справочного в национальных системах управления качеством. Эта публикация также содержит определенные требования к качеству, описание практики и процедур, касающихся контроля качества и обеспечения качества.

8.4 СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ

Согласно терминологии и определениям ИСО 9001 система управления качеством — это система управления

организацией и ее контроля с точки зрения обеспечения качества. Идея системы управления качеством ИСО основана на принципе, согласно которому качество итоговой продукции организации зависит от качества функционирования каждого из звеньев технологической цепочки.

Система управления качеством определяет конкретные процедуры, процессы и ресурсы, необходимые для соблюдения конкретного стандарта. Стандарт ИСО 9001 устанавливает требования к подобной системе.

Конечной целью системы управления качеством является поощрение и поддержка постоянного повышения качества предоставляемого обслуживания и выпускаемой продукции.

Система управления качеством представляет собой набор правил, процедур и практики, которые организация решает соблюдать для достижения своих целей, связанных с качеством своей продукции. Для обеспечения достижения этих целей весьма важно использовать для каждой конкретной задачи четкие и однозначные процедуры.

В Глобальной системе наблюдений необходимо ясно и точно определить отдельные процессы в рамках системы управления качеством для опорных сетей наблюдений и критерии для контроля их качества, включая процедуру мониторинга и, там где это применимо, для контроля качества процессов или различных функций систем наблюдений. Следует уделять больше внимания руководящим указаниям в отношении управления сетями станций наблюдений и подсистемами наблюдений.

Предоставление данных наблюдений хорошего качества невозможно без системы управления качеством. Соответствующая система управления качеством должна функционировать на постоянной основе во всех точках всей системы наблюдений от этапов планирования и установки, проведения операций, технического обслуживания и инспекции, тестирования и калибровки, мониторинга качества и функционирования, подготовки кадров и образования до предварительной обработки, распространения, обработки и архивирования данных; при этом неотъемлемыми частями этой цепочки являются обратная связь и осуществление последующих мер.

Общими требованиями ИСО 9001, применимыми к Глобальной системе наблюдений, являются следующие:

a) определение процессов, необходимых для системы управления качеством;
b) определение последовательности и взаимодействий этих процессов;
c) установление критериев и методов, необходимых для обеспечения функционирования этих процессов и их контроля;
d) обеспечение ресурсов и информации, необходимых для содействия управлению этими процессами и их функционированию;
e) мониторинг, измерение и анализ этих процессов;
f) принятие мер, необходимых для достижения запланированных результатов и постоянного улучшения этих процессов.

Дополнительную информацию об управлении качеством можно найти в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдений* (ВМО-№ 8), часть III, глава 1.

Определения

Обеспечение качества: часть управления качеством, главным элементом которой является обеспечение уверенности в том, что требования к качеству будут выполнены; включает всю запланированную и систематическую деятельность, осуществляемую в рамках системы качества, с тем чтобы были выполнены требования к качеству продукции или обслуживания.

Контроль качества: часть управления качеством, главным элементом которой является выполнение требований к качеству; включает все оперативные методы и виды деятельности, используемые для выполнения требований в отношении качества.

Качество: степень, в которой набор присущих характеристик соответствует требованиям.

Управление качеством: скоординированная деятельность по управлению организацией и ее контролю, связанная с обеспечением качества.

Система управления качеством: средства управления для руководства организацией и ее контроля в отношении обеспечения качества.

Политика в области качества: основные направления и цели организации в области качества, которые были официально выражены руководством.

Ссылки

Пояснительный циркуляр по Структуре управления качеством ВМО: http://www.wmo.int/pages/prog/amp/QMF-Web/Documentation/Other/QMF-circ_ru.pdf

Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдений (ВМО-№ 8), седьмое издание, 2008 г.

Структура управления качеством: http://www.wmo.int/pages/prog/amp/QMF-Web/home.html

