



Руководство по автоматическим системам метеорологического наблюдения на аэродромах

**Агентство Гражданской Авиации
Республики Узбекистан**

Код документа:

Редакция / Ревизия:

Дата вступления в силу:

ОГЛАВЛЕНИЕ

	<i>Страница</i>
Глава 1. Введение.....	1-1
Глава 2. Пояснение терминов	2-1
Глава 3. Ветер	3-1
3.1 Введение	3-1
3.2 Методы измерения	3-1
3.3 Алгоритмы и сообщение данных	3-2
3.4 Источники ошибок и техническое обслуживание	3-7
3.5 Калибровка и техническое обслуживание	3-8
3.6 Места измерений	3-9
Глава 4. Видимость	4-1
4.1 Введение	4-1
4.2 Методы измерения	4-2
4.3 Алгоритмы и сообщение данных	4-3
4.4 Источники ошибок	4-6
4.5 Калибровка и техническое обслуживание	4-6
4.6 Места измерений	4-7
Глава 5. Дальность видимости на ВПП	5-1
5.1 Введение	5-1
5.2 Представление данных в METAR/SPECI	5-1
Глава 6. Текущая погода.....	6-1
6.1 Введение	6-1
6.2 Методы измерения	6-2
6.3 Ограничения приборов	6-4
6.4 Алгоритмы и сообщение данных	6-5
6.5 Источники ошибок	6-12
6.6 Калибровка и техническое обслуживание	6-13
6.7 Места измерений	6-13
Глава 7. Облачность	7-1
7.1 Введение	7-1
7.2 Методы измерения	7-1
7.3 Алгоритмы и сообщение данных	7-3
7.4 Источники ошибок	7-5
7.5 Калибровка и техническое обслуживание	7-8
7.6 Места измерений	7-9

Глава 8. Температура воздуха и температура точки росы	8-1
8.1 Введение	8-1
8.2 Методы измерения	8-1
8.3 Источники ошибок	8-3
8.4 Места измерений	8-4
Глава 9. Давление	9-1
9.1 Введение	9-1
9.2 Алгоритмы	9-1
9.3 Источники ошибок	9-2
9.4 Калибровка и техническое обслуживание	9-3
9.5 Места измерений	9-3
Глава 10. Дополнительная информация	10-1
Глава 11. Комплексные измерительные системы	11-1
11.1 Категории комплексных измерительных систем	11-1
11.2 Расчет метеорологических параметров	11-3
11.3 Архивирование данных	11-3
11.4 Методы сбора данных	11-6
11.5 Проверка рабочих характеристик и техническое обслуживание	11-6
11.6 Частота выпуска	11-7
Глава 12. Дистанционное зондирование	12-1
12.1 Введение	12-1
12.2 Методы измерения и потенциальные возможности	12-1
Глава 13. Обеспечение качества	13-1
Добавление А. Алгоритмы	Доб А-1
Добавление В. Определение технических характеристик метеорологических приборов для автоматических систем метеорологического наблюдения	Доб В-1
Добавление С. Библиография	Доб С-1

Глава 1

ВВЕДЕНИЕ

1.1 Целью настоящего руководства является оказание помощи в проектировании или усовершенствовании автоматических систем измерения для аэропортов и обеспечении понимания характеристик и ограничений таких систем. Указанное руководство также затрагивает вопросы контроля эксплуатационных характеристик и технического обслуживания, а также поддержания оптимальных эксплуатационных условий.

1.2 Главы в настоящем руководстве построены в соответствии с типом параметров и представлены в том же порядке, что и в Приложении 3 *"Метеорологическое обеспечение международной авионавигации"*, глава 4 и добавление 3.

1.3 В задачу настоящего руководства не входит описание всех возможных методов измерения; в *Руководстве ВМО по метеорологическим приборам и методам наблюдения* (ВМО – № 8), которое регулярно рассматривается и по мере необходимости пересматривается, приводится подробное описание этих методов. В настоящем документе учитывается указанное руководство, но содержится описание только тех аспектов, которые представляются полезными или характерными для сферы авиационной метеорологии.

1.4 В *Руководстве по практике наблюдения за дальностью видимости на ВПП и передачи сообщений о ней* (Doc 9328) приводится описание всех аспектов, касающихся дальности видимости на ВПП (RVR) и, в значительной степени, видимости. Поэтому в настоящем руководстве указанные элементы подробно не рассматриваются.

1.5 Автоматическое наблюдение за облачностью и текущей погодой является, в частности, областью, определяемой достижениями научно-технического прогресса. Используемые алгоритмы постоянно развиваются, что создает трудности для их какой-либо значимой стандартизации. В результате в настоящем руководстве указаны лишь основные принципы.

Глава 2

ПОЯСНЕНИЕ ТЕРМИНОВ

Примечание. Проводимые ниже пояснения в целом основаны на принятых научных определениях, некоторые из которых были упрощены для оказания помощи неспециалистам. Утвержденные определения ИКАО отмечены звездочкой (*), а опубликованные ВМО определения ¹ – двумя звездочками (**). В соответствующих случаях в скобках указаны единицы измерения.

Атмосферное давление. Давление (сила на единицу площади), оказываемое атмосферой на любую поверхность в силу своего веса; оно эквивалентно весу вертикального столба воздуха, простирающегося над поверхностью, равной единице площади, до внешней границы атмосферы (гектопаскаль, гПа).

Видимость.* Видимость для авиационных целей представляет собой наибольшую из следующих величин:

- а) наибольшее расстояние, на котором можно различить и опознать черный объект приемлемых размеров, расположенный вблизи земли, при его наблюдении на светлом фоне;
- б) наибольшее расстояние, на котором можно различить и опознать огни силой света около 1000 кд на неосвещенном фоне.

Примечание. Эти два расстояния имеют различные значения в воздухе с заданным коэффициентом ослабления, причем последнее б) зависит от освещенности фона, а первое а) характеризуется метеорологической оптической дальностью (MOR).

Визуальный порог освещенности (E_T). Наименьшая освещенность, при которой можно видеть небольшой точечный источник света (люкс, лк).

Дальность видимости на ВПП (RVR).* Расстояние, в пределах которого пилот воздушного судна, находящегося на осевой линии ВПП, может видеть маркировочные знаки на поверхности ВПП или огни, которые ограничивают ВПП или обозначают ее осевую линию (метры, м).

Датчик текущей погоды. Датчик, измеряющий физические параметры атмосферы и рассчитывающий ограниченный перечень состояний текущей погоды, который всегда включает явления текущей погоды, связанные с осадками.

Закон Алларда. Уравнение, связывающее освещенность (E), создаваемую точечным источником света с интенсивностью (I) в атмосфере с прозрачностью (T) на плоскости, перпендикулярной линии зрения и расположенной на расстоянии (x) от источника света.

Примечание. Применяется для вычисления дальности видимости огней.

Закон Кошмидера. Соотношение между видимым яркостным контрастом (C_x) объекта, визуально наблюдаемого на расстоянии на фоне горизонта, и его собственным яркостным контрастом (C_0), т. е. яркостным контрастом, который будет иметь данный объект на фоне горизонта при наблюдении с очень близкого расстояния.

Примечание. Применяется к определению дальности видимости объектов днем.

Измеритель дождевых капель (дисдрометр). Прибор, используемый для захвата жидких гидрометеоров и расчета распределения их диаметров.

Измеритель рассеяния. Прибор для оценки показателя ослабления интенсивности света путем измерения светового потока, рассеянного за пределы луча света находящимися в атмосфере частицами.

Интенсивность осадков. Показатель количества осадков, скопившихся за единицу времени. Интенсивность указывается как слабая, умеренная или сильная. Каждая категория интенсивности определяется применительно к типу осадков и основывается на темпах выпадения осадков.

Истинное направление ветра. Направление, откуда дует ветер, измеренное по часовой стрелке от истинного севера.

Количество облачности. Часть неба, покрытая облаками определенного типа, вида, разновидности, слоя или их сочетанием.

Конвективное облако. Кучевообразные облака, образующиеся в атмосферном слое, который характеризуется неустойчивостью, вызванной нагреванием нижней или охлаждением верхней границы облаков.

Коэффициент пропускания (t_b). Пропускаемость в пределах оптической траектории заданной длины b в атмосфере (безразмерная величина).

Магнитное направление ветра. Направление, откуда дует ветер, относительно магнитного севера. Магнитные направления ветра используются при производстве полетов воздушных судов, что обусловлено магнитной системой отсчета применительно к аэронавигационным средствам (градус).

Метеорологическая оптическая дальность (MOR).** Длина пути в атмосфере, создающая ослабление светового потока в коллимированном пучке от лампы накаливания при цветовой температуре 2700 К до 0,05 его первоначального значения; при этом световой поток оценивается по функции фотометрической яркости, которая определена Международной комиссией по светотехнике (МКС) (метр, м, или километр, км).

Примечание. Отношение между метеорологической оптической дальностью и показателем ослабления (при пороге чувствительности глаза $\varepsilon = 0,05$) с использованием закона Кошмидера выражается в виде $MOR = -\ln(0,05)/\sigma \approx 3/\sigma$. При определенных условиях MOR соответствует видимости (см. "Видимость").

Метеорологическая РЛС. РЛС, приспособленная для метеорологических целей. Для определения расстояния, размера, формы, местоположения, движения и состояния (жидкое и твердое), а также интенсивности осадков используется рассеяние электромагнитных волн длиной от нескольких миллиметров до нескольких сантиметров дождевыми каплями и каплями облаков. Еще одним видом применения является определение явлений в ясном небе за счет рассеяния насекомыми, птицами и т. д. и изменений показателя преломления.

Нижняя граница облаков. Наименьший уровень облака или облачного слоя (метры, м, или футы, фут).

Облакомер. Прибор для измерения высоты нижней границы облачного слоя с самописцем или без него. Измерение осуществляется путем расчета времени возврата импульса лазерного света, отраженного от нижней границы облаков.

Освещенность (E).** Световой поток, приходящийся на единицу площади (люкс, лк).

Показатель ослабления (σ).** Пропорциональная величина ослабления светового потока в коллимированном пучке от лампы накаливания при цветовой температуре 2700 К при прохождении его в атмосфере на единицу расстояния (на 1 метр, m^{-1}).

Примечание. Данный показатель является мерой ослабления светового потока, вызванного поглощением и рассеянием света.

Преобладающая видимость.* Наибольшее значение видимости, наблюдаемой в соответствии с определением термина "видимость", которое достигается в пределах, по крайней мере, половины линии горизонта либо в пределах, по крайней мере, половины поверхности аэродрома. Обозреваемое пространство может включать в себя смежные или несмежные секторы (метры, м, или километры, км).

Примечание. Это значение может определяться путем визуального наблюдения, и/или с помощью инструментальных систем. В тех случаях, когда приборы установлены, они используются для наилучшей оценки преобладающей видимости.

Пропускаемость, прозрачность (или коэффициент пропускания) (T). Часть светового потока, которая сохраняется в луче после прохождения оптической траектории в атмосфере на единицу расстояния (безразмерная величина).

Сеть детекторов молний. Сеть детекторов молний, передающих информацию в реальном масштабе времени на центральную ЭВМ, которая определяет местонахождение вспышек молний путем комбинирования данных, получаемых от каждого детектора.

Сила света (интенсивность света) (I).** Световой поток, приходящийся на единицу телесного угла (кандела, кд).

Специально выделенный дисплей. Дисплей, связанный с датчиком и предназначенный для прямого наглядного отображения эксплуатационных переменных.

Текущая погода. Метеорологические условия, существующие на станции во время наблюдения.

Температура воздуха. Температура, показываемая термометром, который подвергается воздействию воздуха в месте, защищенном от прямого солнечного излучения (градусы Цельсия, °C).

Температура точки росы. Температура, до которой должен быть охлажден определенный объем воздуха при постоянном давлении и постоянной влажности, чтобы достичь предела насыщения; любое дальнейшее охлаждение вызывает конденсацию (градусы Цельсия, °C).

Трансмиссометр. Прибор, который осуществляет непосредственные измерения коэффициента пропускания (прозрачности) атмосферы между двумя точками в пространстве, т. е. вдоль определенной длины траектории или базисной линии.

Яркостный контраст (C). Отношение разности значений яркости объекта и его фона к значению яркости фона (безразмерная величина).

Яркость (фотометрическая яркость) (L). Сила света, приходящаяся на единицу площади освещаемой поверхности в заданном направлении (кандела на квадратный метр, кд/м²).

QFE. Атмосферное давление на уровне превышения аэродрома (или порога ВПП) (гектопаскаль, гПа).

QNH. Установка вспомогательной шкалы высотомера для получения превышения при нахождении на земле (гектопаскаль, гПа).

Глава 3

ВЕТЕР

3.1 ВВЕДЕНИЕ

3.1.1 Ветер оказывает непосредственное влияние на воздушное судно. При планировании строительства новой взлетно-посадочной полосы учитывается направление преобладающего ветра. Составляющие встречного ветра определяют направление взлета и посадки, а сила бокового ветра вынуждает пилота делать поправки на снос.

3.1.2 Важной характеристикой ветра является его изменчивость во времени и пространстве. Пилоты должны быть осведомлены об условиях местного ветра в аэропорту, особенно при заходе на посадку и вылете. Изменчивость во времени обуславливает необходимость определения нескольких параметров, относящихся к ветру: средняя, минимальная и максимальная величины. Изменчивость в пространстве в основном связана с изменчивостью во времени и может, например, привести к относительному перемещению порывов ветра (наподобие ряби на водной поверхности). Она также может быть связана с воздействием местности аэродрома или его окрестностей, либо с наличием препятствий. По этой причине в Приложении 3 *"Метеорологическое обеспечение международной авионавигации"* содержится рекомендация о том, чтобы наблюдения за ветром для составления местных сводок были репрезентативными для зоны приземления (для прибывающих воздушных судов) и для условий вдоль ВПП (для вылетающих воздушных судов), что иногда приводит к установлению нескольких датчиков.

3.2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

3.2.1 Измерение параметров ветра для целей аэродромных операций осуществляется с помощью анемометров. Наиболее распространенными из анемометров с крыльчатками являются чашечные анемометры или анемометры с мельничкой, скорость вращения которых синхронна со скоростью ветра; они связаны с флюгерами. Технические характеристики таких приборов четко определены в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдения* (ВМО – № 8). Для таких приборов константа времени равна константе расстояния (являющейся одной из характеристик анемометра), деленной на скорость ветра. Для классической константы расстояния 5 м константа времени при скорости 10 м/с (20 уз) составляет 0,25 с. Таким образом, с помощью чашечного анемометра или анемометра с мельничкой можно легко измерить экстремальные значения скорости ветра за 3-секундный период, как это рекомендовано в Приложении 3 и сборнике ВМО – № 8.

3.2.2 Кроме того, существуют также статические пленочные термоанемометры и ультразвуковые датчики. Наличие на рынке ультразвуковых анемометров, однако, возрастает, поскольку в них отсутствуют движущиеся механические части и они являются технически более сложными и могут избавляться от льда лучше, чем большинство вращающихся датчиков. Ультразвуковые датчики также имеют короткую константу времени и способны производить большое число замеров в секунду. Однако при этом важно интегрировать данные этих измерений за 3-секундный период для пиковых значений скорости и направления с тем, чтобы указанные пиковые величины не зависели от выбранной частоты измерений.

3.3 АЛГОРИТМЫ И СООБЩЕНИЕ ДАННЫХ

Примечание. Понимая, что все указанные элементы требуется включать в местные регулярные сводки, местные специальные сводки и в сообщения METAR и SPECI, в случае временного отказа полностью автоматизированной системы метеонаблюдения/датчика, что делает невозможным передачу сообщения о приземном ветре, группа, в которой в сводке должен стоять кодированный показатель приземного ветра, должна быть заменена соответствующим количеством косых черточек. Такая практика соответствует требованиям Руководства по кодам "Международные коды", том I.1, часть A "Буквенно-цифровые коды" (ВМО – № 306).

3.3.1 Значение средней скорости

3.3.1.1 Существует несколько методов расчета средней скорости ветра. В каждом случае имеется вектор ветра, который характеризуется скоростью и направлением.

3.3.1.2 Можно рассчитать средний вектор ветра за данный период времени путем вычисления среднего значения составляющих "север/юг" и "восток/запад" каждого мгновенного вектора ветра и получения значения скорости и направления указанного среднего вектора ветра. Этот тип расчета может казаться логическим, учитывая характер информации (вектор), но он имеет несколько недостатков:

- a) Такой расчет зависит от фактического наличия данных о направлении. В случае выхода из строя флюгера при использовании анемометра получить параметр "скорость ветра" станет невозможным.
- b) С математической точки зрения в случае изменения ветра он может выдать нулевой средний вектор ветра (хотя при этом имеются мгновенные значения вектора ветра не равные нулю). Однако этот случай является теоретическим, особенно с учетом того, что такое изменение ветра может привести к заметной нестабильности, если скорость ветра достаточно высока. Тем не менее при изменении направления ветра в условиях слабых ветров возможно уменьшение значения среднего вектора ветра.
- c) Этот метод расчета не аналогичен тому, который использовался в прошлом, когда электронного оборудования для расчета векторов еще не существовало. С помощью самописцев осуществлялось интегрирование во времени модуля мгновенного значения ветра.

3.3.1.3 Можно также рассчитать отдельно среднюю скорость ветра, используя лишь мгновенное значение ветра, путем вычисления среднего модуля мгновенных значений векторов ветра. У этого метода имеется несколько преимуществ:

- a) Он не требует данных о направлении, и выход из строя флюгера не приводит к отсутствию расчетных параметров скорости ветра, когда необходимо сообщать данные о скорости ветра без указания его направления и наоборот.
- b) Его легче применять.
- c) Он ближе к методам расчета, применявшимся ранее.

Его преимущество заключается в том, что он позволяет получить средний вектор ветра, отличный от средней векторной величины мгновенных значений ветра.

3.3.1.4 ИКАО и ВМО еще не представили рекомендаций по методу расчета, поскольку обе практики используются во всемирном масштабе и вычисление вектора создало бы проблемы в нескольких областях. В условиях применения современных систем расчет векторов не представляет собой какой-либо проблемы, особенно с учетом того, что он требуется для вычисления среднего направления. Разница в результатах между обоими расчетами является минимальной при немногочисленных изменениях в направлении ветра, но она будет гораздо значительней при большой изменчивости направления ветра. Если скорость превышает 5 м/с (10 уз), то будет иметь место заметная нестабильность. Если скорость меньше 5 м/с (10 уз), то разница (в абсолютных величинах) между обоими методами останется минимальной.

3.3.2 Средние значения направления

3.3.2.1 Аналогичным образом могут рассчитываться векторы или скалярные величины (непосредственное среднее значение направлений), однако скалярная средняя величина направлений является серьезным недостатком при нестабильности направлений в диапазоне от 350 до 10°. Однако среднее значение направлений, изменяющихся в диапазоне от 350 до 10°, не должно составлять 180°. Можно избежать этой проблемы за счет сдвига направления, например считать значение направления равным 370°, а не 10°, однако применение такого сдвига, зависящего от фактически измеренных направлений, может оказаться трудной задачей и при определенных условиях может привести к ошибкам.

3.3.2.2 Пример алгоритма, касающегося направления ветра (1), приводится в добавлении А.

3.3.2.3 Как правило, рекомендуется производить расчет вектора, используя один из следующих двух методов:

- a) путем вычисления среднего значения вектора ветра и его направления или
- b) путем вычисления среднего значения вектора ветра, используя мгновенные значения векторов удельного модуля и направление, равное измеренному направлению. Этот метод расчета является несколько более упрощенным по сравнению с расчетом фактического среднего вектора ветра. При отсутствии существенных изменений в скорости ветра это дает эквивалентные результаты, в то время как существенные изменения скорости ветра приводят к заметной нестабильности.

3.3.3 Расчет средней величины

Независимо от того, рассчитывается ли вектор или скалярная величина, термин "средний" следует понимать как арифметическое среднее за данный период времени.

3.3.4 Расчет экстремальных величин

3.3.4.1 Положениями Приложения 3 предусмотрено, чтобы экстремальные значения скорости и направления ветра рассчитывались за 3-секундный период. Указанные величины следует рассчитывать на основе результатов замеров, осуществляемых каждые 250 мс (миллисекунд); однако при этом рекомендуется, чтобы указанные значения вычислялись с использованием данных измерений, проводимых по крайней мере каждую секунду. Указанный расчет следует производить по мере поступления результатов основных замеров (например, каждые 250 мс или по крайней мере каждую секунду); его не следует делать каждые 3 с за 3-секундный период, поскольку в этом случае результаты расчета будут зависеть от временного окна расчета колебаний скорости ветра, которые могут происходить чаще, чем этот 3-секундный период.

3.3.4.2 Также важно, чтобы используемые данные мгновенных измерений были репрезентативными для всего периода, разделяющего два измерения. Если указанный период равен 500 мс, то данные этого измерения должны быть репрезентативными для ветра в течение этих 500 мс. Как правило, такая ситуация характерна для анемометров с крыльчаткой, чья система измерения подсчитывает число оборотов за данный период, что может быть не характерным для датчиков с более высокой частотой измерения.

3.3.5 Расчет средних величин за период 2 и 10 минут

Для местных сводок расчетный период составляет 2 мин. Для сводок METAR/SPECI расчетный период обычно равен 10 мин, но он может быть меньше в случае заметной неустойчивости.

3.3.6 Алгоритм заметной неустойчивости

3.3.6.1 В приложении 3 заметная неустойчивость определяется следующим образом: "Заметная неустойчивость имеет место в том случае, когда в течение, по крайней мере, 2 мин наблюдается резкое и устойчивое изменение направления ветра на 30° или более при скорости ветра 5 м/с (10 уз) до и после изменения или изменение скорости ветра на 5 м/с (10 уз) или более."

3.3.6.2 В добавлении А приводятся примеры алгоритмов для заметной неустойчивости (2 и 3).

3.3.6.3 При обнаружении заметной неустойчивости для получения значений скорости и направления также должен использоваться репрезентативный средний период ветра (первые 2 мин, постепенно увеличивающийся до 10 мин).

3.3.7 Минимальная и максимальная скорости

3.3.7.1 Экстремальные значения скорости ветра должны рассчитываться с использованием величин, репрезентативных для 3-секундного периода, за подходящий отрезок времени (обычно 10 мин, но также от 2 до 10 мин после заметной неустойчивости). Экстремальные значения могут рассчитываться за последовательные 1-минутные периоды, затем группироваться по надлежущим периодам времени.

3.3.7.2 Максимальная скорость указывается как в местных сводках, так и в METAR/SPECI, если максимальное и среднее значения скорости за период 10 мин (или более короткий промежуток времени после заметной неустойчивости) превышают или равны 5 м/с (10 уз), и в этом случае в местных сводках также указывается минимальная скорость. Следует отметить, что в тех случаях, когда в соответствии с положениями документа *"Правила аэронавигационного обслуживания. Организация воздушного движения"* (PANS-ATM, Дос 4444) применяются процедуры снижения уровня шума, в качестве разницы между максимальной и средней скоростью необходимо принимать величину 2,5 м/с (5 уз).

3.3.7.3 Временами на результаты измерения ветра могут влиять искусственные порывы, вызванные реактивной струей или вихревым следом. Следует в максимально возможной степени избегать измерения этих искусственных порывов за счет надлежащего размещения датчиков (см. материал о размещении датчиков в п. 3.4.2). Однако на многих аэродромах идеальное размещение датчиков может оказаться невозможным. В тех случаях, когда таких искусственных порывов избежать нельзя, в качестве крайней меры их можно обнаружить и, при необходимости, удалить в реальном масштабе времени с помощью автоматического алгоритма. Пример такого алгоритма для обнаружения и устранения искусственных порывов (4) приводится в добавлении А.

3.3.8 Экстремальные значения направления ветра

3.3.8.1 Сектор изменений среднего значения направления ветра за 3-секундные периоды ограничен двумя экстремальными величинами направления, рассчитанными за предшествующие 10 мин (шкала интервалов), и может определяться ежеминутно с использованием средних за 3-секундные периоды значений направления, вычисляемых по мере получения данных. Указанные данные о направлении ветра включаются в гистограмму направлений с разрешающей способностью 10°.

3.3.8.2 Указанный сектор может быть определен в два этапа, используя направление среднего ветра за данные 10 мин. На этапе 1 выявляется первая граница путем сканирования содержащихся в гистограмме значений направления против часовой стрелки. На этапе 2 выявляется вторая граница путем сканирования содержащихся в гистограмме значений направления по часовой стрелке. На обоих этапах, искомая граница представляет собой значение направления в гистограмме, смежное с сектором, содержащим два последовательных нулевых значения направления. Если условие, определяющее одну или несколько границ, не выявляется (в диапазоне 360°), указанный сектор считается неустановленным.

3.3.8.3 Как правило, такой поиск охватывает период в 10 мин. Однако после заметной нестабильности период поиска уменьшается до 2 мин, а затем постепенно увеличивается до 10 мин. Включаемое в сводки направление ветра указывается как переменное, если оно изменяется в соответствии с критериями, установленными в Приложении 3.

3.3.9 Сообщение данных о направлении ветра в местных сводках и METAR/SPECI

Закодированные данные о направлении ветра, включаемые в местные сводки и сообщения METAR/SPECI, представляются в виде истинного направления ветра, т. е. относительно истинного севера. Однако направление ветра, сообщаемое пилотам, например, через службу автоматической передачи информации в районе аэродрома (ATIS), указывается как магнитное направление ветра. Разница между сообщаемыми данными об истинном и магнитном направлении ветра зависит от местоположения аэродрома относительно магнитного Северного полюса. Эта разница иногда является небольшой по сравнению с разрешающей способностью кодирования в 10°, но она может достигать величины вплоть до 20 или 30° в регионах мира, находящихся в более высоких широтах, возрастая до 180° на магнитных полюсах. Поэтому необходимо избегать любой двусмысленности относительно значимости данных о направлении между службой, поставляющей результаты наблюдений, и авиационным пользователем. Особенно важно, чтобы диспетчер не занимался переводом в уме величин, используя выдаваемые на дисплее значения относительно истинного севера. От авиадиспетчеров, предоставляющих пилоту данные о направлении ветра, требуется сообщать значение магнитного направления ветра; поэтому индикаторы ветра, установленные в органах обслуживания воздушного движения (ОВД), должны автоматически осуществлять перевод значений из истинного в магнитное направление ветра.

3.3.10 Изменение параметров

3.3.10.1 Ветер представляет собой один из параметров, который очень изменчив во времени (порывы) и пространстве. В результате, требования, предъявляемые к условиям замера для датчиков, чьи данные используются в METAR/SPECI, и для датчиков, чьи показания используются для местных сводок, являются различными. Датчики, предназначенные для наблюдения за приземным ветром для целей METAR/SPECI, следует размещать таким образом, чтобы они давали показания, репрезентативные для условий вдоль всей ВПП (на аэродромах с одной ВПП) или всего комплекса ВПП (где имеется несколько ВПП). Однако датчики, чьи показания используются для местных сводок (предоставляемых вылетающим и совершающим посадку воздушным судам), должны размещаться таким образом, чтобы выдавать наилучшие практически полезные данные об условиях вдоль ВПП (например, для зон отрыва и приземления). На аэродромах, где топографические условия или преобладающие метеосостояния являются причиной значительных различий в приземном ветре на различных участках ВПП, следует устанавливать дополнительные датчики. Датчики не следует размещать вблизи

препятствий, которые могут повлиять на результаты измерений. Препятствия увеличивают турбулентность и могут делать направление ветра более изменчивым, что приводит к необоснованным сообщениям об изменениях ветра из-за искусственного превышения критерия изменения направления ветра в 60°, вызванного размещением датчиков вблизи препятствий.

3.3.10.2 При наличии порывов скорость ветра может неожиданно возрастать или уменьшаться, что объясняет важность наблюдения за максимальными и минимальными значениями скорости ветра. Степень изменения скорости ветра зависит от условий погоды и от неровностей окружающей территории; неровная поверхность вызывает более существенные изменения. В среднем, отношение максимального ветра к среднему ветру за период 10 мин приблизительно равно 1,5, а отношение минимального ветра к среднему ветру приблизительно составляет 0,7.

3.3.10.3 Высокая изменчивость скорости ветра может вызвать соблазн использовать мгновенные значения ветра, создавая впечатление того, что реальная ситуация отражается более точно; это ложное впечатление, и использовать мгновенные значения скорости ветра не следует (п. 4.3.6.1 Приложения 11).

3.3.11 Сообщение данных о ветре в зоне приземления (TDZ) при использовании нескольких анемометров

3.3.11.1 Датчики для наблюдений за приземным ветром, показания которых используются для местных регулярных сводок и местных специальных сводок, должны размещаться таким образом, чтобы выдавать наилучшие практически полезные данные об условиях вдоль ВПП и в зоне TDZ. На аэродромах, где топографические условия или преобладающие метеоусловия являются причиной значительных различий в приземном ветре на различных участках ВПП, следует устанавливать дополнительные датчики.

3.3.11.2 При наличии в одной TDZ нескольких анемометров возникает вопрос относительно методики использования данных различных анемометров (основанных на 2-минутном периоде усреднения) для сообщения о ветре в данной TDZ, когда показания этих анемометров значительно различаются, например более, чем на 10 %. По итогам обсуждения с соответствующими авиационными пользователями был сформулирован следующий пример сообщения о ветре в TDZ, основанного на показаниях нескольких анемометров, с учетом аспектов безопасности полетов и мнений пользователей:

"при наличии данных нескольких анемометров в одной TDZ пользователям сообщается только одна серия таких параметров, как средняя скорость ветра, среднее направление ветра и порыв, исходя из показаний нескольких анемометров. Под этой одной серией подразумевается максимальное значение средней скорости ветра из показаний всех анемометров, соответствующее среднее направление ветра из показаний анемометра, регистрирующего максимальную среднюю скорость ветра, и максимальное значение порыва из показаний всех анемометров".

3.3.11.3 Следует иметь в виду, что при использовании предложенного выше подхода показания анемометра, используемого для сообщения средних скорости и направления ветра, и анемометра, используемого для сообщения порыва в данной TDZ, могут различаться. Это обусловлено тем, что анемометр, размещенный вдали от зданий, может регистрировать более высокое значение средней скорости ветра вследствие малой его защищенности, а анемометр, размещенный ближе к зданиям, может регистрировать более высокое значение порыва вследствие близости к турбулентному потоку, создаваемому зданиями.

3.4 ИСТОЧНИКИ ОШИБОК И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.4.1 Датчики

3.4.1.1 Установленные в механических датчиках подшипники могут изнашиваться, увеличивая стартовый порог. Такое увеличение может вызвать проблемы при легком ветре, однако небольшие скорости ветра не влияют на производство полетов. При более высоких скоростях ветра увеличение стартового порога не создает проблем, поскольку крутящий момент, прилагаемый к чашечкам или мельничке, пропорционален скорости в квадрате, поэтому он быстро и намного превышает силу сопротивления, соответствующую стартовому порогу: если порог равен 2 м/с (4 уз), то при скорости ветра 10 м/с (20 уз) крутящий момент будет в 25 раз сильнее. Тем не менее износ может со временем привести к блокировке анемометра или флюгера.

3.4.1.2 Одним из методов контроля за состоянием подшипников является проверка стартового порога. Это можно осуществлять в лаборатории, что приводит к необходимости смены установленного на месте датчика. Для контроля за подшипниками можно применять простой метод: в защищенном от ветра месте (в транспортном средстве или здании) анемометру придается импульс и измеряется время до момента прекращения вращения. Если подшипники износились, то они прекратят вращаться через более короткий промежуток времени, чем те, которые установлены на датчике в хорошем состоянии. Минимальное время, требующееся для подшипников, считающихся в хорошем состоянии, зависит от типа анемометра. Этот метод прост и надежен и может также применяться к флюгеру, заменив плоскую поверхность чашками (для ограничения аэродинамического торможения и увеличения силы инерции оси вращения).

3.4.1.3 Другим существенным источником погрешности в случае механических датчиков является накопление замороженных частиц или замерзших осадков на движущихся частях. Если к поверхности вращающихся чашек прилипнет мокрый снег, то передаваемые данные будут свидетельствовать о заметном снижении скорости ветра. Такие условия также могут вызвать погрешности в данных о направлении ветра за счет существенного увеличения массы флюгера, уменьшая его чувствительность к изменениям. Аналогичным образом замерзающие осадки могут сделать недействительными данные о скорости и направлении ветра за счет остановки движущихся частей. К методам, которые применяются для решения этой проблемы, относятся подогрев различных частей приборов и блокировка или специальная пометка данных, когда погрешности вероятны или ожидаются.

3.4.1.4 Статические датчики можно проверять в камерах с нулевым ветром (в которых эти датчики иногда упакованы), которые можно заказать по каталогам производителей датчиков.

3.4.2 Размещение датчиков

3.4.2.1 Анемометры следует устанавливать таким образом, чтобы они обеспечивали репрезентативные для аэродрома измерения параметров ветра. Руководящие указания по размещению анемометров можно найти в следующих документах:

- а) *Руководство по авиационной метеорологии* (Дос 8896), добавление 2;
- б) *Руководство по метеорологическим приборам и методам наблюдения* (ВМО, № 8), часть I, глава 5;
- в) *Руководство по системам метеорологических наблюдений и распространения информации на аэродромах* (ВМО, № 731), глава 2.

3.4.2.2 При размещении анемометра в пределах аэродрома следует принимать во внимание правила, касающиеся высоты пролета над препятствиями (см. п. 3.6).

3.4.2.3 Рекомендация ИКАО в отношении высоты измерения (приблизительно 10 м) является компромиссом между необходимостью того, чтобы высота была достаточной для избежания эффектов земной поверхности (таких как трение), и тем, чтобы высота установки была практически приемлемой и безопасной в условиях аэродрома. Очень важно установить датчик в максимально открытом месте. Как минимум рекомендуется устанавливать все приборы для измерения ветра на расстоянии, равном по крайней мере 10-кратной высоте окружающих препятствий.

3.4.2.4 Датчики никогда не должны устанавливаться на крыше здания, например диспетчерской вышки, поскольку само здание влияет на поток ветра, который ускоряется на уровне крыши или верхней части здания. В случае установки датчика на высоте 2–3 м над диспетчерской вышкой значение скорости может быть завышено на 30 %. Величина завышения будет зависеть от направления ветра и положения датчика относительно кромки крыши, а также от формы крыши.

3.4.2.5 Хотя датчики следует размещать вблизи от ВПП для достижения репрезентативности данных измерения, вместе с тем необходимо принимать все меры к тому, чтобы их расположение обеспечивало минимальное воздействие на них искусственных порывов, например, обусловленных реактивной струей или вихревым следом (см. п. 3.3.7.3).

3.4.3 Ориентация датчика

3.4.3.1 Чтобы правильно указывать направление ветра, датчик для измерения ветра должен быть ориентирован на истинный север. В том, насколько легко датчик может быть ориентирован на север, определенную роль играет его конструкция. Необходимо также проверить надежность крепления, с тем чтобы датчик со временем не поворачивался.

3.4.3.2 Для обеспечения доступа к датчикам крепежная мачта зачастую должна быть складной. На мачте должна быть метка, обращенная строго на север. Это можно проверить с помощью магнитного компаса, выровненного по направлению указанной отметки и установленного в том же месте, что и датчик или флюгер. Без надлежащих мер предосторожности погрешность выравнивания вполне может превысить 10°.

3.5 КАЛИБРОВКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

3.5.1 В случае вращающихся анемометров характеристики чувствительности в основном зависят от характеристик чашек или мельнички и флажка флюгера. Необходимо осуществлять регулярный контроль за подшипниками и менять их по мере необходимости. При хорошем состоянии подшипников для анемометров может быть достаточным визуальный контроль за состоянием чашек или мельнички. Недорогим методом обеспечения того, что эти чашки или мельнички находятся в хорошем состоянии, является профилактическая замена этих элементов через регулярные интервалы времени (например, каждые 2 года).

3.5.2 В целях проверки оси вращающегося анемометра можно также использовать мотор, скорость вращения которого известна, что дает возможность осуществлять контроль за преобразователем датчика.

3.5.3 В случае статических анемометров методом проверки является испытание в камере с нулевым ветром. Стабильность характеристик диапазона измерений зависит от конструкции датчика. Для проверки чувствительности датчика к диапазону измерений необходимо провести испытание в аэродинамической трубе. В случае звуковых анемометров применяется стандарт 16622 Международной организации по стандартизации (ИСО).

3.5.4 Необходимо осуществлять регулярный контроль за ориентацией флюгера. Если на мачте имеется метка для целей ориентации и ее конструкция позволяет гарантировать стабильность ориентации, то

простая визуальная проверка может быть достаточной. Для этого, конечно, требуется, чтобы конструкция датчика гарантировала совпадение указателя направления с меткой на датчике: качество и стабильность ориентации в большой степени зависит от конструкции датчика.

3.6 МЕСТА ИЗМЕРЕНИЙ

3.6.1 Измерения не могут, естественно, проводиться на ВПП, и при этом важно соблюдать правила в отношении высоты пролета препятствий, содержащиеся в главе 8 тома I Приложения 14 "Аэродромы" и в части 6 *Руководства по аэропортовым службам* (Doc 9137),. Минимальное расстояние 10-метровой ломкой мачты от осевой линии ВПП составляет 90 м. Мачта может располагаться в этой зоне только в случае абсолютной необходимости; в большинстве случаев 10-метровая мачта должна находиться, по крайней мере, на расстоянии 220 м от осевой линии ВПП. Более подробно эти критерии показаны на рис. 3-1.

3.6.2 На аэродромах, где метеоусловия подвержены изменениям в результате воздействия местности, бризов с суши или моря, аэродромах, занимающих большие площади и т. д., рекомендуется устанавливать несколько датчиков ветра. Измерение ветра для каждой ВПП дает более полную картину условий на ВПП для целей взлета и посадки, а также обеспечивает резервирование в случае отказа датчика.

3.6.3 В сводках METAR/SPECI значения ветра должны быть репрезентативными для ВПП или комплекса ВПП. Если в аэропорту измерение ветра производится только в одном месте, его данные используются для составления как местных сводок, так и METAR/SPECI.

3.6.4 В случае нескольких датчиков ветра для составления сводок METAR/SPECI используются данные одного конкретного датчика, чьи показания считаются наиболее репрезентативными для ВПП или комплекса ВПП. На практике местоположение такого датчика выбирается еще на этапе проектирования системы измерений. Не следует выбирать данные измерений, которые слишком специфичны для того или иного порога ВПП и которые поэтому будут предназначаться специально для этого порога из-за особых местных условий и не будут репрезентативными для территории в окрестностях аэродрома.

3.6.5 При наличии нескольких датчиков может оказаться полезным, чтобы при поломке датчика, используемого для целей METAR/SPECI, система наблюдения могла использовать данные измерения, поступившие от другого подходящего анемометра.

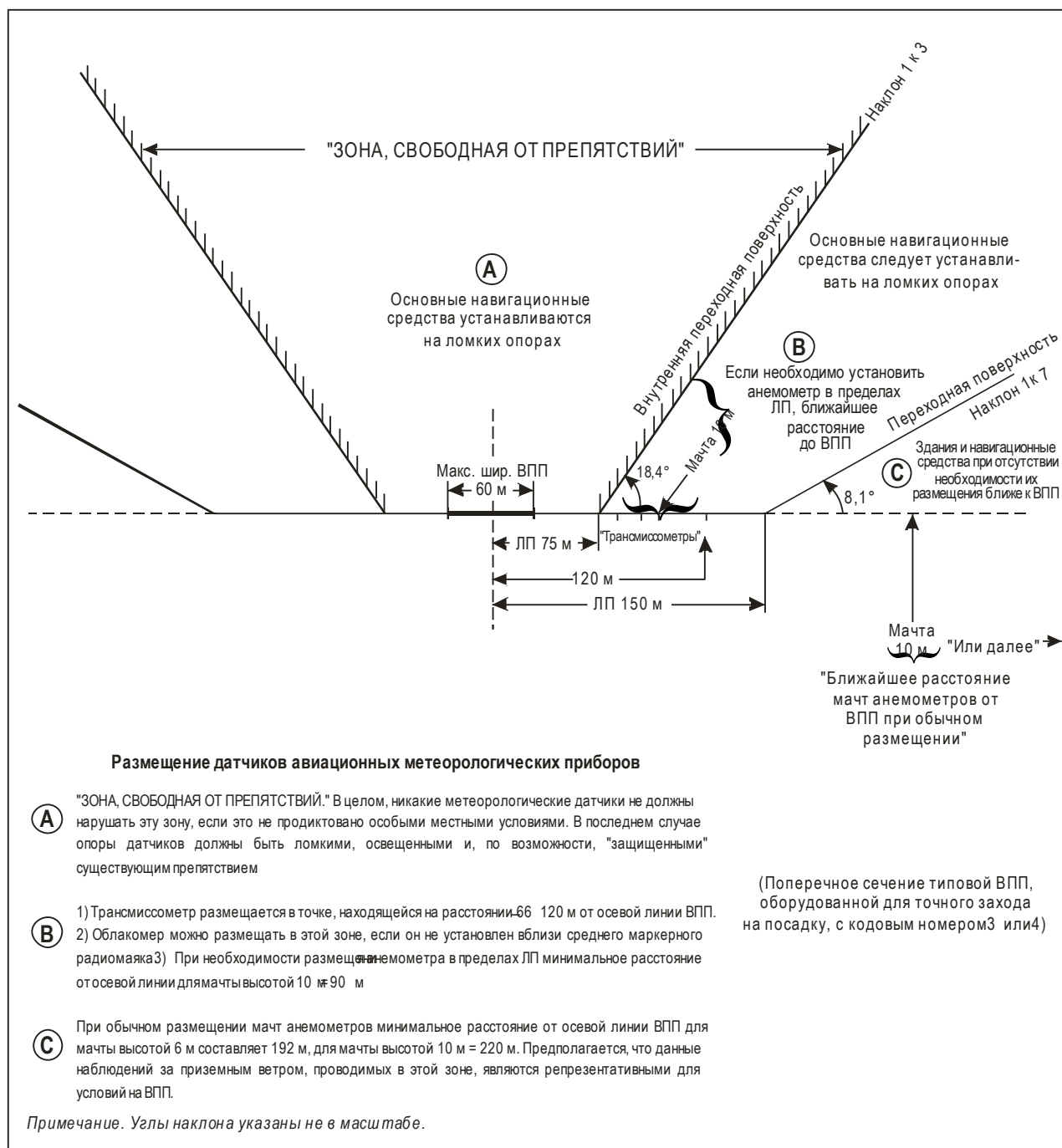


Рис. 3-1. Поверхности ограничения препятствий

Глава 4

ВИДИМОСТЬ

4.1 ВВЕДЕНИЕ

4.1.1 Видимость является критически важным параметром для производства полетов. Плохая видимость ниже минимума, утвержденного при сертификации воздушного судна и летного экипажа, может не позволить воздушному судну использовать ВПП. Для уменьшения этих эксплуатационных ограничений специально созданы визуальные средства (маркировка), а также приборы для посадки и взлета.

4.1.2 Определение видимости для авиационных целей формулируется следующим образом:

"Видимость для авиационных целей представляет собой наибольшую из следующих величин:

- а) наибольшее расстояние, на котором можно различить и опознать черный объект приемлемых размеров, расположенный вблизи земли, при его наблюдении на светлом фоне;
- б) наибольшее расстояние, на котором можно различить и опознать огни силой света около 1000 кд на неосвещенном фоне.

Примечание. Эти два расстояния имеют различные значения в воздухе с заданным коэффициентом ослабления, причем последнее б) зависит от освещенности фона, а первое а) характеризуется метеорологической оптической дальностью (MOR)".

4.1.3 Данные о видимости, включаемые в сводки METAR/SPECI, должны быть репрезентативными для аэродрома, представляющего собой обширную площадь, на которой могут иметь место значительные изменения видимости, поэтому возникла необходимость в поиске комплексного способа описания этих изменений. Поправкой 73 к Приложению 3 было введено понятие "преобладающей видимости" (см. главу 2).

4.1.4 В *Руководстве по практике наблюдения за дальностью видимости на ВПП и передачи сообщений о ней* (Doc 9328) приводится описание атмосферных явлений, снижающих видимость, различных измерительных приборов и алгоритмов; здесь они подробно рассматриваться не будут.

4.1.5 Отличительные характеристики автоматических наблюдений за видимостью связаны с возможными пространственными изменениями значения видимости.

4.1.6 Для авиационных целей диапазон измерения видимости составляет от 25 м до 10 км. Значения, которые превышают или равны 10 км, указываются как 10 км. Поэтому датчик должен быть способен измерять величины свыше 10 км либо указывать, что результат измерения превышает или равен 10 км.

4.1.7 Нижний предел фактически связан с разрешающей способностью в 50 м, требуемой для составления сводок. Для измерений в нижнем диапазоне величин разрешающая способность измерительных приборов зачастую составляет менее 50 м. Положениями Приложения 3 предусматривается округление значения

видимости до ближайшей более низкой кратной величины, то есть это означает, что при значении видимости 45 м в сводках будет указываться 0 м. Таким образом, любые данные измерения видимости менее 50 м следует кодировать в сводках как 0 м, а значения видимости в диапазоне от 50 до 100 м следует кодировать как 50 м.

4.2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

4.2.1 Для оценки дальности видимости в пределах диапазона измерения подходят измерители прямого рассеяния.

4.2.2 Следует избегать использования измерителей обратного рассеяния, которые, как правило, более чувствительны к типам рассеивающих частиц (туман, пыль, песок, дождь и снег), за исключением случаев, когда они способны распознавать эти частицы и принимать их во внимание.

4.2.3 В трансмиссометре диапазон измерения связан с его базой (расстояние между передатчиком и приемником). Эта база приспособлена к дальности видимости на ВПП (RVR) (от 50 до 1500 или 2000 м), и слишком коротка для измерения значений дальности до 10 км. Однако существуют двухбазовые трансмиссометры, позволяющие измерять дальность в большем диапазоне.

4.2.4 Существуют также опытные образцы систем, использующих камеру и анализирующих изображение путем распознавания (или нераспознавания) заранее определенных знаков. Преимущество этого метода заключается в том, что он может напоминать принцип визуального наблюдения и, возможно, обеспечивать определенный обзор. В связи с необходимостью избегать солнечных бликов непрерывное функционирование в широких диапазонах яркости представляет собой трудную задачу. В ночное время суток можно использовать только освещенные знаки, поэтому таковые должны быть в наличии. В настоящее время никаких утвержденных систем такого типа не используется.

4.2.5 Не все имеющиеся на рынке датчики демонстрируют одинаково точные результаты; на практике может наблюдаться значительная разница в их показаниях, особенно во время осадков. В главе 9 документа Doc 9328 приводится описание одного из методов, используемых при проверке датчиков для измерения видимости.

4.2.6 При вычислении значения видимости для авиационных целей также требуются данные о яркости фона, измеренные с помощью датчика яркости фона. В п. 9.1.5 документа Doc 9328 приводится описание датчика, необходимого для оценки RVR. Если таковой имеется, то можно использовать тот же датчик для оценки видимости. Если на аэродроме отсутствует система оценки RVR, необходимо установить датчик специально предназначенный для измерения яркости фона. Часто он связан с другим датчиком (измеритель рассеяния) в целях использования его электропитания, зачастую его помощи и иногда его электронных компонентов. Следует иметь в виду, что датчики, используемые в настоящее время для автоматических наблюдений за видимостью, как это определено в Приложении 3, также обеспечивают параметры, необходимые для расчета значений RVR.

4.2.7 В тех случаях, когда для оценки видимости используется датчик яркости фона, он должен быть размещен таким образом, чтобы избежать бликов от прямого света (особенно от огней ВПП) и солнца. В этих условиях для всех точек, где измеряется видимость с помощью приборов, можно использовать единое значение измеренной яркости. Тем не менее при оценке видимости с использованием нескольких датчиков рекомендуется установить второй датчик яркости фона, чтобы он мог заменить первый в случае его поломки.