ДОПОЛНЕНИЕ

АКРОНИМЫ

ААПП	Пакет программ для предварительной обработки данных УРОВР и АТОВС
ААТСР	Усовершенствованный радиометр со сканированием в продольном относительно трассы направлении
АДМ	Передовые методы распространения
АИРЕП	Составляемые вручную донесения с борта (воздушного судна)
АИРС	Прибор для зондирования атмосферы в ИК-диапазоне
АКАРС	Система связи воздушных судов для адресации и передачи сообщений
АКВА	Спутник НАСА для наблюдений за Землей на послеполуденной орбите
АМДАР	Система передачи метеорологических данных с самолета
АМС	Автоматическая метеорологическая станция
АПТ	Автоматическая передача изображений
АРГОС	Система ретрансляции и определения местоположения платформ, установленная на спутниках НУОА
АСАП	Программа автоматизированных аэрологических измерений с борта судна
АСДАР	Система сбора и ретрансляции данных с воздушного судна через спутник
АСКАТ (ASCAT)	Усовершенствованный скаттерометр
АТОВС	Усовершенствованный прибор ТАЙРОС для оперативного вертикального зондирования
АХРПТ	Усовершенствованная ХРПТ
ВЕФАКС	Узкополосная аппаратура факсимиле для передачи метеокарт
ВМО	Всемирная Метеорологическая Организация
ВСП	Всемирная служба погоды
ГЕО	Геостационарная орбита
ГЕОСАР	Географический радиолокатор с синтезированной апертурой
ГЛОСС	Глобальная система наблюдений за уровнем моря
ГМС	Геостационарный метеорологический спутник
ГОЕС	Геостационарный оперативный спутник для исследований окружающей среды
ГОМС	Геостационарный оперативный метеорологический спутник
ГСН	Глобальная система наблюдений
ГСОДП	Глобальная система обработки данных и прогнозирования
ГСОМ	Глобальная система определения местоположения
ГСТ	Глобальная система телесвязи
ДЖАКСА	Японское агентство аэрокосмических исследований
ЕАРС	Служба ретрансляции данных АТОВС спутников ЕВМЕТСАТ
ЕВМЕТСАТ	Европейская организация по эксплуатации метеорологических спутников
ЕКА	Европейское космическое агентство
ИАСИ (IASI)	Интерферометр зондирования атмосферы в инфракрасном диапазоне
ИКАО	Международная организация гражданской авиации
ИМД	Департамент метеорологии Индии
ИНСАТ	Индийский национальный спутник
КМА	Китайская метеорологическая администрация
КМА	Корейская метеорологическая администрация
КНЕС	Национальный центр космических исследований (Франция)
КОМС	Связные, океанографические и метеорологические спутники
КОСПАС	Космическая система поиска аварийных судов
КХРПТ	Китайский ХРПТ
ЛОРАН-С	Система дальней радионавигации
ЛРД	Низкоскоростная передача данных (спутники НПОЕСС)
ЛРПТ	Низкоскоростная передача изображений
Метеор	Серия спутников на полярной орбите (Российская Федерация)
Метеосат	Серия метеорологических геостационарных спутников
Метоп	Метеорологический оперативный спутник
МОДИС	Спектрорадиометр для получения изображений среднего разрешения

МОК	Межправительственная океанографическая комиссия
МПТ	Передача изображений среднего разрешения
МСВ	Международное скоординированное время
МТСАТ	Многофункциональный транспортный спутник
НАВАИД	Навигационное средство
НАСА	Национальное управление по аэронавтике и исследованию космического пространства (США)
НЕСДИС	Национальная служба по информации, данным и спутникам для исследования окружающей среды
НКАК	Национальная космическая администрация Китая
НОО	Низкая околоземная орбита
НОС	Низкоорбитальный спутник
НПОЕСС	Национальная система оперативных полярно-орбитальных спутников для наблюдения за окружающей средой
НУОА	Национальное управление по исследованию океанов и атмосферы (США)
ОВЧ	Очень высокая частота
ППЗ	Прямая передача данных зондирования
ПСД	Платформа сбора данных
РАРС	Региональные службы ретрансляции данных АТОВС
Росгидромет	Федеральная служба России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды
Роскосмос	Федеральное космическое агентство (Российская Федерация)
РП	Радиопеленгация
САРСАТ	Спутниковая поисково-спасательная система
СЕВИРИ	Вращающийся зонд с улучшенным обзором в видимом и инфракрасном диапазонах
СИТА	Международное общество авиационной электросвязи
СМД/И (SSM/I)	Специальный микроволновый датчик/формирователь изображений
СМСВ	Среднее местное солнечное время
ССД	Система сбора данных
ТАЙРОС	Оперативный спутник для наблюдений в видимом и ИК-диапазонах спектра
ТЕРРА	Спутник НАСА для наблюдений за Землей на утренней орбите
ТОВС	Прибор ТАЙРОС для оперативного вертикального зондирования
УВЧ	Ультравысокая частота
УРОВР (AVHRR)	Усовершенствованный радиометр очень высокого разрешения
ФЮ-1, 2, 3 (FY-1, 2, 3)	Геостационарный метеорологический спутник (Китай)
ХРД	Высокоскоростная передача данных
ХРПТ	Передача графической информации высокого разрешения
ЭНВИСАТ	Спутник для изучения окружающей среды
ЮНЕСКО	Организация Объединенных Наций по вопросам образования, науки и культуры
ЯМА	Японское метеорологическое агентство
ЯСОН	Спутник для изучения топографии океана, аналогичный ТОПЕКС/ПОСЕЙДОН

AMSU (АМСУ)	Усовершенствованный микроволновый радиометр
ASCAT (АСКАТ)	Усовершенствованный скаттерометр
AVHRR (УРОВР)	Усовершенствованный радиометр очень высокого разрешения
EGM	Гравитационная модель Земли
GOME	Спектрометр, работающий в УФ и видимом диапазонах
GRAS	Приемник данных зондирования атмосферы ГНСС
GVAR	Изменяемый формат передачи информации с ГОЕС
HIRS (ХИРС)	Инфракрасный зонд с высокой разрешающей способностью
HRI	Изображения высокого разрешения
HRIT	Передача информации с высокой скоростью
IASI (ИАСИ)	Интерферометр зондирования атмосферы в инфракрасном диапазоне
LRIT	Низкоскоростная передача информации (стандарт для геостационарных спутников)
MHS	Микроволновый зонд влажности
SBUV	Спектральный радиометр для исследования обратного рассеяния солнечного УФ-излучения
S-VISSR	Радиометр вращательного сканирования в видимом и ИК-диапазонах с растянутым диапазоном (углом)
VIS	Видимый
WGS	Мировая геодезическая система

P-OBS_92074

www.wmo.int