4.2.8 Количество подлежащих использованию датчиков оценки видимости и их пространственное расположение зависят от характеристик видимости на рассматриваемом аэродроме. Этот вопрос должен решаться после изучения климатологических и местных факторов. На практике при использовании на аэродроме нескольких датчиков каждый из них должен быть предназначен для того или иного сектора/зоны аэродрома, с тем чтобы можно было сообщить данные о минимальной и изменяющейся видимости. Количество подлежащих

использованию датчиков и адекватность распределения в пространстве следует согласовывать с метеорологическим полномочным органом, соответствующим полномочным органом ОВД, эксплуатантами и другими заинтересованными сторонами.

4.3 АЛГОРИТМЫ И СООБЩЕНИЕ ДАННЫХ

Примечание. Понимая, что все указанные элементы требуется включать в местные регулярные сводки, местные специальные сводки и в сообщения METAR и SPECI, в случае временного отказа полностью автоматизированной системы метеонаблюдения/датчика, что делает невозможным передачу сообщения о видимости, группа, в которой в сводке должен стоять кодированный показатель видимости, должна быть заменена соответствующим количеством косых черточек. Такая практика соответствует требованиям Руководства по кодам "Международные коды", том I, часть A "Буквенно-цифровые коды" (ВМО – № 306).

4.3.1 Общие положения

4.3.1.1 Расчеты значения видимости для авиационных целей основаны на законах Кошмидера (контрастная видимость) и Алларда (видимость от источников света).

4.3.1.2 Методы расчета и формулы подробно описаны в Дос 9328 и применяются к диапазону от 20 м до 10 км при заданной силе света в 1000 кд. Такой расчет является более простым по сравнению с расчетами величины RVR, которые должны учитывать несколько значений силы света (огни вдоль кромки и на осевой линии ВПП), а также переходные зоны, связанные с направленностью огней и потерей эффективности света за пределами оптимальной оси.

4.3.1.3 Пример алгоритма, относящегося к видимости (5), приводится в добавлении А.

4.3.2 Изменения видимости

4.3.2.1 Все существующие в настоящее время датчики видимости непосредственно или косвенно измеряют показатель ослабления, σ , в небольшом объеме атмосферы. При использовании трансмиссометра замеры осуществляются на большем участке (измерительная база трансмиссометра), протяженностью несколько десятков метров. В обоих случаях часть атмосферы, в которой производится измерение, находится вблизи датчика. Оценка метеорологической оптической дальности видимости (MOR) в несколько сот метров или километров может казаться неразумной, поскольку анализируемая атмосфера находится не в нескольких километрах от места измерения; тем не менее такие измерения являются репрезентативными для больших значений видимости при условии однородной видимости, что обычно и имеет место.

4.3.2.2 В случае измерителя рассеяния оптический сигнал в период высокой видимости является очень слабым, однако сравнение большого числа приборов доказало, что некоторые датчики способны измерять большие значения видимости (примерно 10 км или более) при хорошем уровне сравнимости и воспроизводимости результатов.

4.3.2.3 Однако в условиях пространственного изменения видимости показания датчика репрезентативны только для места его установки.

4.3.2.4 В отношении местных сводок рекомендуется, чтобы значение видимости было репрезентативным для условий вдоль ВПП для вылетающих воздушных судов и зоны приземления ВПП для прибывающих воздушных судов. Размещение приборов вдоль ВПП и порогов ВПП обеспечивает очень высокую репрезентативность для этих зон. Таким образом, репрезентативность показаний приборов имеет важное значение. В условиях низкой и/или неоднородной видимости у человека-наблюдателя нет таких преимуществ в процессе наблюдений, поскольку он редко способен видеть все соответствующие зоны.

4.3.3 Значения видимости в сводках METAR/SPECI

4.3.3.1 В отношении сводок METAR/SPECI рекомендуется, чтобы значение видимости было репрезентативным для условий на аэродроме и чтобы, в соответствующих случаях, указывались изменения по направлениям. Подлежащее включению в сводки значение видимости представляет собой преобладающую видимость (см. главу 2). Если видимость в различных направлениях неодинакова и если наименьшая видимость отличается от преобладающей видимости и составляет менее 1500 м, либо менее 50 % значения преобладающей видимости и менее 5000 м, в сводках следует также сообщать значение наименьшей видимости с указанием ее общего направления относительно аэродрома.

4.3.3.2 Преимущество наблюдений, осуществляемых человеком, который использует в качестве контрольной точки метеорологическую станцию, заключается в том, что такие наблюдения основаны на зоне охвата, включающей значительный объем атмосферы. Однако при этом существуют определенные ограничения, связанные с тем, насколько эффективно способен человеческий глаз обнаруживать объекты или огни. Например, как показано на рис. 4-1 а), если метеорологическая станция и наблюдатель находятся в зоне тумана с видимостью 300 м, наблюдатель ничего не видит далее этих 300 м. Поэтому без приборов наблюдатель не может определить условия видимости, существующие за пределами 300 м. Таким образом, значение видимости, репрезентативное для всего аэродрома, будет неизвестно. И наоборот, если частичный туман находится в 2000 м от наблюдателя, как показано на рис. 4-1 б), с видимым ориентиром на расстоянии 2000 м, то наблюдатель укажет значение видимости 2000 м, даже если видимость в зоне частичного тумана значительно ниже (например, 300 м по показаниям датчика).

4.3.3.3 Поэтому важно понять, что данные наблюдений за условиями видимости, полученные с помощью приборов и человека, сравнимы только в тех случаях, когда атмосфера является однородной. В противном случае наблюдения, осуществляемые как человеком, так и с помощью автоматики, имеют свои ограничения.

4.3.3.4 Концепцию преобладающей видимости и методы ее определения с использованием автоматических систем можно объяснить с помощью таблиц 4-1 и 4-2. При использовании одного датчика можно сообщить только одно значение видимости, без каких-либо данных об изменениях по направлению; поэтому в данном случае должна сообщаться только преобладающая видимость.

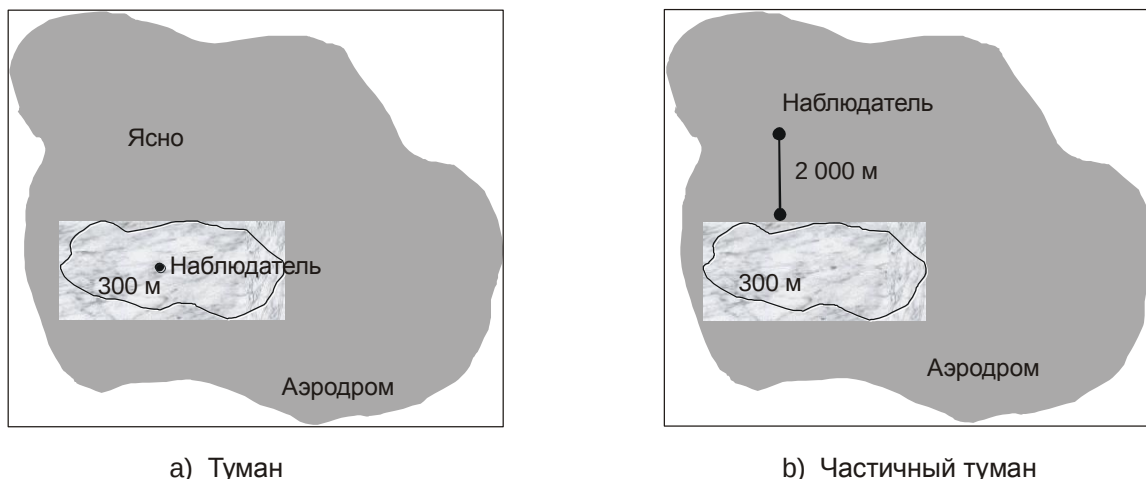


Рис. 4-1. Примеры ошибок в результатах наблюдений

Таблица 4-1. Определение преобладающей видимости с помощью датчиков 1–5

Может также возникнуть необходимость указания минимальной видимости в соответствии с критериями, изложенными в п. 4.2.4.4 добавления 3 Приложения 3.

<i>Кол-во датчиков</i>	<i>Наблюдаемые значения видимости (примечание: $V1 < V2 < V3 < V4 < V5$)</i>	<i>Преобладающая видимость, включаемая в сводки</i>
1*	V1	V1
2	V1, V2	V1
3	V1, V2, V3	V2
4	V1, V2, V3, V4	V2
5	V1, V2, V3, V4, V5	V3

Таблица 4-2. Примеры сообщения данных о видимости в сводках METAR и SPECI при использовании пяти датчиков

<i>Датчик (и его местоположение*)</i>	<i>Пример 1</i>	<i>Пример 2</i>	<i>Пример 3</i>	<i>Пример 4</i>
Датчик 1 (ЮВ)	3 333	3 333	1 357	3 333
Датчик 2 (СЗ)	3 455	3 455	1 850	4 455
Датчик 3 (СВ)	3 372	3 372	1 900	2 844
Датчик 4 (СВ)	3 422	2 400	2 026	1 611
Датчик 5 (ЮЗ)	3 520	2 424	1 977	3 520
Сообщаемые значения	3 400	3 300	1 900 1 300ЮВ	3 300 1 600СВ
* Относительно контрольной точки аэродрома.				

4.3.3.5 В таблице 4-2 приводятся четыре примера того, какое значение видимости следует сообщать, когда в автоматических системах используются пять датчиков, расположенных вдоль ВПП и в различных секторах по отношению к контрольной точке аэродрома, как показано в первой колонке. В примере 1 продемонстрирован простой случай, когда данные измерений от всех датчиков аналогичны друг другу, и таким образом условия видимости вокруг такого аэродрома будут однородными. В этом случае за преобладающую видимость следует принять значение медианы ($V3 = 3422$ м) и указать в сводках 3400 м. Берется значение медианы, а не среднее значение с тем, чтобы преобладающая видимость реально представляла истинную величину, наблюдаемую в той или иной части аэродрома. В противном случае сообщаемая в сводках величина не будет строго соответствовать значению, наблюдаемому в какой-либо части аэродрома.

4.3.3.6 Пример 2 демонстрирует ситуацию, когда показания пяти датчиков разбиваются на две группы, т. е. показания трех датчиков в диапазоне от 3300 до 3500 м и показания двух датчиков в диапазоне от 2400 до 2500 м. Однако если исходить из того, что все датчики охватывают равные зоны аэродрома, определение преобладающей видимости предполагает, что значение видимости будет все также сообщаться в сводках как значение медианы (3333 м, указываемые в сводках как 3300 м).

4.3.3.7 Примеры 3 и 4 демонстрируют ситуации, когда следует сообщать данные как о преобладающей видимости, так и о минимальной видимости. В примере 3 содержатся результаты ряда измерений, включая одно значение ниже критической величины 1500 м. В этом случае в сводках следует указывать преобладающую видимость, равную 1900 м (величина медианы V3), вместе со значением минимальной видимости 1300 м. В примере 4 показана аналогичная ситуация, когда наименьшее показание 1611 м составляет менее 50 % от величины преобладающей видимости 3333 м (величина медианы V3). В этом случае значение преобладающей видимости и минимальной видимости следует соответственно указывать как 3300 и 1600 м.

4.3.3.8 В примерах, приведенных выше, предполагается, что каждый используемый датчик охватывает одинаковую часть соответствующего аэродрома (например, по 20 % в таблице 4-2) и таким образом представляет равную долю в любых расчетах. В некоторых случаях местная климатология аэродрома может указывать на то, что те или иные датчики могут быть репрезентативными для туманообразующих зон или просто представлять условия в более важных с эксплуатационной точки зрения частях аэродрома. Такие выводы следует делать на индивидуальной основе. В этих случаях необходимо определить процентную долю зоны аэродрома, которую условно должен представлять каждый датчик. После этого значение преобладающей видимости можно получить, исходя из ее определения, предусматривающего, что преобладающая видимость представляет собой значение видимости, которое достигается или превосходится в пределах по крайней мере половины поверхности аэродрома.

4.3.3.9 Положениями Приложения 3 также предусмотрено, что в тех случаях, когда условия видимости быстро изменяются и определить преобладающую видимость невозможно, следует указывать только минимальные значения видимости. Данный случай применим только к условиям видимости, определяемым человеком, поскольку с помощью автоматических систем всегда имеется возможность определить преобладающую видимость.

4.4 ИСТОЧНИКИ ОШИБОК

Изменчивость видимости в пространстве является основным источником ошибок, когда видимость неоднородна. На практике эту изменчивость необходимо учитывать каждый раз, когда проводится сравнение между показателями приборов или между данными приборов и результатами визуального наблюдения. В главе 9 документа Doc 9328 приводится описание метода оценки эксплуатационных характеристик и метода обнаружения неоднородностей в пространстве путем анализа изменчивости во времени.

4.5 КАЛИБРОВКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

4.5.1 Калибровку приборов необходимо производить на регулярной основе в соответствии с инструкциями изготовителя. Как правило, рекомендуется проверять приборы каждые шесть месяцев, и опыт показывает, что обычно настройка остается в течение такого периода стабильной. Калибровка измерителя рассеяния основана на использовании рассеивающей пластинки (или пластинок), обеспечивающей постоянный сигнал рассеяния. Отношение уровня сигнала к значению видимости следует определять путем измерения данных рассеивающей пластинки при регулярном сравнении показателей датчиков с показаниями контрольных трансмиссометров в различных условиях погоды. Описание этого процесса приводится в главе 8 документа Doc 9328.

4.5.2 Важно не допускать какого-либо нежелательного оптического отражения, которое приводит к увеличению рассеиваемого сигнала, поступающего в измеритель рассеяния, и, как следствие, к слишком малому значению MOR. Причиной может быть, прежде всего, паутина. Поэтому оптические поверхности должны проходить техническое обслуживание чаще, чем калибровку. Многие модели контролируют загрязнение своих оптических поверхностей и способны предупредить систему сбора данных о том, что их рабочие характеристики

ухудшаются или что их поверхности требуют чистки. Измерители рассеяния должны быть способны обнаруживать блокировку оптического пути, поскольку более низкие величины сигнала толкуются как более высокие значения видимости, что приводит к потенциально небезопасным условиям.

4.5.3 Также важно избегать нежелательных отражений от растительности. Необходимо следить за тем, чтобы окружающий участок земли был очищен и чтобы на нем не было растений, привлекающих летающих насекомых, которые могли бы попасть в исследуемый объем атмосферы. Другим способом предотвращения таких проблем является проведение измерений соответствующего объема атмосферы высоко над землей, что фактически и рекомендуется (высота измерений должна составлять примерно 2,5 м, что также является высотой, используемой для оценки RVR).

4.5.4 Датчик яркости фона, используемый для расчета значения видимости, также необходимо чистить и калибровать на регулярной основе в соответствии с инструкциями изготовителя. Погрешность измерений в 10 % считается приемлемой.

4.5.5 Лежащий на земле снег также может влиять на рассеиваемый сигнал, поскольку он увеличивает непрерывный сигнал, улавливаемый приемником измерителя рассеяния. В случае накопления большого количества снега поверхность снега не должна находиться слишком близко к рассеивающему объему атмосферы. Важно удалять снег вокруг датчика и/или установить этот датчик достаточно высоко, чтобы избежать загрязнения снегом.

4.5.6 При наличии снега на земле могут иметь место значительные погрешности, если снег сносит или заметает в рассеивающий объем атмосферы. В местах, подверженных таким явлениям, следует приподнять головку измерителя.

4.5.7 Низовая метель и поземка могут создать препятствие для оптических головок измерителя рассеяния. Для того чтобы избавиться от такой блокировки, приборы обычно снабжены подогревающим механизмом, однако в экстремальных условиях такой подогрев может оказаться недостаточным. Поэтому важно очищать оптические головки от снега. В таких условиях опасность заключается в том, что наличие препятствия на оптическом пути приводит к уменьшению рассеиваемого сигнала и, как следствие, к завышенным показаниям MOR. Некоторые датчики сконструированы таким образом, что они способны сигнализировать о наличии таких обстоятельств.

4.5.8 Было проведено ограниченное число калибровочных испытаний систем прямого рассеяния в условиях песчаной или пыльной бури. Отсутствие данных об эксплуатационных характеристиках в сочетании с неопределенностями в соотношении между данными измерителей рассеяния и показателем ослабления у литометеоров может в таких условиях привести к ошибкам. Типичные литометеоры способны продемонстрировать более высокую степень поглощения, чем это можно ожидать от гидрометеоров.

4.6 МЕСТА ИЗМЕРЕНИЙ

4.6.1 Датчики следует устанавливать в зонах, которые являются наиболее репрезентативными для эксплуатационных зон аэродрома. Это можно осуществить на основе климатических (информация о видимости по направлениям, взятая из старых сводок) и местных условий (например, наличие воды, которая может быть источником уменьшения видимости, и зданий, которые могут стать границей того или иного сектора). Такие места должны также удовлетворять правилам обеспечения свободы от препятствий, установленным изготовителем оборудования, и, что является наиболее важным, они не должны располагаться слишком близко от зданий. При выборе места размещения датчиков учитываются также такие факторы, как простота доступа к датчикам для целей технического обслуживания и связь с системой сбора данных.

4.6.2 При установке нескольких датчиков обычно следует произвести оценку условий видимости в зонах посадки и взлета. Для измерения RVR наиболее оптимальным местом установки датчиков являются зоны порогов ВПП. Описание такого местоположения приводится в Приложении 3 и главе 5 документа Doc 9328. На практике одни и те же датчики, особенно измерители рассеяния, могут использоваться для оценки как RVR, так и видимости.

4.6.3 Если на аэродроме существует зона, которая особенно подвержена неблагоприятным условиям видимости (например, зона, подверженная адвективному туману), то в ней рекомендуется установить датчик.

Глава 5

ДАЛЬНОСТЬ ВИДИМОСТИ НА ВПП

5.1 ВВЕДЕНИЕ

5.1.1 Документ Doc 9328 охватывает все аспекты, относящиеся к RVR. Поэтому указанные элементы рассматриваться здесь не будут.

5.1.2 Положения Приложения 3 предусматривают возможность применения измерителей рассеяния для определения показателя ослабления, который используется для расчета RVR. В отличие от большинства трансмиссометров измеритель рассеяния может также охватывать диапазон измерений видимости. Поэтому вполне естественно рекомендуется использовать показания измерителя рассеяния для расчета значений RVR и видимости. Для этого, разумеется, требуется, чтобы измеритель рассеяния был установлен в соответствии со Стандартами и Рекомендуемой практикой Приложения 3.

5.2 ПРЕДСТАВЛЕНИЕ ДАННЫХ В METAR/SPECI

Примечание. Понимая, что все указанные элементы требуется включать в местные регулярные сводки, местные специальные сводки и в сообщения METAR и SPECI, в случае временного отказа полностью автоматизированной системы метеонаблюдения/датчика, что делает невозможным передачу сообщения о дальности видимости на ВПП, группа, в которой в сводке должен стоять кодированный показатель дальности видимости на ВПП, должна быть заменена соответствующим количеством косых черточек. Такая практика соответствует требованиям Руководства по кодам "Международные коды", том I.1, часть A "Буквенно-цифровые коды" (ВМО – № 306).

При кодировке данных о RVR в сводках METAR/SPECI Приложение 3 рекомендует включать только значение или значения, репрезентативные для зоны приземления, то есть посадочного порога используемой ВПП. Поскольку вопрос об использовании тех или иных ВПП решает администрация аэропорта, а не метеорологическая служба, то метеослужба должна быть осведомлена о том, какие посадочные пороги используются в данный момент. В случае полностью автоматической системы (или функционирования в течение определенного периода времени в полностью автоматическом режиме) такая система не знает, какой порог или пороги используются. В этих случаях при возникновении условий, требующих предоставления данных о RVR (видимость или RVR менее 1500 м), в сводках METAR/SPECI указываются значения RVR для нескольких, вплоть до четырех инструментальных порогов.

Глава 6

ТЕКУЩАЯ ПОГОДА

6.1 ВВЕДЕНИЕ

6.1.1 Как в местных сводках, так и в сводках METAR/SPECI должна содержаться информация о текущей погоде и в обязательном порядке должны указываться как минимум данные об осадках в виде дождя, мороси, снега и замерзающих осадков (включая их интенсивность), мгле, тумане, дымке, замерзающем тумане и грозах (включая грозы в окрестностях). Некоторые условия погоды, например замерзающие осадки, имеют важное значение для пилота и операций на аэродроме. Иногда текущая погода лишь косвенно затрагивает производство полетов, например когда уменьшилась видимость или когда наблюдаются порывы ветра; тем не менее информация о них включается в сводки. Условия, требующие выпуска местных специальных сводок или SPECI, связаны с замерзающими, умеренными или сильными осадками, грозами и явлениями, которые снижают видимость, такими как низовая снежная метель и песчаный поземок.

6.1.2 Последним достижением являются датчики, применяемые для автоматического наблюдения за текущей погодой. Существует несколько типов, в которых используются различные физические принципы; при этом можно ожидать дальнейшего усовершенствования их эксплуатационных характеристик и возможностей. Однако в настоящее время автоматические системы не способны сообщать данные о всех типах текущей погоды.

6.1.3 Как правило, диагностика текущей погоды, определяемая датчиками, применяется не непосредственно, а в сочетании с другими параметрами, чтобы ограничить погрешности, повысить их надежность и расширить число типов текущей погоды, данные о которых могут быть включены в сводки (например, осадки, указываемые как "жидкие", при температуре ниже $-0,5^{\circ}\text{C}$ почти всегда представляют собой замерзающие осадки). Таким образом, алгоритмы, связанные с датчиками текущей погоды, имеют критически важное значение.

6.1.4 Проверка и подтверждение эксплуатационных характеристик автоматической системы представляют собой трудную задачу:

- a) человек-наблюдатель, который зачастую рассматривается как эталон, подвержен ошибкам;
- b) некоторые явления происходят очень редко, поэтому трудно соответствующим образом скорректировать датчик и собрать статистические данные по его эксплуатационным характеристикам. К счастью, наиболее интенсивные явления текущей погоды легко определяемы и зачастую являются наиболее важными с точки зрения производства полетов.

6.2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

6.2.1 Общие положения

6.2.1.1 Существует много принципов измерения и много приборов для проведения таких измерений, однако число поставщиков небольшое. В 1993–1995 гг. ВМО провела сравнение всех датчиков текущей погоды, имеющихся на международных рынках. С того времени появились другие датчики и получили развитие внутренние алгоритмы приборов.

6.2.1.2 Что касается осадков, то для некоторых датчиков установлены пороги обнаружения, выраженные в мм/ч. Установленные ВМО пороги сообщения данных о небольших, умеренных и сильных осадках приводятся в таблице 6-1.

Таблица 6-1. Пороги сообщения данных об осадках

<i>Интенсивность</i>	<i>Морось</i>	<i>Дождь</i>	<i>Снег</i>
Слабая	< 0,1 мм/ч	< 2,5 мм/ч	< 1,0 мм/ч
Умеренная	0,1 и < 0,5 мм/ч	2,5 и < 10 мм/ч	1,0 и < 5 мм/ч
Сильная	0,5 мм/ч	10 мм/ч	5 мм/ч

6.2.2 Датчики мерцаний

Одним из способов наблюдения за текущей погодой является измерение частоты луча света, через который проходят частицы, требующие обнаружения или распознавания. Это называется мерцанием. Частота мерцания зависит от размера частиц и скорости, с которой они проходят через луч. Таким образом, существует опознавательный признак, зависящий от типа осадков. Данная технология позволяет обнаруживать дождь и снег, однако наблюдение за очень слабыми осадками представляет собой трудную задачу. Для жидких осадков порог обнаружения, заданный при проектировании детектора, составляет 0,25 мм/ч. В каталоге изготовителя перечислено несколько датчиков, основанных на этом принципе, а для распознавания града и ледяной крупы разработан также дополнительный акустический датчик (типа измерителя дождевых капель).

6.2.3 Оптические датчики типа измерителя рассеяния

6.2.3.1 Указанные датчики, предлагаемые на рынке многими изготовителями, измеряют значение видимости, а также обнаруживают и распознают определенные категории гидрометеоров.

6.2.3.2 Такой датчик представляет собой измеритель двойного рассеяния: прямого рассеяния (классический для видимости) и обратного рассеяния. Он определяет размер частиц и их скорость, а также составляет таблицу распределения количества частиц по размеру и скорости. Для определения гидрометеора анализируется таблица 6-1. Хотя датчик позволяет распознавать морось, очень слабые осадки зачастую не определяются, в то время как распознавание дождя и снега достаточно эффективно. В случае смешанных осадков, небольших снежных завихрений и низовой снежной метели датчик указывает на наличие дождя, а не снега. Результатом является совершенно иная таблица в сравнении с той, которая ожидается, исходя из общей теории.

6.2.3.3 Еще один изготовитель использует измеритель рассеяния, первоначально предназначенный для измерения значения видимости, к которому он добавил детектор осадков. Малый объем оптического рассеяния означает возможность обнаружения отдельных частиц. Используя этот оптический сигнал датчик рассчитывает интенсивность осадков. Детектор осадков, оборудованный емкостной системой, реагирует на количество воды и дает значение интенсивности. Оптические и емкостные значения интенсивности в условиях жидких осадков близки друг к другу, а в случае твердых осадков оптические значения выше (низкое содержание воды). Измерение температуры помогает датчику и используется также для определения того, являются ли осадки замерзающим дождем. Теоретически такой датчик способен распознавать многие различные типы гидрометеоров: морось, дождь, снег, град, снежную крупу, ледяные кристаллы и смешанные осадки. Испытания продемонстрировали хороший уровень распознавания таких типов осадков, как дождь и снег, в меньшей степени (50 %) морось, но низкий уровень распознавания некоторых других типов, как, например, град, который определялся как сильный дождь. Чувствительность этого датчика имеет порог приблизительно равный 0,05 мм/ч. Он распознает замерзающие осадки путем температурного анализа (т. е. жидкие осадки) в сочетании с минусовой температурой. Тот же изготовитель также предлагает на рынке два других датчика, использующих те же принципы, но с более ограниченной дальностью видимости и с меньшим числом распознаваемых типов гидрометеоров.

6.2.4 Акустический дисдрометр

Дисдрометр измеряет распределение дождевых капель по размеру. Каждая капля определяется по своему воздействию на горизонтальную поверхность путем выработки электрического импульса, пропорционального ее размеру. Распределение капель позволяет распознавать дождь и морось, но не различие между снегом и моросью, поскольку воздействие снежинок регистрируется как воздействие капель малого диаметра. Град и ледяная крупа оказывают существенное воздействие.

6.2.5 Оптический дисдрометр

Оптический дисдрометр определяет размер, количество и скорость падения капель по мере их прохождения через световой барьер (см. рис. 6-1). Каждый тип частицы (морось, дождь, снег, град и т. д.) обладает определенной отличительной характеристикой в двухмерной таблице (размер и скорость), и таким образом можно распознавать тип осадков. На рынке имеются, по крайней мере, два недавно появившихся датчика этого типа.

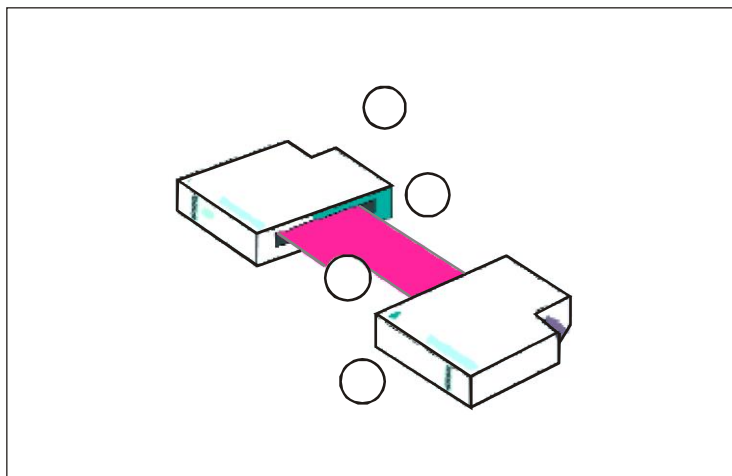


Рис. 6-1. Оптический дисдрометр

6.2.6 Микроволновый радиолокационный датчик

В одном из государств разработан вертикально направленный бистатический рентгеновский радиолокационный датчик. Излучаемый сигнал отражается от частиц, и происходит доплеровский сдвиг в соответствии со скоростью падения: слабый при снеге, более сильный при дожде. Интенсивность сигнала зависит от количества и типа частиц. В результате датчик может различать дождь и снег, однако распознавание мороси является более тонкой задачей.

6.2.7 Датчик обледенения

Такой датчик обнаруживает наличие слоя льда или инея на вибрирующем стержне, резонансная частота которого соответствующим образом меняется. Указанный стержень подогревается, как только частота его вибрации становится ниже заранее определенного порога. Этот датчик используется почти во всех автоматических системах наблюдения за поверхностью (АСНП) в Соединенных Штатах Америки для обнаружения льда в осадках. Он также применяется для обнаружения условий замерзающей мороси, которые невозможно обнаружить с помощью оптических датчиков текущей погоды.

6.2.8 Датчик температуры

Одной из разработок, осуществляемых в настоящее время, является измерение тепловой энергии, необходимой для растапливания твердых осадков. Такой датчик позволил бы обнаруживать и распознавать град или мелкий град в определенных условиях: необходимость растапливания гидрометеора при температуре окружающей среды 5 °С является хорошим показателем наличия града или мелкого града. Предстоит еще подтвердить возможности такого датчика.

6.2.9 Датчики осадков

Существует несколько моделей, которые подпадают под две основные категории: оптическую (обнаружение частиц, проходящих через луч света) и электроэнергетическую (обнаружение воды на поверхности, изменяющей электрическое сопротивление или электрическую емкость). Такие датчики не способны определять тип осадков, но они могут быть достаточными для мест, не подверженных определенным видам гидрометеоров; например, нет необходимости распознавать снег в тропических регионах.

6.2.10 Детекторы молний

Существует целый ряд датчиков, которые обнаруживают молнии в радиусе 50 км, используя магнитные и электростатические отличительные характеристики молнии. Путем оценки расстояния и направления молний эти датчики могут предоставить местную информацию о грозах. Альтернативой местному датчику является сеть обнаружения молний.

6.3 ОГРАНИЧЕНИЯ ПРИБОРОВ

Существующие на сегодняшний день ограничения приборов при распознавании текущей погоды являются следующими:

- а) для большинства датчиков точность распознавания дождя и снега составляет 90 % случаев или более, где интенсивность осадков выше;

- b) лишь некоторые датчики способны распознавать морось, но их показатели низкие (в лучшем случае 50 %);
- c) практически ни один датчик не распознает град;
- d) данные о смешанных осадках регистрируются в редких случаях. Они воспринимаются как дождь или снег;
- e) при очень низкой интенсивности осадков ($< 0,1$ мм/ч) их тип распознается нечетко. Часто используется код "неопознанные осадки (UP)", и он является более предпочтительным, чем ошибка распознавания;
- f) следует достичь компромисса между порогом обнаружения и частотой ложных сигналов тревоги (обнаружение несуществующих явлений); даже самые "чувствительные" датчики иногда подвержены ложным сигналам тревоги. Поэтому представляется важным установить наиболее практичный порог обнаружения. Для авиационных целей нет необходимости в обнаружении осадков очень слабой интенсивности (например, $< 0,1$ мм/ч) за исключением замерзающих осадков, для которых рекомендуется порог $0,02$ мм/ч;
- g) интенсивность снега не всегда сообщается надлежащим образом;
- h) оптические системы чувствительны к загрязнению и требуют регулярного технического обслуживания, особенно если они расположены вблизи моря.

6.4 АЛГОРИТМЫ И СООБЩЕНИЕ ДАННЫХ

Примечание. Понимая, что все указанные элементы требуется включать в местные регулярные сводки, местные специальные сводки и в сообщения METAR и SPECI, в случае временного отказа полностью автоматизированной системы метеонаблюдения/датчика, что делает невозможным передачу сообщения о текущей погоде, группа, в которой в сводке должен стоять кодированный показатель текущей погоды, должна быть заменена соответствующим количеством косых черточек. Такая практика соответствует требованиям Руководства по кодам "Международные коды", том I.1, часть A "Буквенно-цифровые коды" (ВМО – № 306).

6.4.1 Общие положения

6.4.1.1 Обработка измеряемых физических сигналов производится самим датчиком. Подробные алгоритмы составляют ноу-хау изготовителя и в той или иной степени задокументированы в зависимости от изготовителя. Иногда в них используются данные о температуре для корректировки или диагностики текущей погоды. Это может служить двоякой цели при использовании дополнительных алгоритмов внешней системы обработки данных; и в этом случае важно знать процесс внутренней обработки, с тем чтобы вся система функционировала надлежащим образом.

6.4.1.2 При сочетании различных датчиков или параметров существует потенциальная возможность значительного улучшения диагностики текущей погоды. Использование значения температуры воздуха является наиболее наглядным примером, однако имеются другие полезные параметры или другие межпараметровые соотношения. Таким образом, дополнительно можно устанавливать и применять другие "классические" датчики, такие, как приборы для измерения температуры. Алгоритмы сочетания данных позволяют распознавать дополнительные типы текущей погоды или корректировать данные первоначальной диагностики, переданные датчиком текущей погоды. В этом случае некоторые алгоритмы могут быть специально разработаны с учетом конкретного используемого датчика и его известных ошибок.

6.4.1.3 Разработкой и использованием таких алгоритмов занимаются многие государства и/или метеорологические службы. Получить общую картину нелегко, поскольку лишь немногие из этих алгоритмов четко задокументированы, и иногда они рассматриваются как имеющие коммерческую ценность. В настоящее время стандартизация или перечисление этих алгоритмов не представляются возможными.

6.4.1.4 Некоторые исследования продемонстрировали полезность использования приборов для измерения температуры (не защищенных каким-либо укрытием), размещенных на двух уровнях над землей, например на высоте +10 и +50 см, и обозначаемых T_{+10} и T_{+50} . При отсутствии осадков указанные два значения температур часто различаются, поскольку над землей существует температурный градиент: в ночное время при ясном небе земля более прохладная и поэтому T_{+10} ниже значения T_{+50} ; в дневное время при ясном небе земля теплее и поэтому температура T_{+10} выше температуры T_{+50} . Однако при наличии тумана или осадков обе температуры являются результатом воздействия одних и тех же атмосферных условий, что сводит к минимуму разницу в температуре, которая может существовать между этими двумя измерениями. Данный факт можно использовать, но отсутствие температурного градиента не означает наличия тумана или осадков. По этим же причинам сравнение с температурой воздуха (T_{air}) также полезно.

6.4.1.5 Примеры алгоритмов, касающихся обнаружения явлений текущей погоды (6) и их распознавания (7), приводятся в добавлении А.

6.4.1.6 Если невозможно проводить наблюдение за текущими погодными условиями с помощью автоматической системы наблюдения в силу временного отказа системы/датчика, текущая погода указывается как "///" в автоматических местных регулярных сводках, местных специальных сводках и в сообщениях METAR и SPECI.

6.4.2 Пороги обнаружения

6.4.2.1 Автоматические системы способны обнаруживать гидрометеоры, при этом порог обнаружения зависит от изначальных технических характеристик используемых систем и датчиков. Заданного порога обнаружения не существует.

6.4.2.2 Первоначальные характеристики системы АСНП в Соединенных Штатах Америки предусматривали порог, примерно равный 0,25 мм/ч. В рекомендации Комиссии ВМО по приборам и методам наблюдения (КПМН) устанавливается порог 0,02 мм/ч в качестве нижнего предела, используемого для указания признаков осадков (признаки осадков в объеме от 0,02 до 0,2 мм/ч). Обычно используемый интервал времени для усреднения вышеупомянутых значений интенсивности составляет 10 мин.

6.4.2.3 Для авиационных нужд полезное предельное значение порога еще не определено. В случае замерзающих осадков, вероятно, подходит порог в 0,02 мм/ч; такой низкий порог, возможно, не требуется для других типов осадков. Более того, интенсивность, оцениваемая как "слабые осадки" охватывает очень широкий динамический диапазон (0,02–2,5 мм/ч) с очень различной эксплуатационной значимостью. Термин "слабый" уже подразумевает, что данное явление оказывает незначительное влияние, поэтому значение интенсивности 0,02 мм/ч, возможно, не играет никакой роли. Недостатком автоматической системы с очень низким порогом обнаружения является трудность в распознавании гидрометеора в таких условиях. Использование сокращения "UP" в этих случаях представляется полезным. Опыт применения первых установленных автоматических систем показывает, что порог 0,2 мм/ч может быть приемлемым, за исключением замерзающих осадков, для которых рекомендуется порог 0,02 мм/ч.

6.4.3 Распознавание мороси (DZ)

Некоторые системы могут отличать морось от дождя, однако существующие датчики надежны только в течение 50 % времени их работы. Эту ситуацию можно улучшить с помощью дополнительных алгоритмов, но в ближайшем будущем большого прогресса не ожидается. Другая трудность в распознавании мороси заключается просто в ее обнаружении, поскольку капли мороси очень малы и, таким образом, с трудом обнаруживаются некоторыми датчиками.

6.4.4 Распознавание дождя (RA) и снега (SN)

Многие датчики точно распознают дождь и снег, за исключением случаев, когда интенсивность очень низка ($< 0,1$ или $0,2$ мм/ч). Во всех случаях, когда имеется слишком много неопределенностей, предпочтительнее использовать сокращение UP.

6.4.5 Распознавание снежных зерен (SG), ледяной крупы (PL) и ледяных кристаллов (IC)

На сегодняшний день лишь немногие датчики текущей погоды и, следовательно, лишь немногие автоматические системы способны распознавать эти типы гидрометеоров. Те из них, которые способны это осуществлять либо претендуют на то, что они способны, не очень надежны. Кроме того, сравнение данных показывает, что чем больше типов гидрометеоров тот или иной датчик может обнаруживать, тем больше путаницы возникает между этими типами. Если они не распознаются по отдельности, то они будут зачастую указываться как снег.

Примечание. В местных регулярных сводках, местных специальных сводках и в сообщениях METAR и SPECI не требуется сообщать о ледяных кристаллах.

6.4.6 Распознавание града (GR), мелкого града и/или снежной крупы (GS)

Результаты исследований показывают, что у датчиков возникают большие трудности в распознавании града и снежной крупы. Вместо этого, во многих случаях такие осадки определяются как сильный дождь. Проблема заключается в методе использования оптических и/или радиолокационных сигналов в процессе распознавания. Для достижения большей точности при таком распознавании требуются специальные датчики. В настоящее время ведется разработка новых методов, основанных на акустических и тепловых принципах.

6.4.7 Распознавание тумана (FG), дымки (BR), мглы (HZ) и дыма (FU)

6.4.7.1 Датчики дальности видимости правильно распознают туман (дальность видимости менее 1000 м) и дымки (дальность видимости от 1000 до 5000 м). Однако следует проявлять осторожность, поскольку учитываемая видимость представляет собой видимость для авиационных целей, определение которой приводится в главе 1 Приложения 3.

6.4.7.2 Наличие тумана должно быть подтверждено высокой относительной влажностью, равной по крайней мере 95 % (не 100 % с учетом неопределенности в измерении), чтобы избежать использования сокращения FG в тех случаях, когда уменьшение видимости вызвано сильным дождем или, в частности, снегом. В этом случае наличие RA или SN должно быть четко определено датчиком текущей погоды, так как их интенсивность поможет установить присутствие тумана (или наоборот).

6.4.7.3 Наличие дымки должно быть подтверждено высокой относительной влажностью не менее 80 %. Если значение относительной влажности ниже этого уровня, то это мгла, обозначаемая как HZ. В случае осадков или дыма видимость может временно понижаться до значения менее 5000 м. Отличительной чертой дымки или мглы является ее стабильность во времени, по крайней мере, в течение периода от 10 до 30 мин. Такие условия могут привести к изменению видимости, но медленно и плавно, без значительных колебаний. Существенные колебания указывают на присутствие осадков или дыма. Для дымки и мглы рекомендуется установить критерий стабильности видимости. И наоборот, когда осадки отсутствуют, а видимость колеблется, это вполне может свидетельствовать о наличии дыма, и такие данные следует сообщать в сводках. Однако всегда необходимо

иметь в виду, что способность автоматической системы сообщать очень локальные явления, такие как дым, ограничена в связи с селективными измерениями значения видимости. Дым не будет обнаружен, пока он не пройдет через зону действия датчика.

6.4.7.4 Для определения тумана, дымки или мглы следует использовать значения видимости, репрезентативные для данного аэродрома. При наличии нескольких измерителей рассеяния для распознавания (локальных) гряд тумана (BCFG) или частичного тумана (PRFG), покрывающего значительную часть аэродрома, следует использовать данные измерений видимости нескольких датчиков.

6.4.8 Распознавание песка (SA), пыли (DU), вулканического пепла (VA), пыльного/песчаного вихря (PO), воронкообразного облака (FC), пыльной бури (DS) и песчаной бури (SS)

Существующие автоматические системы не могут сообщать об этих явлениях. Для обозначения пыльной бури (DS) или песчаной бури (SS) можно было бы использовать определенное кодирование, включающее сочетание низкой видимости (например, < 1000 м), низкой относительной влажности (например, < 50 %) и высокой скорости ветра (например, средняя скорость за период более 10 мин > 15 м/с (30 уз)). Можно было бы провести исследования, показывающие соотношение между этими параметрами и наличием явлений DS или SS, используя данные, собранные на местах, подверженных таким условиям. Например, некоторые исследования показывают, что явления DS и SS могут считаться сильными тогда, когда видимость составляет менее 200 м и небо закрыто облаками, и умеренными, когда видимость составляет менее 200 м, а небо не закрыто облаками, или когда видимость находится в диапазоне от 200 до 600 м.

6.4.9 Опознавание шквала (SQ)

Шквал характеризуется внезапным увеличением скорости ветра, продолжающимся в течение по крайней мере одной минуты и иногда нескольких минут. Зачастую он сопровождается изменением направления ветра и внезапным изменением атмосферного давления. На практике шквалы можно обнаруживать путем сравнения скорости ветра в данной точке со средней скоростью ветра за 2-минутный период, чтобы выяснить, было ли определенное увеличение (например, по крайней мере, 8 м/с (16 уз)), продолжавшееся, по крайней мере, 1 мин; такой метод позволяет отличить простые порывы от шквалов. Если установлено несколько датчиков ветра, то для обнаружения шквала следует проанализировать данные каждого датчика.

6.4.10 Распознавание грозы (TS)

6.4.10.1 Наличие гроз можно определять с помощью локального детектора молний или сети датчиков молний. Ведутся разработки, призванные обеспечить возможность использования получаемой от такой сети информации в местных системах наблюдения на аэродроме.

6.4.10.2 Для сообщения о грозе, наблюдаемой на аэродроме, используется идентификатор TS с указанием осадков, если таковые имеются. Совместное использование сокращений TS и ливневых осадков (SH) в одной и той же группе не допускается; приоритет следует отдать TS в сравнении с SH. Объективная оценка расстояния возможна при наличии детекторов молний или сети датчиков молний.

6.4.10.3 В местных регулярных сводках, местных специальных сводках и в сообщениях METAR и SPECI информация о грозе сообщается в тех случаях, когда на аэродроме слышен гром или наблюдаются грозовые разряды в течение 10-минутного периода, предшествующего времени наблюдения, но при этом осадки на аэродроме отсутствуют. Пример сообщения информации о грозе, основанного на данных наблюдений системой обнаружения грозовых разрядов и метеорологической РЛС, приводится в разделе "Распознавание явлений текущей погоды (7)" в добавлении А.

6.4.11 Распознавание ливневых осадков (SH)

Объективного или математического определения ливневых осадков в количественном отношении не существует. Чтобы иметь возможность распознавать ливневые осадки, необходимо проанализировать интенсивность осадков за данный период, например за 1 ч. В течение этого времени периоды осадков необходимо отделить от периодов без осадков. Другим методом выявления ливневых осадков является анализ разницы в интенсивности, в зависимости от пространства, при использовании на аэродроме нескольких датчиков. В качестве дополнительного средства распознавания ливневых осадков может служить оценка наличия кучево-дождевых облаков (см. главу 7). Независимо от подхода наличие конвективных облаков является необходимым условием для представления информации о ливневых осадках в автоматических местных регулярных сводках, местных специальных сводках и в сообщениях METAR и SPECI, т. е. сокращение SH можно включать в эти сводки только при использовании метода, учитывающего наличие конвективных облаков.

6.4.12 Распознавание замерзающего дождя (FZRA) и замерзающей мороси (FZDZ)

Замерзающий дождь или замерзающая морось часто наблюдаются при температуре воздуха ниже нуля. Жидкие осадки почти всегда замерзают при температуре $T_{\text{air}} < -0,5^{\circ}\text{C}$. Это простой и относительно надежный способ определения замерзающего характера осадков при условии, что осадки были обнаружены и надлежащим образом распознаны как жидкие. Для очень слабых осадков требуется датчик обледенения, реагирующий на малое количество льда. Вопрос о том, устанавливать или нет такой датчик в автоматической системе, зависит от частоты явлений замерзания.

6.4.13 Распознавание низовой снежной метели (BLSN)

Многие датчики анализируют частицы, проходящие через анализируемый объем атмосферы. Низовую снежную метель можно спутать со снегом или другим типом гидрометеоров, поскольку в этом случае движение снега быстрее обычного. Поведение датчика зависит от его конструкции и физических принципов. Известно, что в одном из государств разработан алгоритм обнаружения BLSN.

6.4.14 Распознавание низового поземка (DR) и приземных (MI) явлений

Датчики текущей погоды и/или видимости обычно устанавливаются на высоте свыше 2 м. Приземные явления (т. е. явления, происходящие ниже высоты установки датчика), не могут быть обнаружены, и характеристики "низовых поземок" (DR) или "приземных" (MI) явлений обычно не сообщаются автоматическими системами. Для этого необходимы специальные приборы либо установка датчиков на высоте менее 2 м. Обнаружение таких явлений еще не считается достаточно важным, чтобы оправдать капиталовложения в специальные приборы.

6.4.15 Распознавание гряд (BC) и частичного (PR) тумана (применяется к туману)

6.4.15.1 Идентификаторы BC и PR применяются к туману, и их не следует использовать отдельно. В случае гряд тумана туман не является однородным, и при этом наблюдается локальная изменчивость значения видимости во времени. Например, если анализ данных о видимости в какой-либо точке показывает наличие по крайней мере двух эпизодов, когда дальность видимости составляла меньше 1000 м с интервалом не менее 5 мин, то в сводках, видимо, следует использовать аббревиатуру BC. При наличии в аэропорту нескольких датчиков видимости все располагаемые датчики могут отслеживать связанные с туманом эпизоды для повышения вероятности обнаружения гряд тумана.

6.4.15.2 Сокращение PR (частичный) может быть включено в сводки только в том случае, если в аэропорту имеется несколько датчиков видимости и если некоторые из них показывают стабильную видимость менее 1000 м. Для распознавания гряд тумана необходима определенная стабильность. Такую стабильность можно оценить наличием эпизодов без тумана либо единственного эпизода наблюдения тумана (например, за период 1 ч) на каждый датчик.

6.4.16 Использование обозначения неопознанных осадков (UP)

6.4.16.1 Не все метеорологические элементы, предусмотренные кодами METAR/SPECI, могут сообщаться автоматическими системами. Однако вполне вероятно, что автоматическая система сможет распознать наличие в данный момент осадков, используя сочетание данных, поступающих от датчиков видимости, температуры и текущей погоды, но она не сможет определить конкретный тип осадков. В такой ситуации в сводки можно включать сообщение о неопознанных осадках, используя сокращение UP.

6.4.16.2 Способность автоматического датчика распознать тот или иной конкретный тип осадков будет зависеть от используемой технологии. Ниже приводится перечень метеорологических явлений, которые могут указываться в сводках как UP:

- морось (DZ);
- ледяная крупа (PL);
- снежные зерна (SG);
- град (GR);
- мелкий град и/или снежная крупа (GS);
- пыль (DU);
- пыльная буря (DS);
- песок (SA);
- песчаная буря (SS).

6.4.17 Определение интенсивности осадков

Для гидрометеоров определены три уровня интенсивности. Существующие датчики текущей погоды способны измерять интенсивность обнаруженных ими гидрометеоров. Датчики указывают значения интенсивности осадков в мм/ч, а иногда как слабые, умеренные или сильные (см. таблицу 6-1), что представляет собой лишь результат проверки значения интенсивности в мм/ч относительно порогов, заданных в датчике. Зачастую интенсивность значительно меняется во времени, поэтому необходимо отфильтровать информацию, прежде чем определить уровень интенсивности. Рабочая группа Комиссии ВМО по приборам и методам наблюдения (КПМН) предложила использовать среднее значение из трех максимальных показаний интенсивности за последние 10 мин (данные об интенсивности выдаются каждую минуту).

6.4.18 Определение окрестностей (VC)

В случае автоматической системы, использующей местные приборы, установленные на аэродроме, информация о явлениях, имеющих место в окрестностях (с использованием сокращения VC) не может

быть включена в сводки, за исключением данных о грозе (TS), когда ее может распознать детектор молний, способный указать расстояние до нее. Единственным способом сообщать в сводках данные о других типах явлений текущей погоды, происходящих в окрестностях, является установка (когда это практически осуществимо) дополнительных датчиков в окрестностях аэропорта. Так как автоматические системы часто устанавливаются на небольших аэродромах, капиталовложения для установки нескольких датчиков вокруг аэродрома в большинстве случаев будут неоправданными. Сокращение VC используется в тех случаях, когда явление фиксируется за пределами аэродрома на расстоянии приблизительно 8–16 км от контрольной точки аэродрома. Точное расстояние, подлежащее использованию для сообщения VC, должно определяться на месте в консультации с полномочным органом гражданской авиации и будет зависеть от фактических размеров аэродромного комплекса.

6.4.19 Комбинация алгоритмов

Все алгоритмы по комбинированию данных обычно устанавливаются в центральной ЭВМ системы наблюдения. Различные комбинации могут быть сложными. Существует несколько способов комбинирования различных алгоритмов:

- Классический подход: серия испытаний, приводящая к диагностике и кодированию данных в сводках.
- Комбинированный подход: сочетание нескольких отдельных алгоритмов, каждому из которых устанавливается определенный весовой коэффициент, для тех случаев, когда алгоритмы выдают различные заключения.
- Подход "нечеткой логики" (техническое решение проблемы): математический метод, использующий предыдущий опыт диагностики для определения соответствующего весового коэффициента, который должен быть присвоен конкретным алгоритмам в самых различных ситуациях. Существует много материалов, описывающих методику применения нечеткой логики; таким образом, в настоящем руководстве данная тема подробно рассматриваться не будет.

6.4.20 Изменчивость параметров

6.4.20.1 Большинство явлений текущей погоды существенно не меняются во времени в интервале нескольких минут. В случае низкой интенсивности внутренние алгоритмы системы анализируют диагностику за последние несколько минут для ее подтверждения или отказа от нее (и при возникновении сомнения могут включить в сводку кодовое обозначение UP).

6.4.20.2 Однако зачастую интенсивность значительно меняется во времени. Рекомендуется нивелировать эти данные за последние 10 мин. Изменения интенсивности во времени могут также использоваться для установления характера ливней.

6.4.20.3 За исключением таких явлений, как туман, дождь, град, ледяная крупа и дым, текущая погода в аэропорту очень часто является однородной, и необходимость установки нескольких датчиков в различных местах отсутствует. Ввиду своей эксплуатационной значимости видимость представляет собой особый случай, способный оправдать установку нескольких датчиков, которые могут использоваться для повышения надежности обнаружения тумана и сообщения данных о возможных сопутствующих характеристиках (гряды (BC) тумана и частичный (PR) туман).

6.5 ИСТОЧНИКИ ОШИБОК

6.5.1 Поскольку текущая погода не является непосредственно измеренным физическим параметром, как, например, температура или видимость, имеется множество источников ошибок. Чем выше интенсивность того или иного явления текущей погоды, тем лучше оно распознается и обнаруживается. Соответственно, при очень низкой интенсивности риск ошибочной классификации возрастает.

6.5.2 Дождь и снег распознаются достаточно легко, однако некоторые типы текущей погоды представляют собой более трудную задачу. Редкое проявление того или иного явления затрудняет оценку эксплуатационных характеристик системы. Легче разработать системы для обычных типов текущей погоды.

6.5.3 Аprobация автоматической системы представляет собой сложный процесс, поскольку явления текущей погоды очень трудно моделировать, что вызывает необходимость ожидания их появления в данном месте. Поэтому сравнение должно проводиться по результатам за длительный период, и при этом требуются контрольные данные. В настоящее время контрольными данными являются визуальные наблюдения человека. При проведении таких сравнений важно удостовериться в том, что наблюдения осуществляются одновременно. В начале и в конце осадков (на этапах, когда интенсивность часто очень мала) результаты автоматических систем и визуальных наблюдений могут быть различными, что снижает показатели статического обнаружения и распознавания, не доказывая наличия фактического дефекта в автоматической системе. Один из методов уменьшения этих рисков состоит в использовании "клинических" визуальных наблюдений, проводимых непосредственно в то же время, что и наблюдения с помощью автоматической системы. Для этого требуются особые наблюдения, что является очень дорогостоящим мероприятием в плане человеческих ресурсов. В противном случае представляется важным оценивать поведение системы в каждом эпизоде текущей погоды с учетом характеристик системы (а также характеристик наблюдателя) в течение нескольких минут до и после наблюдения.

6.5.4 Точность, с которой различные типы текущей погоды и их характеристики распознаются автоматическими системами, существенно различается. В таблице 6-2 приводится общее описание возможностей автоматических систем наблюдения в отношении различных типов и характеристик текущей погоды.

6.5.5 Не все автоматические системы характеризуются одной и той же степенью надежности или способности. Ограничения той или иной используемой системы обычно сообщаются соответствующим государством как различие. В тех случаях, когда возможности наблюдения отличаются в зависимости от аэродрома в рамках одного и того же государства, возникают определенные осложнения из-за того, что такую информацию труднее задокументировать и труднее довести до сведения пользователей данные об ограничениях каждой системы.

6.5.6 При установке датчиков важно удостовериться в том, что в окрестностях отсутствуют растения, могущие привлекать летающих насекомых, которые могли бы попадать в исследуемый объем атмосферы. Одним из способов ограничения такой возможности является установка измерительного прибора высоко над землей. Для избежания попадания в зону обзора задуваемых ветром частиц или пыли и предотвращения засыпания датчика снегом рекомендуется надлежащая высота измерения (примерно 2,5 м).

**Таблица 6-2. Возможности полностью автоматических систем наблюдения
распознавать явления текущей погоды**

Возможное и надежное кодирование в сводках	RA, SN, FG, BR, HZ. Характеристики TS, FZ, VCTS. Уровни интенсивности
Возможное или предсказуемое кодирование в сводках	SQ, DS, SS. Характеристики SH, BC, PR
Частичное обнаружение Кодирование в сводках иногда возможно	DZ, GR, GS, FU
Кодирование в сводках невозможно	SG, PL, IC, SA, DU, VA, PO, FC. Часто GR, GS. Характеристики VC (за исключением TS)

6.6 КАЛИБРОВКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

6.6.1 Техническое обслуживание датчиков должно производиться в соответствии с рекомендациями изготовителей. Регулярное техническое обслуживание обычно заключается в очистке внешней поверхности, особенно в случае оптических датчиков. Рекомендации по осуществлению контроля и/или калибровки в отношении оптических датчиков, использующих свет обратного рассеяния, обычно такие же, что и для измерителей рассеяния, которые оценивают дальность видимости (см. главу 4).

6.6.2 Одна из проблем при калибровке датчиков текущей погоды состоит в трудности моделирования гидрометеоров. Стабильность той или иной характеристики датчика зависит от его конструкции. Одним из методов контроля является проведение локализованных сравнений с помощью местного наблюдателя на протяжении всего срока действия системы либо установление соотношений или сравнений с соседними станциями наблюдения во время медленно движущихся и охватывающих большое пространство метеорологических явлений.

6.7 МЕСТА ИЗМЕРЕНИЙ

6.7.1 В Приложении 3 предусмотрено, что информация о текущей погоде должна быть репрезентативной для условий на аэродроме и, при наличии определенных оговоренных метеорологических явлений, в его окрестностях.

6.7.2 В случае проведения автоматических наблюдений считается приемлемым, чтобы наблюдение проводилось только в одной точке, выбранной в качестве самой репрезентативной для данного аэродрома и/или обычно расположенной таким образом, чтобы обеспечить легкий доступ для установки, технического обслуживания и передачи данных, например, на выделенном для метеорологических целей участке. Для получения информации о тумане и дымке автоматическая система должна использовать показания всех имеющихся на аэродроме датчиков.

Глава 7

ОБЛАЧНОСТЬ

7.1 ВВЕДЕНИЕ

7.1.1 Как и в отношении видимости и RVR, необходимо сообщать данные о количестве облачности, виде облаков и высоте нижней границы облаков, так как они оказывают существенное влияние на производство полетов. Например, слишком малая высота нижней границы облаков может ухудшить метеоусловия на ВПП или в аэропорту, поскольку она непосредственно влияет на обзор ВПП пилотом. Кучево-дождевые (CB) или башеннообразные (TCU) облака являются конвективными облаками, представляющими потенциальную опасность для воздушных судов из-за связанного с ними сдвига ветра, который может повлиять на посадки и взлеты.

7.1.2 Количество облачности указывается с использованием четырех сокращений: мало (FEW), рассеянная (SCT), разорванная (BKN) и сплошная (OVC). Данные наблюдения за облачностью в местных регулярных сводках и местных специальных сводках должны быть репрезентативными относительно используемых порогов ВПП. Данные наблюдения за облачностью в сообщениях METAR и SPECI должны быть репрезентативными относительно аэродрома и его окрестностей.

7.2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

7.2.1 Высота нижней границы облаков

7.2.1.1 Единственным автоматическим датчиком, способным в настоящее время измерять высоту нижней границы облаков, является облакомер. Во всех последних моделях в качестве источника света используется лазерный диод. Облакомеры точно измеряют нижнюю границу облаков, находящихся непосредственно над датчиком. Оценка облачных слоев осуществляется путем анализа данных последовательных измерений с одной и той же регулярностью в дневное и ночное время суток.

7.2.1.2 Световой импульс направляется вверх, и часть силы света отражается или обратно рассеивается находящимися в атмосфере аэрозолями и частицами. Высокоскоростной электронный детектор измеряет отраженный сигнал в течение различных последовательных мгновений. Каждое мгновение соответствует расстоянию, равному времени, прошедшему между излучением света (импульса) и его приемом, деленному на скорость света и еще раз деленному на два (излучение и возврат). Данная система определяет профиль обратного рассеяния сигнала, что составляет принцип работы облакомера.

7.2.1.3 Мощность светового импульса ограничивается техническими возможностями и особенно стандартами безопасности, т. е. импульс света не должен быть опасным для глаз человека. Поэтому сила сигнала при его обратном рассеянии очень мала и практически не отличается от фонового света. Таким образом, чтобы повысить отношение сигнал – шум и получить пригодный для использования профиль обратного рассеяния, необходимо увеличить число лазерных импульсов (обычно более 10 000).

7.2.1.4 Первые облакомеры были предназначены исключительно для авиационных целей, и их диапазон измерений составлял 30 м (100 фут) или от 45 до 1500 м (150–5000 фут). У более поздних облакомеров диапазон измерений более широкий и составляет от 30 м (100 фут) или менее и до 6000 м (20 000 фут) или более. Диапазон измерений удовлетворяет всем аэронавигационным требованиям, поскольку считается, что любые облака с нижней границей менее 1500 м (5000 фут) (либо ниже наибольшего значения абсолютной минимальной высоты сектора, в зависимости от того, какая из этих величин больше) имеют эксплуатационное значение и их данные должны сообщаться в сводках. Благодаря более высоким эксплуатационным характеристикам приборов и более совершенным методам обработки сигналов повысилась эффективность облакомеров.

7.2.2 Количество облачности

7.2.2.1 Соединенные Штаты Америки в рамках систем АСНП разработали алгоритм, позволяющий рассчитывать количество облачности путем анализа значений высоты нижней границы облаков за последние 30 мин. Этот метод и его ограничения описаны в разделе 7.3.

7.2.2.2 Существует также образцы датчиков количества облачности, основанных на использовании одного или более инфракрасных радиометров, последовательно направленных на различные участки неба для определения излучаемой температуры. Данная температура ниже, когда небо ясное, и выше, когда имеются облака; излучаемая облаками температура уменьшается с абсолютной высотой. Однако необходимо принимать во внимание профиль температуры окружающей среды или реальной температуры. В зависимости от сезона и местоположения облако при температуре 0 °C может находиться близко от земли или на высоте 3000 м (10 000 фут). Такие датчики не могут точно указывать высоту нижней границы облаков. Однако они способны определить количество облачности, не будучи подверженными недостаткам алгоритма, связанного с облакомером, который может "видеть" только облака, проходящие над этим облакомером. Они могут обнаруживать прибытие облачного слоя или его протяжение непосредственно над облакомером, и поэтому способны дополнить недостающий объем информации, поступающей от облакомера.

7.2.2.3 Существуют также датчики, которые "фотографируют" изображение неба, отраженное на полусферическом куполе, или через выпуклую оптику. Анализ такого изображения позволяет обнаружить наличие облачности и рассчитать ее количество, однако данный метод срабатывает только в дневное время суток при излучении в видимой области спектра. В ночное время суток необходимо будет использовать инфракрасные приборы, направленные непосредственно в небо. Это аналогично методу, изложенному в п. 7.2.2.2.

7.2.3 Вид облаков: обнаружение кучево-дождевых (CB) и башеннообразных кучевых (TCU) облаков

7.2.3.1 Облака CB и TCU распознаются визуально и иногда с помощью акустических приборов. Кучево-дождевое облако может находиться внутри облачного массива, и непосредственное визуальное наблюдение может его не выявить. Молния и/или гром указывают на наличие облаков CB.

7.2.3.2 Метеоролокатор обнаруживает наличие осадков (а иногда даже облаков) и определяет их интенсивность. Интенсивные или глубокие очаги конвективных облаков можно наблюдать визуально, и они обладают высокими уровнями отражательной способности. В настоящее время Комиссия ВМО по приборам и методам наблюдения (КПМН) рассматривает предложение о том, чтобы определять облака CB и TCU или, точнее, конвективные облака, используя для этой цели уровни отражательной способности. Недостатком данного метода является тот факт, что высокие уровни отражательной способности наблюдаются также во время сильных, неконвективных осадков в условиях отсутствия облаков CB и TCU. Сочетание радиолокационных снимков с инфракрасными спутниковыми снимками может обеспечить более точную диагностику, поскольку облака CB и TCU характеризуются большой вертикальной протяженностью; таким образом, температура воздуха на уровне их верхней границы является низкой.

7.2.3.3 Для метеорологических прогнозов обычно используются радиолокационные и спутниковые снимки. В некоторых странах для авиационных пользователей становятся доступными продукты, адаптированные для конвективных явлений. В настоящее время во многих странах осуществляются разработки, предусматривающие извлечение информации о конвективных облаках, получаемой с помощью радиолокационных и спутниковых снимков, и интегрирование ее в сводки METAR/SPECI и местные сводки. Необходимо также определить район вокруг аэропорта, в котором должны быть указаны облака CB/TCU. Данный район следует, возможно, соотнести с районом, где могла бы быть обнаружена гроза (TS или VCTS). Поскольку в настоящее время никакого определения не существует, представляется возможным, чтобы наличие облаков CB могло устанавливаться визуально при наблюдении молнии, даже если она возникает на большом расстоянии (в ночное время суток такое расстояние может составлять до 100 км).

7.2.3.4 Существуют местные датчики и/или сети, которые обнаруживают молнии в установленном районе, соответствующем зоне, подверженной явлениям TS и VCTS. Молния свидетельствует о наличии облаков CB. К сожалению, имеется много случаев ложных сигналов тревоги, которые делают данный метод несколько ненадежным.

7.2.3.5 Существуют также датчики электрополя (генераторы поля), изменения показаний которых в широком диапазоне могут указывать на приближение грозы, однако надежных автоматизированных алгоритмов, связывающих электрическое поле с наличием облаков CB, не существует.

7.3 АЛГОРИТМЫ И СООБЩЕНИЕ ДАННЫХ

Примечание. Понимая, что все указанные элементы требуется включать в местные регулярные сводки, местные специальные сводки и в сообщения METAR и SPECI, в случае временного отказа полностью автоматизированной системы метеонаблюдения/датчика, что делает невозможным передачу сообщения об облачности, группа, в которой в сводке должен стоять кодированный показатель облачности, должна быть заменена соответствующим количеством косых черточек. Такая практика соответствует требованиям Руководства по кодам "Международные коды", том I.1, часть A "Буквенно-цифровые коды" (ВМО – № 306).

7.3.1 Определение облачных слоев с использованием облакомера

7.3.1.1 Для расчета облачных слоев с использованием облакомера во всем мире используется большое количество алгоритмов, разработанных метеорологическими полномочными органами и/или проектировщиками систем. Точная стандартизация алгоритмов представляет собой трудную задачу, однако во всех алгоритмах используется один и тот же метод расчета, разработанный в Соединенных Штатах Америки в рамках системы АСНП. Описание указанного метода приводится ниже.

7.3.1.2 Как правило, облакомер выдает данные каждые 15 или 30 сек. Отдельные данные о высоте нижней границы облаков (или отсутствии нижней границы облаков) используются за период в 30 мин. В целях ускорения обнаружения последних изменений в алгоритме учитываются данные последних 10 мин с двойным весовым коэффициентом. Основной принцип этого алгоритма состоит в том, что облака, проходящие над облакомером, обеспечивают надежные данные о количестве облачности. Тридцатиминутный период представляет собой компромисс между совокупным периодом, который является достаточно длинным, чтобы быть репрезентативным, и достаточно коротким, чтобы не усреднять и не обнаруживать с запозданием то или иное изменение, имеющее существенное значение. В некоторых странах используется более продолжительный период, равный 1 ч.

7.3.1.3 Отдельные случаи обнаружения облачности классифицируются по интервалам в 30, 60 или 150 м (100, 200 или 500 фут) в зависимости от высоты и образуют совокупность классов с определенной шириной и определенным количеством измерений в рамках данной ширины. Как правило, после этого процесса остаются

несколько классов с ненулевым количеством измерений, и это число необходимо уменьшить. Классификация осуществляется в соответствии с высотой.

7.3.1.4 Примеры алгоритмов, касающихся облачных слоев (8), приводятся в добавлении А.

7.3.2 Определение облачных слоев с использованием нескольких облакомеров

Если на аэродроме облакомеры установлены возле каждого конца ВПП, расчет облачных слоев необходимо производить для каждого из них и, в соответствующих случаях, включать эти данные в местные сводки. Указываемые в сводках METAR/SPECI данные наблюдений должны быть репрезентативными для аэродрома и его окрестностей, хотя допускается, чтобы наблюдение осуществлялось только в одной точке, выбранной в качестве наиболее репрезентативной для этого аэродрома. В тех случаях, когда на аэродроме установлено несколько облакомеров, то представляется возможным интегрировать результаты измерений облакомеров в определенном алгоритме, например, аналогичном описанному выше, который будет способен обработать большее число данных измерений нижней границы облаков.

7.3.3 Обнаружение наличия кучево-дождевых (CB) и башеннообразных кучевых (TCU) облаков

7.3.3.1 Облакомер, являющийся единственным автоматическим датчиком, способным в настоящее время измерять высоту нижней границы облаков, не может распознавать облака CB или TCU. Поэтому такое распознавание можно осуществить только с помощью вспомогательного источника наблюдения (более подробные сведения приводятся в п. 7.4.4). Если таким источником является человек, то центральный компьютер системы наблюдения должен предусматривать возможность введения данных об облачных слоях или изменения параметров слоев, рассчитанных автоматически, а также добавления к информации об этих слоях сокращений CB или TCU.

7.3.3.2 Если таким источником является автоматическая система, имеющаяся информация, вероятно, указывает на наличие или отсутствие конвективных облаков (либо облаков CB или TCU) без указания соответствующей высоты, и, возможно, без указания количества облачности. Например, такая ситуация имеет место, когда этим источником является анализ радиолокационного отображения или распознавание облаков CB, исходя из наличия молнии. В этом случае представляется трудным добавить к существующей группе облаков код CB или TCU либо ассоциировать ее с тем или иным количеством облачности и определенной высотой.

7.3.4 Изменчивость параметров

7.3.4.1 Изменчивость параметров облачности в пространстве и времени в значительной степени зависит от метеорологической ситуации и иногда от места расположения.

7.3.4.2 Когда небо полностью ясное или полностью обложено облаками, изменений во времени или пространстве не происходит. Единственный облакомер в том или ином месте является достаточным, и описанный в добавлении А алгоритм для расчета облачных слоев выдает отличные результаты при сравнении их с визуальными наблюдениями.

7.3.4.3 Когда небо частично закрыто кучевыми облаками, изменчивость во времени над заданной точкой (например, над точкой, где установлен облакомер) высока. В действительности это значение изменчивости используется в алгоритме для расчета количества облачных слоев. При оценке за 30-минутный период изменчивость в пространстве обычно низкая по всему аэродрому, за исключением случаев, когда в данном месте наблюдаются выраженные воздействия местности. Это может иметь место, когда близко проходит горизонталь местности, или когда аэропорты расположены у береговой линии, где облака часто образуют четкую границу между берегом и водой.

7.3.4.4 Наблюдаются случаи, когда из-за влияния местности над различными участками аэродрома возможны значительные различия в количестве облаков или в их высоте. Такие ситуации возникают нечасто, за исключением отдельных участков, для которых могут потребоваться особые приборы. Редко возникающие явления длятся в течение короткого периода на переходном этапе, вот почему в алгоритме предусмотрен удвоенный весовой коэффициент для последних 10 мин.

7.3.4.5 Таким образом, за исключением конкретных участков, характеризующихся специфическими климатическими условиями, данные автоматического наблюдения, основанные на показаниях единственного облакомера, часто являются репрезентативными для аэродрома. Это не умаляет важности установки облакомера у каждого конца используемой ВПП в условиях, когда количество и высота облачности не однородны в аэропорту и его окрестностях: такие условия могут возникать редко, но они имеют важное значение для полетов воздушных судов.

7.4 ИСТОЧНИКИ ОШИБОК

7.4.1 Высота нижней границы облаков

7.4.1.1 Обеспечиваемая облакомером информация является на сегодняшний день наилучшей оценкой истинной высоты нижней границы облаков. Облакомер дает очень точные данные в условиях хорошо обозначенной нижней границы облаков или однородного облачного слоя. На практике никакой другой прибор не обладает столь точными эксплуатационными характеристиками. В этой связи представляется трудным произвести истинную оценку погрешностей в результатах измерений. Одним из способов оценки погрешности измерений является сравнение показаний различных моделей облакомеров, при этом в случае расхождений истинное значение остается неизвестным. Кроме различий в показаниях высоты, сравнение может выявить различия в способностях обнаруживать облака, особенно в зависимости от высоты нижней границы облаков и метеорологических условий.

7.4.1.2 Погрешность возрастает в условиях размытой нижней границы облаков или во время осадков. В этом случае облакомер иногда показывает значение вертикальной видимости, которое зачастую близко к значению высоты нижней границы облаков, измеренному до или после этого момента. Во время осадков показываемое прибором значение высоты нижней границы облаков обычно меньше ее фактической величины.

7.4.2 Вертикальная видимость

7.4.2.1 Некоторые облакомеры в определенных условиях обеспечивают данные о вертикальной видимости (аналогично профилю или сигналу обратного рассеяния). Истинность значения вертикальной видимости установить трудно.

7.4.2.2 Во-первых, в Приложении 3 нет четкого определения вертикальной видимости. В тех случаях, когда вместо высоты нижней границы облаков указывается вертикальная видимость, значение вертикальной видимости зачастую низкое (в интервале от 30 м (100 фут) до 210 м (700 фут)), и решение о том, учитывать ли при расчете данных о видимости тот или иной источник света или нет, имеет особо важное значение. Для таких величин характерно, что значение видимости, основанное на контрасте, и значение видимости, определенное с использованием источников света, отличаются примерно втрое.

7.4.2.3 Во-вторых, оценка вертикальной видимости с помощью визуальных наблюдений является очень трудной задачей; для этого требуются вертикальные ориентиры, но таких не существует (за исключением у основания башни). Ориентиром могло бы быть воздушное судно, находящееся перед порогом ВПП, но это был бы движущийся ориентир, который невозможно заранее предусмотреть (поскольку вертикальная видимость

изменяется медленно). Если в качестве ориентира наблюдатель использует какую-либо вертикальную башню, то он обычно оценивает видимость по наклонной плоскости, и, следовательно, точность такой оценки ставится под вопрос.

7.4.2.4 Тем не менее некоторые государства в качестве наилучшей возможной информации, удовлетворяющей требованиям ИКАО, используют цифровые данные о вертикальной видимости, предоставляемые облакомером (например, предоставляя в сводках METAR данные OVCnnn вместо VVnnn). Другие государства, тем не менее, предпочитают ограничиваться указанием о невидимом небе без уточнения значения вертикальной видимости (VV///).

7.4.2.5 Если небо закрыто облаками и невозможно определить значение вертикальной видимости с помощью автоматической системы метеонаблюдения в силу временного отказа системы/датчика, вертикальная видимость должна указываться как "///" в автоматических местных регулярных сводках, местных специальных сводках и в сообщениях METAR и SPECI.

7.4.3 Количество облачности

7.4.3.1 Недостаток алгоритма расчета облачных слоев, используя данные измерений облакомера, заключается в том, что он зависит от количества облаков, проходящих над прибором. В крайних случаях наличие стационарного изолированного кучевого облака может привести к тому, что количество облачности будет указываться как OVC, однако вероятность такого случая мала. Более вероятной является ситуация, когда количество облачности недооценивается или переоценивается по категории (FEW-SCT, SCT-BKN, BKN-OVC). Опыт показывает, что сплошная облачность (OVC) чаще указывается при использовании автоматизированного алгоритма по сравнению с визуальными наблюдениями. Для наблюдателя каждый просвет в облачном покрове означает, что его необходимо характеризовать как BKN вместо OVC. При использовании облакомера вероятность обнаружения просвета ниже. Для наблюдателя характерна также тенденция переоценивать количество облачности, когда небо наполовину закрыто (переход SCT-BKN). Указанный эффект был задокументирован Соединенными Штатами Америки под названием "эффект заполнения" (см. рис. 7-1) и связан с тем, что определенные просветы в облачном покрове невозможно видеть из-за эффекта наклонной видимости. Эта погрешность визуального наблюдения становится более существенной, когда наблюдатель находится далеко от зоны захода на посадку (продолжение порога ВПП), что обычно и имеет место. При наблюдении под углом наблюдателю трудно правильно оценить облачный покров в заданной зоне: если он находится на расстоянии 4 км от зоны захода на посадку (или от эквивалентной точки), облака на высоте 400 м видны под углом 6°.

7.4.3.2 Данные автоматизированного алгоритма содержат значительные погрешности в случае медленно перемещающегося облачного слоя, который невозможно увидеть, пока он не пройдет над облакомером. Одним из методов уменьшения такого ограничения является определенное сочетание данных облакомеров с данными датчика облачного слоя, основанными на наблюдении за небом в инфракрасном режиме. В настоящее время ведутся работы над такой комбинацией.

7.4.4 Распознавание кучево-дождевых облаков (CB) и башеннообразных кучевых (TCU) облаков

7.4.4.1 В случае визуального наблюдения присутствие облаков CB может быть обнаружено визуально (форма облаков), или такой вывод может быть сделан при наличии молнии или грома. Скрытое в облачном массиве кучево-дождевое облако может быть невидимым для наблюдателя, и таким образом никаких данных о нем не будет сообщаться. Если молния визуально обнаружена, то находящиеся на удалении облака CB могут быть обнаружены и включены в сводки. Визуальные наблюдения имеют особые характеристики, которые отличаются от данных автоматического обнаружения, основанных на анализе радиолокационного отображения. Зачастую наблюдатель также осведомлен о метеорологической ситуации, используя для этой цели радиолокационные отображения, спутники, модели прогноза и т. д. Поэтому специальные знания наблюдателя могут помочь обнаружить облака CB, даже если их невозможно увидеть непосредственно с метеорологической станции.

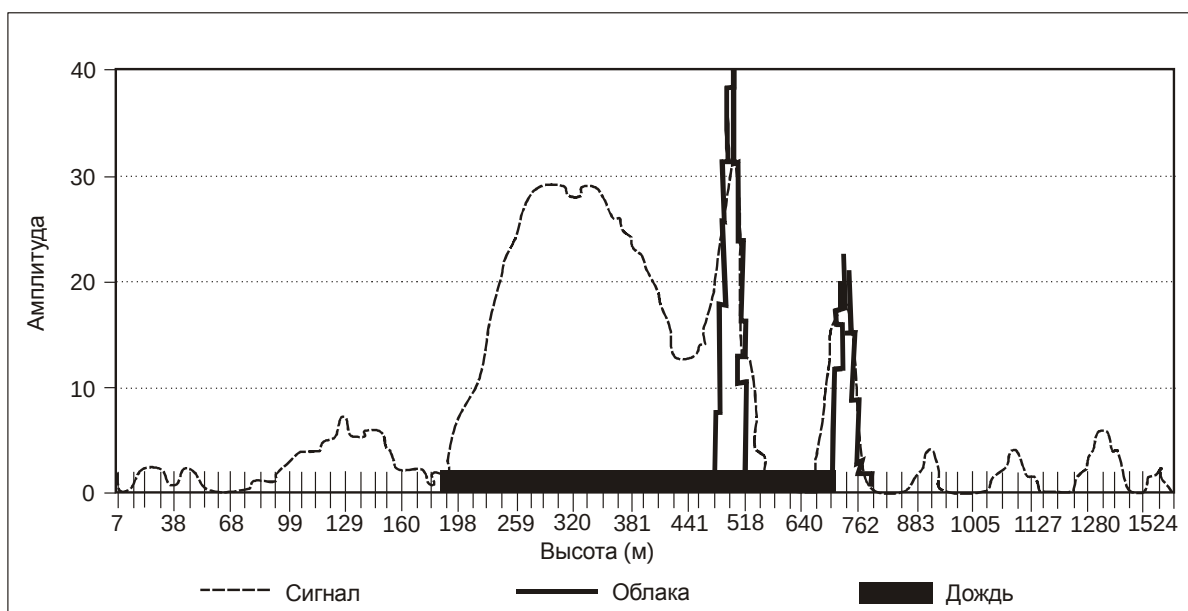


Рис. 7-1. Пример "эффекта заполнения"

7.4.4.2 Автоматическое обнаружение облаков СВ главным образом основано на превышении порогов их отражательной способности (например, 44 dBZ), связанной с распознаванием локальных очагов. Поэтому для распознавания наличия облаков СВ в районе аэропорта и его окрестностей необходимо установить определенное максимальное расстояние от контрольной точки аэродрома до очага. Чем меньше это расстояние, тем выше уровень распознавания наблюдателем облаков СВ, не обнаруженных с помощью автоматического анализа. И наоборот, при большом расстоянии уровень распознавания посредством автоматического анализа облаков СВ, которые не были обнаружены наблюдателем, будет выше. Максимальное расстояние, на котором наблюдатель должен сообщать о конвективных облаках, не определено. Определение окрестностей применяется при сообщении о текущей погоде, включая грозы. В этой связи можно привести доводы в пользу того, чтобы информация о конвективных облаках (СВ и TCU) сообщалась только при их нахождении на расстоянии 16 км от контрольной точки аэродрома. В тех случаях, когда высота нижней границы облаков является "небольшой", например 450 м (1500 футов), облако, расположенное на расстоянии 16 км, различается под углом 1,6° над горизонтом, т. е. настолько низко, что наблюдатель вряд ли сможет различить данное облако на большем расстоянии. Однако, если СВ и TCU не скрыты в массиве других облаков, наблюдатель может разглядеть их на значительно большем расстоянии. Например, СВ, вертикальная мощность которого составляет 7000 м (21 000 футов), можно разглядеть на расстоянии нескольких десятков километров, если оно не скрыто или не затенено другими облаками. Кроме того, в ночное время молнию зачастую можно увидеть на расстоянии до 100 км от места наблюдения. Это означает, что наблюдатель может разглядеть СВ и TCU на значительно большем расстоянии, чем 16 км. В связи с этим сложно определить максимальное расстояние, на котором следует сообщать о СВ и TCU. Исследования показывают, что расстояние в 30 км представляется тем компромиссом, который оптимизирует сравнимость визуального и автоматического обнаружения. Одно из таких исследований показало, что 25 % облаков СВ, сообщаемых в сводках наблюдателем (в сводках METAR/SPECI), не обнаруживаются автоматической системой. Это может показаться очень существенным, однако результаты того же самого исследования свидетельствуют о том, что половина облаков СВ, обнаруженных автоматической системой, не сообщаются наблюдателем. Либо автоматическая система ошибочно указывает на наличие облаков СВ в той или иной зоне с высокой отражательной способностью, либо наблюдатель не способен разглядеть одно или несколько облаков СВ, скрытых в массиве облаков. Более того, результаты того же исследования выявили, что по мере увеличения расстояния количество облаков СВ, не обнаруженных автоматической системой, уменьшается,

что может свидетельствовать о том, что в определенных обстоятельствах наблюдатель, вероятно сообщает данные об облаках СВ, находящихся на большом удалении.

7.4.4.3 Уровень неопределенности в обнаружении кучево-дождевых облаков в значительной степени зависит от того, каким способом устанавливается наличие облака СВ. Если оно определено на основе уровня отражательной способности цели, то радиолокационный снимок (при наличии) обеспечит наилучшую возможную оценку.

7.4.4.4 Сообщаемые данные об облаках TCU являются более неопределенными из-за трудностей в распознавании башеннообразного кучевого облака. Наблюдатель может распознать облако TCU, только когда он непосредственно его видит. В случае изолированного облака TCU визуальное наблюдение не представляет никаких трудностей в дневное время. Если облако TCU скрыто в массиве облаков, то наблюдение с земли представляется более трудной задачей.

7.4.4.5 При автоматическом анализе радиолокационного изображения наличие облаков TCU может быть установлено благодаря более низким уровням отражательной способности по сравнению с облаками СВ. Одно из исследований показало, что порог в 33 dBZ тесно связан с отклонениями воздушных судов от маршрута из-за конвективных явлений и мог бы стать полезным пороговым значением для распознавания наличия облаков TCU. Однако коэффициент обнаружения у автоматической системы втрое выше, чем при визуальном наблюдении. Во время сильных осадков существует риск сообщения ошибочных данных об облаках TCU, которые необязательно связаны с конвективными явлениями. Если датчик текущей погоды способен обнаруживать ливни, то в случае сильного ливневого дождя он может показать наличие TCU и/или СВ.

7.4.4.6 После обнаружения облаков СВ и/или TCU в окрестностях с использованием дистанционного детекторного оборудования, когда невозможно обеспечить наблюдение за количеством облачности и/или высотой нижней границы облаков, данные о количестве облачности и/или высоте нижней границы облаков следует указывать в виде "////" в автоматических местных регулярных сводках, местных специальных сводках и в сообщениях METAR и SPECI.

7.5 КАЛИБРОВКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

7.5.1 Облакомер рассчитывает время возврата отраженного сигнала обратного рассеяния. Поэтому стабильность результатов измерений расстояния связана со стабильностью генератора, который представляет собой очень стабильный электронный элемент. Механическая конструкция прибора гарантирует, что за исключением случаев механического удара оптические оси излучаемых и принимаемых оптических лучей не сдвигаются.

7.5.2 Способность облакомера обнаруживать облака в конечном итоге определяется уровнем чувствительности измерений профиля обратного рассеяния. Уровень чувствительности измерений профиля обратного рассеяния (или отношение сигнал – шум) зависит от конструкции оптики и электроники облакомера. Стабильность чувствительности определяется главным образом стабильностью источника света и приемника. Во многих облакомерах эти параметры контролируются внутри прибора.

7.5.3 Оптические поверхности должны оставаться чистыми и прозрачными. Встроенный в датчик механизм подогрева предохраняет их от конденсации. Защитное окно не должно быть загрязнено, поскольку это может стать причиной ложных сигналов или ослабить сигнал, создав помеху обнаружению облаков. Простая очистка поверхности рукой является достаточной. У большинства облакомеров имеется автоматическая воздухоудовка, чтобы уменьшить степень ухудшения способности обнаружения из-за загрязнения окна дождевыми каплями или снегом.

7.5.4 Срок службы используемого лазера зависит от датчика, и у лазера он часто короче, чем у самого датчика; снижение мощности уменьшает дальность его действия.

7.5.5 Имеющиеся на рынке облакомеры обладают функциями внутреннего контроля следующих параметров: подогрев, загрязнение, мощность лазера и индикация состояния датчиков при передаче сообщений. Обычно существуют три состояния: нормальное, предупреждение и ошибка, что позволяет предупредить пользователя, прежде чем прибор автоматически аннулирует результаты измерения. Поэтому представляется важным, чтобы в конструкции системы обнаружения была заложена функция диагностики и индикации информации о техническом состоянии.

7.6 МЕСТА ИЗМЕРЕНИЙ

7.6.1 В Приложении 3 содержится рекомендация о том, чтобы данные наблюдения за облачностью, предназначенные для включения в сообщения METAR/SPECI, были репрезентативными для аэродрома и его окрестностей и чтобы содержащаяся в местных сводках информация была репрезентативной для зоны захода на посадку. Идеальным местом измерений для зоны захода на посадку является порог используемой ВПП. На практике данные измерений, производимых в любом месте на расстоянии менее 1200 м от посадочного порога ВПП, приемлемы для включения в местные сводки и в сообщения METAR и SPECI.

Глава 8

ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И ТЕМПЕРАТУРА ТОЧКИ РОСЫ

8.1 ВВЕДЕНИЕ

Температура воздуха и температура точки росы являются метеорологическими параметрами, которые используются для определения текущих метеоусловий, расчета взлетного веса, информирования пассажиров и т. д. Данные о температуре воздуха и точки росы должны быть репрезентативными для всех ВПП, хотя для аэродрома используется единое значение по каждому параметру. Как следствие, измерения необходимо производить в зоне, которая считается репрезентативной для аэродрома и не подвержена специфическим изменениям, обусловленным условиями окружающей среды. Измерения должны производиться в открытой и проветриваемой естественным образом зоне, а датчики должны быть защищены укрытием или экраном.

Примечание. Понимая, что все указанные элементы требуется включать в местные регулярные сводки, местные специальные сводки и в сообщения METAR и SPECI, в случае временного отказа полностью автоматизированной системы метеонаблюдения/датчика, что делает невозможным передачу сообщения о температуре воздуха и/или точки росы, группа, в которой в сводке должен стоять кодированный показатель температуры воздуха и/или точки росы, должна быть заменена соответствующим количеством косых черточек. Такая практика соответствует требованиям Руководства по кодам "Международные коды", том I.1, часть A "Буквенно-цифровые коды" (ВМО – № 306).

8.2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ

8.2.1 Датчики температуры

8.2.1.1 При измерении температуры могут применяться многочисленные принципы физики, связанные с различными типами датчиков. Стандартным датчиком, охватывающим необходимый диапазон измерений температуры воздуха, который всемерно рекомендуется в связи с его многочисленными преимуществами, является платиновый датчик сопротивления Pt100, чья стандартная величина сопротивления составляет 100 Ом (Ω) при 0 °C. В отдельных случаях также используются датчики с сопротивлением 1000 Ω при 0 °C. У датчиков IEC 60751¹, отвечающих требованиям класса А, коэффициент неопределенности в типовом диапазоне измерений (от –40 до +60 °C) составляет менее 0,2 °C.

8.2.1.2 Поскольку платина является коррозионно-стойким металлом, датчики с элементом из платиновой проволоки характеризуются отличной стабильностью по истечении времени, особенно если платина хорошо защищена. Поэтому предпочтительно использовать датчик с надлежащей механической защитой. В некоторых государствах применяются корпуса из коррозионно-стойкого металла, и опыт показывает высокую стабильность, т. е. надежность в пределах 0,2 °C в течение 20-летнего периода.

8.2.2 Датчики относительной влажности

8.2.2.1 Наиболее экономичным и широко распространенным методом определения температуры точки росы является измерение температуры воздуха и его относительной влажности. Затем на основе этих двух параметров рассчитывается температура точки росы. Соответственно представляется важным, чтобы эти два измерения были произведены с тем же экраном, чтобы отразить значения одной и той же пробы воздуха. Принципы расчета и рекомендуемые формулы подробно описаны в *Руководстве по метеорологическим приборам и методам наблюдения ВМО* (ВМО – № 8).

8.2.2.2 Большинство применяемых датчиков относительной влажности представляют собой емкостные гигрометры. У них имеется проводящий слой, покрытый органическим веществом, и металлический слой, достаточно тонкий для того, чтобы быть пористым для водяного пара. Результирующая электрическая емкость колеблется в соответствии с диэлектрической постоянной органического слоя, которая зависит от величины относительной влажности. Хотя на рынке имеется много гигрометров с переменным сопротивлением, не все из них способны функционировать в условиях насыщения, что может привести к значительным отклонениям в результатах измерений. Поэтому важно применять датчик, специально предназначенный для работы в условиях насыщения, которые часто возникают внутри экранов датчиков. Такие датчики, пригодные для метеорологических целей, имеются на рынке.

8.2.2.3 Опыт показывает, что погрешность показаний гигрометра составляет в лучшем случае 3 %, а в целом колеблется в пределах 5–6 % по всему диапазону значений температуры и относительной влажности. В условиях, близких к насыщению, коэффициент погрешности меньше. Соответствующий коэффициент погрешности для точки росы зависит от относительной влажности и температуры. В таблице 8-1 приводятся значения погрешности для температуры точки росы исходя из 5 %-ного коэффициента погрешности данных об относительной влажности при различных температурах и уровнях относительной влажности.

**Таблица 8-1. Погрешность измерения температуры точки росы (в °C),
исходя из 5 %-ного коэффициента погрешности данных
об относительной влажности (ОВ)**

Температура воздуха	ОВ = 20 %	ОВ = 40 %	ОВ = 60 %	ОВ = 80 %	ОВ = 100 %
–20 °C	2,3	1,3	0,8	0,7	0,6
0 °C	2,7	1,5	1	0,8	0,8
30 °C	3,3	1,8	1,3	1	0,9

8.2.2.4 Необходимо регулярно производить калибровку датчиков относительной влажности в лаборатории, что обычно осуществляется на ежегодной основе.

8.2.3 Датчики температуры точки росы

8.2.3.1 Существует также несколько типов датчиков для непосредственного измерения точки росы. Некоторые из них представляют собой датчики с охлаждаемым зеркалом, у которых зеркало охлаждается до тех пор, пока не появятся роса или иней. Затем датчик температуры (обычно Pt100) измеряет температуру зеркала. При непрерывном проведении измерений для получения значения температуры точки росы температура зеркала регулируется.

8.2.3.2 Датчики с охлаждаемым зеркалом для измерения температуры точки росы часто являются лабораторными моделями. Однако существуют модели, адаптированные для постоянного использования на открытом воздухе и способные справляться с проблемами загрязнения зеркала, вызываемого пылью.

8.2.3.3 Ряд других датчиков измеряют относительную влажность, нагревая при этом воздух, чтобы не допустить насыщения. Это позволяет измерять относительную влажность в пределах более узкого диапазона значений влажности и температуры, в результате чего коэффициент погрешности измерений снижается. Возле датчика относительной влажности измеряется температура воздуха, и затем производится расчет температуры точки росы.

8.2.3.4 Погрешность непосредственных измерений температуры точки росы составляет порядка 0,5–1 °C.

8.2.4 Экран прибора

8.2.4.1 Датчики должны быть защищены экраном. Без экрана погрешность в измерении температуры может достигать 20 °C. Экран должен защищать датчики от воздействия солнечного и земного излучения, обеспечивая при этом надлежащую вентиляцию датчиков.

8.2.4.2 Существуют экраны с искусственной вентиляцией и пассивные экраны с естественной вентиляцией. Экраны никогда не бывают нейтральными; они всегда влияют на результаты измерений. Хорошо спроектированные экраны с принудительной вентиляцией обладают большими преимуществами по сравнению с пассивными экранами. Общие технические характеристики экрана указаны в стандарте ИСО 17714.

8.2.4.3 Даже при наличии экрана погрешности в измерении температуры могут достигать 2 °C. В случае пассивных экранов такие погрешности часто возникают в условиях сильной солнечной радиации в сочетании с плохой вентиляцией. Что касается относительной влажности, значительные погрешности имеют место к концу периода тумана или инея, когда экран остается влажным или покрытым инеем. В таких экстремальных условиях отклонение показаний относительной влажности от истинного значения может достигать 50 %, т. е. несколько °C для температуры точки росы. В отношении температуры воздуха обусловленные экраном погрешности обычно гораздо выше, чем погрешности, связанные с датчиком (Pt100) и системой сбора данных. Однако при наличии хорошо спроектированного экрана желаемая точность ± 1 °C достижима.

8.3 ИСТОЧНИКИ ОШИБОК

8.3.1 Как для температуры воздуха, так и для температуры точки росы атмосферный сигнал представляет собой сочетание медленных изменений, обусловленных суточным циклом, с возможными периодами возмущения в атмосфере и быстрыми изменениями, связанными с турбулентностью и осадками. Тепловая масса экрана может стать причиной запаздывания показаний датчика относительно атмосферного сигнала, что, в свою очередь, приведет к временным погрешностям в измерении, составляющим несколько градусов. Поскольку эти погрешности обычно появляются во время быстрых и таким образом кратковременных этапов изменения, они не имеют существенного значения для пользователя.

8.3.2 В условиях конвективных явлений происходят быстрые изменения относительной влажности, которые могут достигать 10 % за 1 мин и соответствуют изменениям температуры точки росы в несколько °C за 1 мин. Такие изменения обычно возникают в условиях положительной температуры и не имеют существенного эксплуатационного значения. Однако они могут удивить пользователя.

8.4 МЕСТА ИЗМЕРЕНИЙ

8.4.1 Измерения должны проводиться в месте, которое считается репрезентативным для аэродрома. Следует проявлять осторожность и избегать те места, где локальные факторы могут привести к тому, что результаты измерений не будут в достаточной степени репрезентативными для аэродрома, например вблизи зданий и в зонах, подверженных воздействию реактивной струи. Не считая местного воздействия, изменчивость в зависимости от пространства обычно невелика и не оправдывает проведения измерений в нескольких местах.

8.4.2 Измерения температуры воздуха и точки росы осуществляются в пределах огороженной для метеорологических целей площадки (если таковая имеется). Измерения рекомендуется производить в открытой зоне над естественным участком земли с коротко подстриженной травой. Фактическая высота измерений зависит от национальной метеорологической практики, что объясняет диапазон установленных ВМО значений высоты от 1,25 до 2 м. Важно выдерживать высоту по крайней мере 1,25 м, поскольку градиент температуры относительно высоты возрастает по мере приближения к земле. Это может привести к результатам измерения, которые будут недостаточно репрезентативны для температуры воздуха.

8.4.3 В зонах, где на земле может скапливаться снег, требуется система, поднимающая или опускающая экран, чтобы поддерживать относительно постоянную высоту над снежным покровом. При отсутствии такой системы необходимо увеличить высоту установки, чтобы экран не оказался под слоем снега. В этих обстоятельствах приемлема высота свыше 2 м, поскольку градиент температуры для высоты от 1,5 до 5 м невелик и обычно остается менее 1 °С.

Глава 9

ДАВЛЕНИЕ

Примечание. Понимая, что все указанные элементы требуется включать в местные регулярные сводки, местные специальные сводки и в сообщения METAR и SPECI, в случае временного отказа полностью автоматизированной системы метеонаблюдения/датчика, что делает невозможным передачу сообщения о давлении, группа, в которой в сводке должен стоять кодированный показатель давления, должна быть заменена соответствующим количеством косых черточек. Такая практика соответствует требованиям Руководства по кодам "Международные коды", том I.1, часть A "Буквенно-цифровые коды" (ВМО – № 306).

9.1 ВВЕДЕНИЕ

9.1.1 Давление измеряется на абсолютной высоте установки барометра. Величина, измеренная барометром, используется для расчета значений QNH и QFE.

9.1.2 QNH представляет собой давление, приведенное к среднему уровню моря (MSL) с использованием принятого ИКАО стандартного профиля атмосферы (см. *Руководство по стандартной атмосфере ИКАО (до высоты 80 км (262 500 футов))* (Doc 7488)). QNH обеспечивает нормализованную величину давления, независимую от абсолютной высоты измерения. Зная значение QNH в заданной точке, высотомеры, использующие тот же стандартный профиль, могут вычислить абсолютную высоту воздушного судна над этой заданной точкой. Когда барометрический высотомер выставлен по QNH, он будет показывать абсолютную высоту над средним уровнем моря и официальное превышение аэродрома при нахождении на земле.

9.1.3 QFE представляет собой давление, приведенное к официальному превышению аэродрома с использованием наиболее подходящего профиля атмосферы, и таким образом в случае необходимости учитывается температура воздуха на аэродроме. Когда высотомер выставлен по QFE, то он будет показывать относительную высоту над исходным уровнем QFE и 0, когда воздушное судно находится на земле. В качестве исходного уровня для расчета значения QFE следует использовать (официальное) превышение аэродрома. Для ВПП, не предназначенных для точного захода на посадку, с превышением порогов на 2 м (7 футов) ниже либо выше превышения аэродрома, а также для ВПП, предназначенных для точного захода на посадку, необходимо указывать дополнительные значения QFE, относящиеся к соответствующим превышениям порогов ВПП.

9.2 АЛГОРИТМЫ

9.2.1 Давление, измеряемое с помощью барометра (обозначаемое "Рбар"), должно указываться с разрешением, равным или менее 0,1 гПа. Расчет значений QNH и QFE необходимо производить с разрешением, равным или менее 0,1 гПа. Окончательные и эксплуатационные величины QNH и QFE округляются до ближайшего целого числа гектопаскалей.

9.2.2 Чтобы определить QNH, вначале необходимо рассчитать значение QFE независимо от того, содержится ли оно в сводках или нет, с учетом разницы между официальным уровнем аэродрома и фактической абсолютной высотой, показываемой барометром. В этих расчетах можно применять документ Doc 7488, используя для расчета фактические данные о температуре воздуха. При небольших различиях в высоте можно

использовать фиксированную величину температуры воздуха (15 °С). В таблице 9-1 приводятся значения $dp = QFE - P_{бар}$ при разнице –10 м между официальной высотой аэродрома ($H_{исх}$) и значением высоты (H_z) барометра для нескольких величин температуры воздуха. Для реалистических величин $H_{исх} - H_z$ разница dP пропорциональна разнице $H_{исх} - H_z$. Как видно, эффект от разницы в температуре в 30 °С относительно значения +15 °С составляет примерно 0,12 гПа. При небольших значениях $H_{исх} - H_z$ (< 10 м) фактической температурой воздуха при расчете значения QFE можно пренебречь. В условиях более высоких величин рекомендуется использовать фактическое значение температуры воздуха.

Таблица 9-1. Влияние температуры на корректировку (в гПа), используемую для приведения значения давления, измеренного на высоте барометра, к значению давления на официальной высоте аэродрома для разницы в высоте 10 м

T	dp (гПа)
15 °С	1,19
–15 °С	1,33
+45 °С	1,08

Дополнительные значения QFE для соответствующих превышений порогов вычисляются с применением той же процедуры ($P_{бар}$ и $H_{порог} - H_z$). Значение QNH рассчитывается на основе QFE аэродрома (на абсолютной высоте $H_{исх}$) с использованием документа Doc 7488 следующим образом:

- вначале рассчитывается эквивалент абсолютной высоты H в стандартной атмосфере ИКАО:

$$H = 4433077 - 1188032 \times QFE^{0,190263},$$

- а затем

$$QNH = 1013,25 \times \left(1 - 0,0065 \times \frac{(H - H_{исх})}{288,15} \right)^{5,25588}.$$

Цифровые значения рассчитаны и округлены с использованием формул и значений различных параметров, приведенных в документе Doc 7488.

9.3 ИСТОЧНИКИ ОШИБОК

9.3.1 Движение воздуха вызывает динамические изменения в давлении. Порядок величины эффектов динамического давления составляет примерно 0,3 гПа при скорости ветра 10 м/с (20 уз) и 1 гПа при скорости ветра 20 м/с (40 уз).

9.3.2 Для наружных установок разработаны приемники статического давления, которые предлагаются несколькими изготовителями. Указанные приемники давления обеспечивают буферный объем воздуха для сведения к минимуму эффектов динамического давления, которые снижаются в два или более раз. Такие приемники статического давления рекомендуются для барометров, устанавливаемых снаружи в местах, подверженных частым сильным ветрам.

9.3.3 Эффекты динамического давления могут также возникать **внутри здания**, но с меньшей силой. Они зависят от конфигурации самого здания, местоположения и характера проходов, а также направления ветра. Таким образом, разработка простых правил для размещения барометра внутри здания не представляется возможной. Однако в большинстве случаев предпочтительней размещать барометр внутри комнаты, не имеющей прямого выхода наружу.

9.3.4 Один из способов проверки того, оказывают ли эффекты динамического давления какое-либо влияние на результаты измерения, состоит в анализе изменчивости давления в течение короткого интервала времени (например, 10 мин). Изменения, превышающие более чем на 0,2 гПа линейное изменение давления, являются показателем наличия эффектов динамического давления. Например, в некоторых государствах применяются алгоритмы, которые автоматически показывают высокую изменчивость давления и резкие аномальные изменения давления.

9.4 КАЛИБРОВКА И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

9.4.1 Барометр является точным датчиком, используемым для измерения абсолютных величин с разрешающей способностью и точностью порядка 0,1 гПа в диапазоне значений, близких к 1000 гПа. Это означает, что относительная точность барометра должна составлять около 10^{-4} (0,1 гПа/1000 гПа). Это предполагает необходимость принятия определенных мер предосторожности в отношении датчика и связанного с ним электронного оборудования. Для избежания дополнительных источников погрешностей рекомендуется использовать барометр с цифровыми выходными данными и таким образом устранить дополнительные ошибки при преобразовании данных из аналоговой в цифровую форму автоматической системой.

9.4.2 Если барометр установлен снаружи, то заявленная точность должна поддерживаться по всему диапазону температур наружного воздуха. Это может предполагать калибровку при разных температурах. С учетом воздействия температуры, повторяемости результатов и метрологических факторов достижимая точность качественных барометров составляет около $\pm 0,3$ гПа. Для поддержания точности по истечении времени необходимо производить калибровку барометра на регулярной основе. Периодичность калибровки зависит от характеристик барометра. В отношении имеющихся в настоящее время на рынке моделей обычно достаточно проводить калибровку раз в год. Для некоторых моделей возможны более длительные интервалы. У некоторых типов в одном и том же корпусе имеется несколько (2 или 3) датчиков, обеспечивающих дублирующие необработанные данные измерений, которые можно использовать для перекрестной проверки в целях выявления отклонения в показаниях того или иного датчика при проведении калибровки.

9.4.3 Калибровку прибора рекомендуется осуществлять в метрологической лаборатории. Тем не менее можно провести проверку или даже калибровку в эксплуатационных условиях, используя надлежащую измерительную аппаратуру: переносной контрольный барометр с генератором давления. Например, некоторые государства проводят контрольную проверку барометра (без корректировки) в эксплуатационных условиях раз в год, а его калибровку (с возможной корректировкой) в лаборатории раз в два года.

9.4.4 Даже если барометр используется снаружи и таким образом подвержен изменениям температуры, калибровку можно вполне производить при контролируемой температуре (обычно $23\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$), учитывая, что потенциальное отклонение поправки на температуру остается небольшим и им можно пренебречь.

9.5 МЕСТА ИЗМЕРЕНИЙ

9.5.1 С учетом влияния температуры и эффектов динамического давления на показания датчика рекомендуется устанавливать барометр в помещении, либо принимать меры по защите приемников датчика от эффектов динамического давления.

9.5.2 Рекомендуется НЕ устанавливать барометр в здании с системой кондиционирования воздуха. В случае установки его в таком здании приемник давления следует вывести наружу либо в ту часть здания, которая не имеет системы кондиционирования воздуха.

9.5.3 Использование приемника давления также может создать проблемы. Если он выведен непосредственно наружу, то может вызывать ошибки, обусловленные динамическим давлением (см. п. 9.3). Это может потребовать создание буферного объема воздуха, чтобы минимизировать погрешности. Подсоединение к приемнику давления также предусматривает установку трубки, которая всегда должна оставаться открытой. Эта трубка обычно имеет малый диаметр и подвержена риску того, что она может оказаться заблокированной пылью, насекомыми, пауками и т. д. Если трубка заблокирована, то изменения давления будут непосредственно связаны с изменениями температуры; соответственно барометр превращается в термометр! Изменение, равное лишь 1 °C, вызывает изменение в давлении порядка 3 гПа. Поэтому важно проверять состояние трубки на регулярной основе.

9.5.4 Хотя оптимальным решением является НЕ устанавливать барометр в здании с системой кондиционирования воздуха, связанные с приемником давления риски могут привести к значительно большему числу ошибок, чем те, которые обусловлены кондиционированием воздуха. В действительности, завышение или занижение показаний, вызванное кондиционированием воздуха, остается достаточно низким, меньше чем 0,1 гПа. В "белых комнатах" (где поддерживаются стерильные условия, благоприятные для использования компьютеров и другого чувствительного оборудования), в которых искусственно поддерживается повышенное давление, чтобы избежать частиц пыли, завышение показаний составляет всего лишь около 0,1 гПа.

Глава 10

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

10.1 Приложение 3 содержит рекомендацию включать следующую дополнительную информацию в местные сводки и/или в сообщения METAR/SPECI:

- текущая погода (все сводки);
- особые метеорологические условия в зонах захода на посадку и набора высоты вместе с указанием их местоположения (местные регулярные сводки и местные специальные сводки);
- сдвиг ветра (все сводки);
- состояние ВПП, температура поверхности моря и состояние моря или характерная высота волны (сводки METAR/SPECI, оговоренные в региональном аэронавигационном соглашении).

10.2 В условиях автоматической системы дополнительная информация может быть включена в сводки только в том случае, если данная система способна ее обнаружить.

10.3 Автоматическая система, сообщающая данные о текущей погоде, может также предоставить информацию о недавней погоде на аэродроме за период после последней сводки или за последний час. Автоматическая система может сообщить данные о многих явлениях недавней погоды, особенно тех, которые связаны с осадками, т. е. недавний дождь (RERA), недавний снег (RESN), недавняя морось (REDZ), недавний сильный ливневый дождь (RESHRA) недавний сильный снег (RESHSN) и, возможно, замерзающие осадки (т. е. недавняя замерзающая морось (REFZDZ) и недавний замерзающий дождь (REFZRA)), а также недавние грозы (RETS). Описание методов, характеристик и ограничений автоматического наблюдения за текущей погодой, применимых к недавней погоде, приводится в главе 6.

10.4 Информация о большинстве особых метеорологических условий (т. е. кучево-дождевые облака, гроза, умеренная или сильная турбулентность, сдвиг ветра, град, линия сильного шквала, умеренное или сильное обледенение, замерзающие осадки, сильные горные волны, пыльная или песчаная буря, низовая снежная метель и воронкообразное облако (торнадо или водяной смерч)), которую необходимо включать в местные сводки с указанием местоположения соответствующего явления, в настоящее время не может сообщаться с помощью автоматической системы. Однако в будущем для этой цели можно будет использовать технологию дистанционного зондирования.

10.5 Что касается обнаружения сдвига ветра, то некоторые аэропорты оснащены наземным оборудованием дистанционного зондирования или обнаружения (определитель профиля ветра или доплеровская РЛС). В этом случае информация о значительном сдвиге ветра может быть автоматически включена в местные сводки и в сводки METAR/SPECI. Существуют также наземные системы, обнаруживающие сдвиг ветра на основе данных нескольких датчиков ветра, расположенных группой (обычно 12–16 датчиков) на аэродроме. Для таких систем требуется предварительное обследование местности. Они вырабатывают предупреждения и предоставляют цифровую или графическую информацию. Как правило, их устанавливают в больших аэропортах и они не полностью автоматизированы. Тем не менее они представляют собой потенциальный источник обнаружения и автоматического кодирования сдвига ветра в качестве дополнительной информации для включения в местные сводки и в сводки METAR/SPECI.

10.6 Когда автоматическая система установлена на авиационной платформе в море (предназначенной для вертолетов), то данные о температуре поверхности моря и состоянии моря или характерной высоте волны регистрируются автоматически и включаются в сводки METAR/SPECI. Как и в случае с характерной высотой волны, данные о состоянии моря связаны с высотой волн и могут автоматически определяться с помощью датчиков зыби (т. е. приборов, измеряющих высоту волн и периоды волны).

10.7 Состояние ВПП не является метеорологическим параметром, и поэтому не рассматривается в настоящем руководстве.

Примечание. Понимая, что все указанные элементы требуется включать в местные регулярные сводки, местные специальные сводки и в сообщения METAR и SPECI, в случае временного отказа полностью автоматизированной системы метеонаблюдения/датчика, что делает невозможным передачу сообщения с дополнительной информацией, группа, в которой в сводке должен стоять код дополнительной информации, должна быть заменена соответствующим количеством косых черточек. Такая практика соответствует требованиям Руководства по кодам "Международные коды", том I.1, часть A "Буквенно-цифровые коды" (ВМО – № 306).

Глава 11

КОМПЛЕКСНЫЕ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ

11.1 КАТЕГОРИИ КОМПЛЕКСНЫХ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

11.1.1 Измерительные системы могут варьироваться по сложности от простых систем, состоящих из датчиков и специально выделенных дисплеев, до систем, которые обеспечивают обслуживание нескольких ВПП или которые способны автоматически кодировать данные для включения в сводки METAR/SPECI и местные сводки.

11.1.2 Дисплеи иногда непосредственно подсоединены к датчикам, особенно когда они связаны с данными о ветре или давлении. Самые простые измерительные системы могут включать измерение ветра, давления, температуры воздуха и влажности. Некоторые системы могут производить расчеты требуемых для данного места параметров (например, среднюю скорость ветра за период 2 мин, а также максимальную и минимальную величины, значения QNH и QFE и температуру точки росы). Таким образом, простые системы, включающие датчик и специально выделенные для него дисплеи, могут быть достаточными для обеспечения местной информации без необходимости использовать центральный процессор. Однако сами по себе эти системы не могут выдавать информацию о видимости и/или облачности. Они могут считаться адекватными для небольших аэродромов, где орган ОВД обеспечивает пилота необходимой информацией; однако они не могут автоматически кодировать данные для сводок METAR/SPECI.

11.1.3 При установке таких систем необходимо проявлять осторожность. На практике использование минимальной системы иногда приводит к игнорированию правил размещения приборов (особенно в отношении ветра) либо качества датчиков или их калибровки. Иногда используются механические барометры со стрелочным индикатором, однако их метрологические характеристики намного ниже рекомендуемых. Вместе с тем данные об атмосферном давлении имеют особо важное значение для небольших аэродромов, не оборудованных системами посадки по приборам (ILS). Обычной практикой также является ситуация, когда измерение ветра производится непосредственно на крыше АДП в условиях, вызывающих значительные погрешности в измерении.

11.1.4 У комплексных систем имеется центральная ЭВМ, которая сводит воедино все измерения, производит необходимые расчеты и распространяет информацию. Затем осуществляется местное распространение данных о параметрах с использованием той же линии или терминала, который собирает всю требуемую информацию и отображает ее там, где это необходимо. При такой системе нет необходимости в специально выделенных дисплеях для каждого датчика, если только это не предусмотрено местными соглашениями в отношении визуального удобства или установки безотказных систем визуального отображения. Когда используются специальные дисплеи, они зачастую связаны с измерениями ветра и иногда с данными о давлении (QNH/QFE).

11.1.5 Поэтому очень часто индикация местной информации сосредоточена в одном и том же терминале. Существуют два основных возможных варианта:

- а) Терминал может быть частью системы метеорологических измерений. В этом случае изображение создается центральной ЭВМ на буквенно-цифровом пульте или иногда на графическом пульте с возможным отображением контурной карты аэродрома.

- б) Дисплей не является частью системы метеорологических измерений, которая регулярно передает местные сводки на внешнее устройство отображения. Например, этим устройством может быть один из специальных компьютеров, который может помимо метеорологической информации отображать другую полезную информацию для органа ОВД и прочих пользователей.

11.1.6 В настоящее время в частично автоматизированных системах измерение ветра, давления и температуры воздуха и точки росы всегда осуществляется автоматически. Можно также использовать один или несколько датчиков для оценки видимости, один или несколько облакомеров либо один или более датчиков для RVR. ЭВМ позволяет контролировать результаты измерений и дополнять их вручную путем ввода данных о количестве облачности, виде облаков и состоянии текущей погоды, а также дополнительной информации. С учетом результатов указанных дополнительных визуальных наблюдений ЭВМ кодирует сводки METAR/SPECI и формирует местные сводки.

11.1.7 В полностью автоматизированных системах кодирование сводок METAR/SPECI осуществляется автоматически и сообщения содержат слово "AUTO" ("АВТО"). Местные сводки также кодируются автоматически. В настоящее время автоматические системы не способны обеспечивать всю предусмотренную Приложением 3 информацию, поэтому такое кодирование остается частичным. Не все автоматические системы обладают равными возможностями, которые зависят от применяемых приборов и алгоритмов. Поэтому в сборниках аэронавигационной информации (AIP) государств (в соответствии с положениями *Руководства по службам аэронавигационной информации* (Doc 8126)) необходимо информировать пользователей о возможностях и ограничениях используемых систем.

11.1.8 Самые простые системы измеряют значения ветра, давления, температуры воздуха и точки росы. Такие системы способны обеспечивать полезной информацией небольшие аэродромы, однако присущие им ограничения исключают осуществление ими достоверного автоматического кодирования сводок METAR/SPECI.

11.1.9 В более совершенных автоматических системах используются также измеритель рассеяния для определения видимости, облакомер для измерения нижней границы облаков и оценки количества облачности и датчик (или группа датчиков) для текущей погоды. Это означает, что они могут обеспечивать информацию о видимости, облачности и текущей погоде, но при этом им присущи определенные ограничения (например, измерение значения видимости из одной единственной точки; данные о многослойной облачности, получаемые от одного облакомера; и распознавание различных типов явлений текущей погоды). Кроме того, невозможно обнаружить наличие облаков CB или TCU. Однако такие системы способны кодировать сводки METAR/SPECI AUTO и местные сводки. Они применяются на небольших аэродромах и иногда в сочетании с визуальными наблюдениями в установленные периоды времени.

11.1.10 В более полных автоматических системах могут использоваться несколько датчиков для оценки видимости, иногда несколько облакомеров для облаков, дополнительные датчики для текущей погоды (например, местные детекторы вспышек или информация от сети датчиков молний), а также информация от метеорадиолокатора для обнаружения присутствия конвективных облаков. Могут также производиться расчеты значения RVR. Такие системы близки к удовлетворению требований, изложенных в Приложении 3. Возможности полных систем зависят от применяемых датчиков и алгоритмов. В ближайшие годы в этой области можно ожидать определенного прогресса.

11.1.11 В любом случае независимо от возможностей и ограничений той или иной системы важно иметь в виду, что "...получатель сводки рассматривает конкретное значение любого указанного в сводке элемента только как максимально приближенное к действительным условиям, имевшим место в момент наблюдений" (см. п. 4.1.9 Приложения 3).

11.1.12 В некоторых областях автоматическая система действительно показывает худшие результаты по сравнению с визуальными наблюдениями. Однако зачастую это просто связано с наличием большего объема документации по ограничениям автоматической системы, чем по ограничениям системы, в которой используются визуальные наблюдения и которая, по определению, считается совершенной, но это не всегда справедливо. Примером может служить видимость: находящийся в зоне тумана наблюдатель не может распознать условия на пороге ВПП. Более важным является тот факт, что информация, предоставляемая автоматической системой, иногда более объективна, поскольку она более четко определена и более последовательна, чем информация от наблюдателя.

11.1.13 Эффективность автоматической системы можно оценить не путем непосредственного сравнения с результатами визуальных наблюдений, а скорее по общему качеству обслуживания, предоставляемого авиационному пользователю. Автоматическая система и наблюдатель используют не одни и те же методы наблюдения. Например, анализ сигналов, излучаемых облакомером и направленных вертикально для определения облачных слоев, иногда дает неправильные результаты. То же самое может произойти (но по иным причинам) с визуальными наблюдениями в ночное время суток.

11.1.14 Схемы различных систем приводятся на рис. 11-1, 11-2 и 11-3.

11.2 РАСЧЕТ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ

Некоторые метеорологические параметры выдаются непосредственно датчиком (например, температура воздуха); другие требуют расчета, обычно выполняемого центральной ЭВМ. Применяемые алгоритмы должны быть хорошо известны и соответствовать Рекомендуемой практике или Стандартам Приложения 3 (если таковые существуют). В настоящем руководстве содержатся дополнительные руководящие указания.

11.3 АРХИВИРОВАНИЕ ДАННЫХ

11.3.1 Более старые измерительные системы часто были оборудованы графическими самописцами. Автоматические системы могут регистрировать результаты измерений и расчетные данные, а также поступающую визуальную информацию в цифровой форме в течение установленного периода.

11.3.2 Рекомендуется сохранять предоставляемую информацию в архиве. Положениями Приложения 3 предусматривается сохранять весь относящийся к инструктажам материал, включая метеорологическую информацию, в течение одного месяца для возможного использования в целях расследования. Однако, если данные архивируются в базе данных на длительный срок, то они представляют собой статистическую ценность и могут быть использованы для нескольких целей, например при планировании аэропорта и производства полетов. Количество информации, которое предполагается архивировать, совместимо с существующими методами обработки данных.

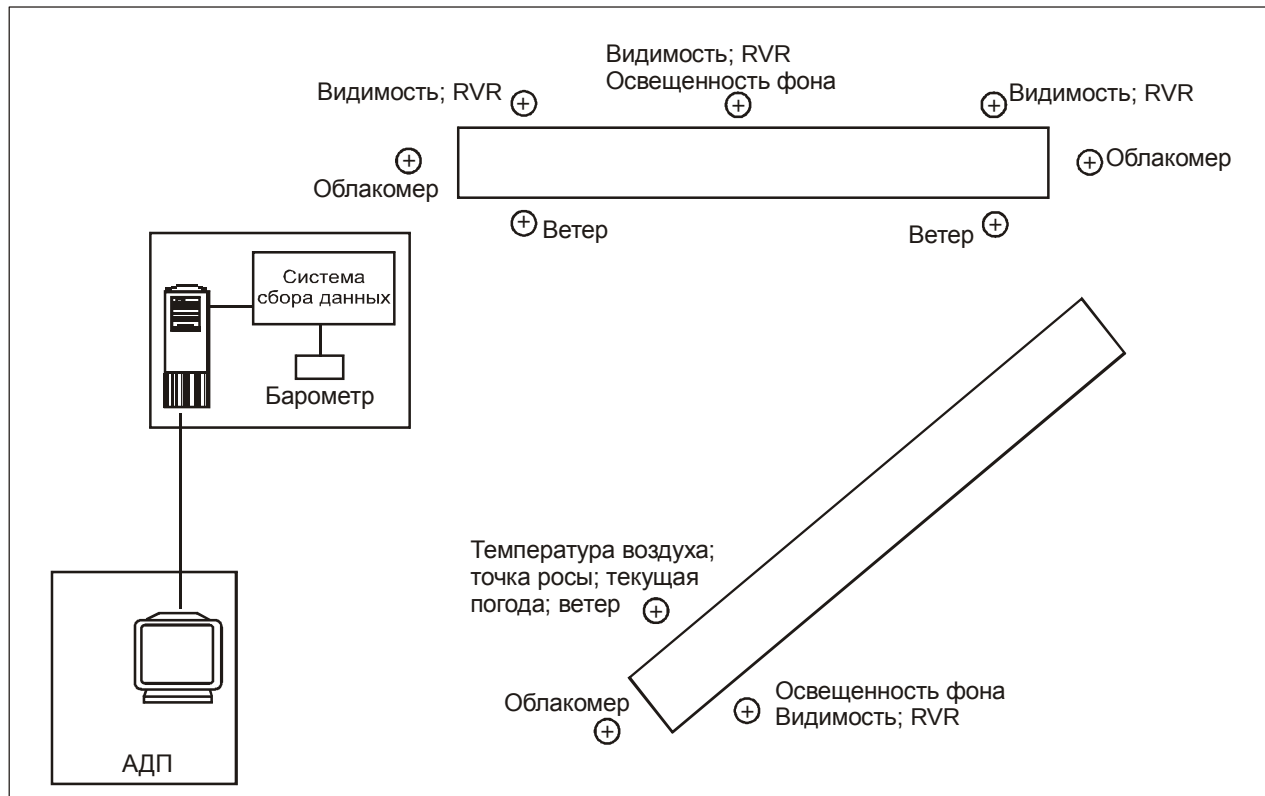


Рис. 11-1. Полная система с датчиками данных о ветре, температуре, давлении, несколькими измерителями рассеяния для оценки видимости и RVR, облакомером(ами), датчиками текущей погоды и, возможно, внешней информацией о молниях и данными РЛС

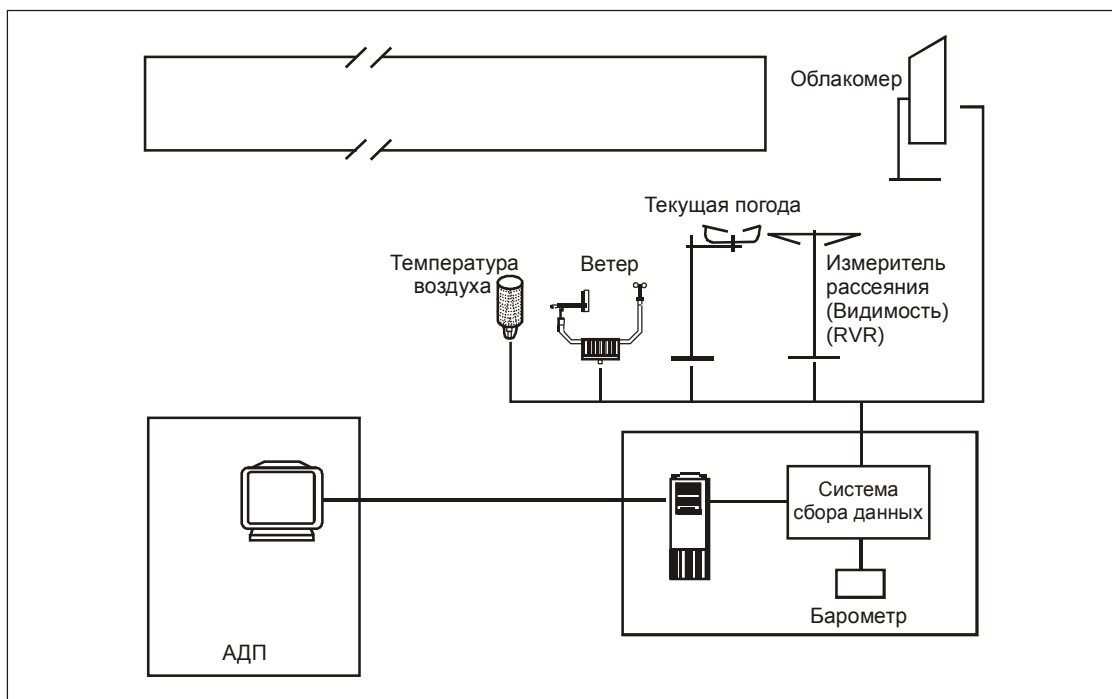


Рис. 11-2. Автоматическая система типа АСНП с датчиками данных о ветре, температуре, давлении, измерителем рассеяния, облакомером и датчиком текущей погоды

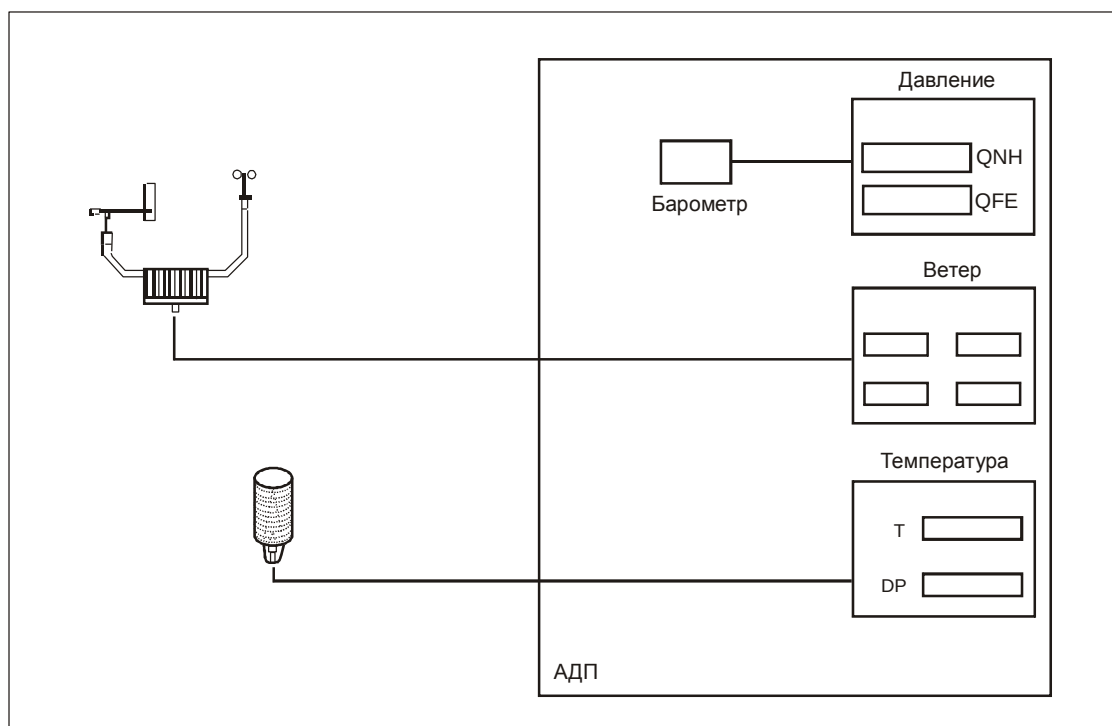


Рис. 11-3. Простая система с датчиками давления, температуры, ветра и специально выделенными дисплеями

11.4 МЕТОДЫ СБОРА ДАННЫХ

11.4.1 В целях обеспечения репрезентативных данных метеорологические датчики иногда размещаются по всему аэродрому. В этом случае соответствующая информация должна передаваться на одну из центральных ЭВМ системы.

11.4.2 Чтобы не допустить потерь и искажения данных, аналоговые сигналы от датчиков не должны передаваться на большие расстояния. Более предпочтительным вариантом является преобразование аналоговых сигналов в цифровые сигналы в месте установки датчика либо размещение системы сбора данных на специально огороженной для метеорологических целей площадке недалеко от датчиков.

11.4.3 Многие датчики, особенно такие сложные датчики, как измерители рассеяния, облакомеры или датчики текущей погоды, которые должны обрабатывать исходные сигналы, в настоящее время выдают цифровые данные.

11.4.4 Таким образом, центральная ЭВМ получает данные по одной или нескольким "цифровым" линиям, таким как телефонные линии с модемами, телефонные линии с токовой петлей RS485, волоконная оптика и радиопередачи. Применяемые методы должны также предусматривать защиту от электромагнитных разрядов. Необходимо, чтобы используемая методика была надежной и зачастую приспособлена к уже имеющимся на аэродроме линиям передачи. Следует иметь в виду, что стоимость прокладки кабеля может намного превышать стоимость самого датчика.

11.5 ПРОВЕРКА РАБОЧИХ ХАРАКТЕРИСТИК И ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ

11.5.1 Нормальная практика предусматривает регулярную проверку работы приборов, датчиков, компьютеров и систем данных, а также проведение надлежащего технического обслуживания. Ограничения и периодичность технического обслуживания зависят от типа применяемых приборов, местных условий и рекомендаций изготовителя (см. главы 3–9).

11.5.2 Для каждого датчика и для всей системы должны быть составлены планы профилактического технического обслуживания и текущего ремонта. Любые элементы автоматической системы могут дать сбой или выйти из строя. В настоящее время некоторые датчики способны предупреждать об ухудшении своих эксплуатационных характеристик, прежде чем они фактически выйдут из строя, например напряжение батарейки, загрязнение оптических поверхностей, мощность излучения лазерного диода и сравнение с результатами дублирующих измерений. Наличие центральной ЭВМ позволяет проводить перекрестную проверку параметров в целях обнаружения возможных аномалий или отклонений. Если установлено несколько датчиков, измеряющих один и тот же параметр (например, метеорологическую оптическую дальность), представляется полезным анализировать статистику различий в их показаниях.

11.5.3 Техническое обслуживание следует осуществлять в организованном порядке, с тем чтобы можно было предсказать временные рамки вмешательства в работу прибора и вероятность успешного ремонта. Успешный ремонт зависит от квалификации персонала по техническому обслуживанию, а также от наличия и места хранения запасных частей. Некоторые датчики следует дублировать для целей резервирования, равно как и действующую систему сбора и обработки данных, особенно на больших аэродромах. Дублирование повышает уровень безопасности полетов и снижает нагрузку на ремонтный персонал и, таким образом, может стать обоснованной экономической альтернативой.

11.6 ЧАСТОТА ВЫПУСКА

11.6.1 Сводки METAR должны выпускаться ежечасно, а в некоторых регионах – каждые полчаса в соответствии с региональным аэронавигационным соглашением.

11.6.2 Сводки SPECI должны выпускаться в соответствии с изложенными в Приложении 3 (см. п. 2.3.2 добавления 3) критериями ухудшения или улучшения метеоусловий. Возможно автоматическое обнаружение условий, требующих выпуска SPECI, на основе измеренных данных. Опыт использования систем АСНП показывает, что автоматическое обнаружение приводит к выпуску гораздо большего числа сводок SPECI (примерно втрое больше), чем в случае визуального определения условий, предусмотренных для SPECI. В целях избежания выпуска большого числа сводок SPECI наблюдатели используют свое знание метеорологической ситуации и аналитические способности. Несмотря на 10-минутный временной интервал, требующийся для учета улучшения метеоусловий, автоматическая система вырабатывает больше сообщений. При наличии в аэропорту нескольких датчиков RVR вероятно ситуация, когда показания различных датчиков будут несколько раз превышать предельные значения RVR, установленные для выпуска SPECI при ухудшении и улучшении метеоусловий. С другой стороны, наблюдатель в уме сортирует информацию и таким образом ограничивает число сводок SPECI.

11.6.3 Частота выпуска местных сводок является такой же, как и для сводок METAR. Однако для использования органами УВД требуется установка дисплеев, отображающих данные о ветре, RVR и давлении, а также рекомендуется устанавливать дисплеи для данных о высоте нижней границы облаков и температуре воздуха и точки росы. Указанные дисплеи отображают параметры, которые изменяются во времени, например параметры ветра, видимости и RVR, и, таким образом, их необходимо часто обновлять. Приемлема частота обновления, равная 1 мин. Большинство параметров должны быть репрезентативными за период, по крайней мере, 1 мин. Если они рассчитываются раз в минуту, что зачастую имеет место, нет необходимости в выпуске такой информации в более частом режиме. Определенные параметры, например ветер, могут рассчитываться с большей частотой. В этом случае данные можно обновлять чаще, чем раз в минуту, особенно когда это осуществляется по каналу, специально предназначенному для ветра (специально выделенный дисплей). Если вся информация передается по одному-единственному каналу, то период 1 мин является хорошим компромиссом. Следует избегать более длительных интервалов.

Глава 12

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ

12.1 ВВЕДЕНИЕ

12.1.1 В Приложении 3 не содержится требований об установке оборудования дистанционного зондирования для метеорологических наблюдений. Вместе с тем некоторые системы предоставляют авиационным пользователям интересные возможности, однако применяемый в настоящее время метод выпуска метеорологической информации (т. е. использование местных сводок и сводок METAR/SPECI) создает препятствие для извлечения максимальной пользы из содержащейся в них информации. Преимущества этих сводок заключаются в том, что они просты, четко определены и поэтому признаются аэронавигационными пользователями. Сводки METAR/SPECI могут также рассылаться по всем каналам электросвязи, даже по самым простым, что является полезным фактором в условиях неразвитой инфраструктуры. Вместе с тем при преобразовании данных, поступающих от систем дистанционного зондирования, в буквенно-цифровые сообщения, состоящие из нескольких знаков, определенная информация теряется, однако этот процесс иногда необходим для обеспечения удобного доступа к информации. Типичным примером такой проблемы может служить обнаружение конвективных очагов с помощью радиолокатора, из которого можно извлечь информацию о наличии облаков CB или TCU (см. главу 7). Вместе с тем радиолокационный снимок, подготовленный для отображения таких зон с высокой отражательной способностью, содержит более подробную информацию о протяженности этой зоны, ее перемещении и силе. Такие данные могли бы быть полезными как для пилота, так и для органа ОВД, которые могли бы заранее предусмотреть возможные обходные маршруты. Подробные методы наблюдения иногда применяются, но в настоящее время они не стандартизированы.

12.1.2 В данной главе приводится описание возможностей определенных систем дистанционного зондирования.

12.2 МЕТОДЫ ИЗМЕРЕНИЯ И ПОТЕНЦИАЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ

12.2.1 Радиолокационные изображения

12.2.1.1 Вопросы использования радиолокационных изображений для обнаружения и определения местоположения облаков CB и TCU рассматривались в главе 7.

12.2.1.2 Радиолокационное изображение (или комбинированное радиолокационное изображение) не всегда идеально и может содержать такие ошибки, как сигналы, отраженные от стационарных объектов, или яркую полосу (переход "жидкое – твердое состояние"). Поэтому необработанное изображение должно интерпретироваться профессиональным метеорологом, и оно не всегда отвечает эксплуатационным потребностям авиации. Вместо использования необработанного изображения представляется более эффективным извлечь или подготовить более удобный для пользователя продукт. В одном из государств проводятся эксперименты с подобным продуктом, в котором используются четыре порога отражательной способности и осуществляется сглаживание конвективных зон, при этом имеется возможность наложения информации о молниях. Указанный продукт позволяет органам ОВД за счет имеющейся у них информации о зонах с высокой отражательной способностью заранее предусмотреть возможное отклонение воздушных судов от

маршрута, которые часто оснащены своими собственными бортовыми РЛС, предоставляющими информацию в аналоговой форме. Данный вид изображения содержит гораздо больше информации, чем просто сведения о наличии или отсутствии СВ или TCU, содержащиеся в сводках METAR/SPECI.

12.2.1.3 Помимо обнаружения дождя РЛС с доплеровской функцией можно также использовать для обнаружения микропорывов и сдвига ветра в районе аэродрома. Как правило, такой радиолокатор размещается на высоте, близкой к превышению аэродрома, с тем чтобы он мог сканировать ближайшие от земли несколько сот метров для выявления условий ветра, характерных для дивергенции или конвергенции. Кроме того, у него должен быть беспрепятственный обзор ВПП и своего радиолокационного луча, направленного на ВПП. Он должен быть почти параллельным направлению ВПП. Радиолокатор обнаруживает радиальные ветры для определения условий сдвига ветра на ВПП и в коридорах захода на посадку и вылета. При наличии надлежащего программного обеспечения информацию о сдвиге ветра можно отображать в графическом виде, чтобы показать местоположение и интенсивность сдвига ветра. Могут также вырабатываться буквенно-цифровые предупреждения, содержащие информацию о местоположении сдвига ветра и его интенсивности для конкретных коридоров ВПП, в целях рассылки соответствующим органам ОВД и включения в местные сводки и сводки METAR/SPECI, как это указано в главе 10.

12.2.2 Сеть датчиков молний

12.2.2.1 Существуют сети, которые обнаруживают молнии на основе отличительных электромагнитных характеристик (см. главу 6). Наиболее широко применяемая технология позволяет обнаруживать молнию "облако – земля" с точностью местоположения, которая зависит от плотности данной сети и ее топологии, например при размещении датчиков с интервалом 200 км точность может достигать 1 км. Существуют также более локализованные системы обнаружения молний "облако – земля" и "облако – облако".

12.2.2.2 Данный тип сети является наилучшим способом определения электрической активности, связанной с грозами, и ценным дополнительным инструментом для метеорологов. Он позволяет определять местоположение электрической активности в реальном масштабе времени и с высокой точностью. Хотя такая информация позволяет сообщить автоматической системе о наличии грозы в аэропорту или его окрестностях, техническая трудность заключается в передаче указанной информации в реальном масштабе времени из центральной ЭВМ сети датчиков молний в автоматическую систему наблюдения в аэропорту. Учитывая эволюцию электросвязи, обеспечивающую все более широкие технические возможности, во многих государствах ведутся разработки по использованию поступающих от сети детекторов молний данных для включения информации о явлениях TS или VCTS текущей погоды и, возможно, о наличии облаков СВ в местные сводки и сводки METAR/SPECI (см. главы 6 и 7).

12.2.3 Снимки со спутников

Снимки, сделанные со спутников с использованием инфракрасного диапазона волн, позволяют определять температуру в верхней части облаков и, в сочетании с высокой отражающей способностью цели, распознавать грозовые очаги и облака СВ и TCU, характеризующиеся значительной вертикальной протяженностью и, соответственно, низкой температурой верхней части облаков. В некоторых странах разработаны приборы, которые автоматически распознают грозовые очаги и могут использоваться, наряду с радиолокационными снимками, для распознавания облаков СВ и TCU.

12.2.4 Определители профиля ветра

12.2.4.1 Определители профиля ветра измеряют вертикальный профиль ветра и могут быть полезны для мест, подверженных сдвигу ветра.

12.2.4.2 Существуют два типа определителей профиля ветра, работающих на ультразвуковых (SODAR) и электромагнитных волнах (УВЧ-радиолокатор). Антенная система излучает импульсы в нескольких вертикальных направлениях. Часть излучаемых сигналов рассеивается в обратном направлении благодаря небольшим неоднородностям в атмосфере (например, из-за изменений в показателе преломления) и поступает на антенную систему, которая выполняет роль приемника. Время, требующееся на возвращение сигнала, определяет расстояние. Частота сигнала изменяется в соответствии с радиальным перемещением атмосферной зоны, которая рассеивает сигнал в обратном направлении (доплеровский эффект). Сочетание радиальной скорости ветра в различных направлениях импульса (по крайней мере в трех направлениях) позволяет рассчитать горизонтальную скорость в различных диапазонах высоты.

12.2.4.3 С помощью этих приборов можно рассчитывать высокочастотные профили (например, каждые 10 мин), обеспечивая последующий контроль в реальном масштабе времени. Профили могут содержать ошибки, обусловленные паразитными сигналами; поэтому требуются фильтрующие алгоритмы. В указанных алгоритмах в основном используются предшествующие профили, чтобы контролировать временную когерентность последовательных профилей. Как правило, выдаваемая такими системами конечная продукция представляет собой временную последовательность профилей ветра, представленных в виде векторов. Представляется возможным установить пороги сдвига ветра для получения искусственного показателя, который может использоваться на местах органами УВД и, возможно, включаться в местные сводки и сводки METAR/SPECI в качестве дополнительной информации.

12.2.5 Лазерная система обнаружения и измерения дальности (ЛИДАР)

Как правило, ЛИДАР излучает невидимый импульс лазерного света и анализирует отраженный сигнал, рассеиваемый в обратном направлении атмосферой в одном или нескольких направлениях, на основании чего он может определить данные о ветре, показатель ослабления и другие параметры. Измерение, произведенное на определенном расстоянии по наклонной плоскости, позволяет определить параметры ветра над ВПП или в зоне захода на посадку. К сожалению, оптический сигнал может быть ослаблен из-за дождя, облаков или тумана, и в этом случае прибор оказывается ослепленным и его полезность уменьшается. Тем не менее ЛИДАР полезен при обнаружении сдвига ветра в условиях ясного неба (например, сдвиг ветра, обусловленный морскими бризами, фронтами порывов, предшествующими грозам, либо топографией). Данный тип приборов является дорогостоящим, и в прошлом он использовался только для проведения научных исследований; в последнее время такие приборы были установлены на некоторых аэродромах для контроля за сдвигом ветра.

Глава 13

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА

13.1 Согласно Приложению 3 (раздел 2.2) необходимо обеспечить разработку и внедрение организованной надлежащим образом системы управления качеством, гарантирующей соответствие продуктов и услуг потребностям авиационных пользователей.

13.2 Управление качеством должно удовлетворять стандартам 9000 ИСО версии 2008 и обеспечивать соответствие качества продуктов и услуг требованиям пользователей; указанные стандарты отражают идею непрерывного улучшения качества.

13.3 В рамках системы управления качеством потребности должны быть превращены в реалистические цели, которые известны пользователю и приняты им. Продукты и услуги должны быть адаптированы к целям, и должен существовать способ оценки того, достигнуты ли эти цели. Наконец, необходимо исправлять ошибки с учетом ограничений системы управления качеством.

13.4 Общая схема состоит в следующем:

- a) знать требования пользователей;
- b) определить процессы, призванные обеспечить удовлетворение указанных требований;
- c) определить цели упомянутых различных процессов;
- d) получить одобрение этих целей пользователями (или пересмотреть их);
- e) разработать методы достижения указанных целей;
- f) провести количественную оценку достижения целей и установить надлежащие показатели;
- g) осуществлять контроль за результатами и выявлять и устранять отклонения от нормы;
- h) оценить удовлетворенность пользователей;
- i) предпринять корректирующие и профилактические действия;
- j) связать различные операции с целью обеспечения постоянного повышения качества (план – осуществление – проверка – действия).

13.5 В случае автоматической аэродромной системы наблюдения вышеупомянутая схема будет примерно следующей:

- a) знать требования авиационных пользователей. В Приложении 3 (глава 4 и добавление 3) изложена основа для метеорологических наблюдений;

- b) выявить и задокументировать процессы производства, управления и материально-технического обеспечения, связанные с авиационными метеорологическими наблюдениями;
- c) определить цели: возможности автоматической системы, соответствующие эксплуатационные характеристики, желаемый уровень надежности, приемлемые и неприемлемые временные рамки ремонтных работ;
- d) получить одобрение этих целей пользователями (или пересмотреть их) и, при необходимости, направить официальное уведомление о различиях. Нехватка ресурсов или персонала (в случае визуальных наблюдений) может означать внедрение систем и/или методов наблюдения, которые удовлетворяют не всем Стандартам и Рекомендуемой практике ИКАО. Качество должно основываться на четком определении возможностей и ограничений системы и связанных с ней видов обслуживания;
- e) убедиться в достижении целей, т. е. определить аспекты технического обслуживания, запасных частей, профилактического ремонта и т. д. Правила и решения могут быть самыми разными; главное заключается в том, чтобы они были определены, а результаты оценены. Это особенно важно в случае автоматических систем, о которых могут просто "забыть" именно потому, что они автоматические. Прежде всего, это касается простых систем на небольших аэродромах, где финансовые средства, выделяемые на цели наблюдений, могут быть ограниченными;
- f) определить частоту проведения калибровки и технического обслуживания;
- g) провести количественную оценку достижения целей и установить надлежащие показатели;
- h) осуществлять контроль за результатами и выявлять и устранять отклонения от нормы;
- i) оценить удовлетворенность пользователей и действия по повышению качества;
- j) оценить удовлетворенность пользователей обслуживанием, обеспечиваемым автоматическими системами, имея в виду как местные сводки, так и сводки METAR/SPECI;
- k) предпринять корректирующие и профилактические действия. Это означает совершенствование системы на протяжении срока ее службы в целях повышения уровня ее возможностей и уменьшения ограничений. Это особенно важно в отношении тех автоматических систем наблюдения, которые еще не удовлетворяют всем требованиям, содержащимся в Приложении 3.

13.6 Цели в области качества и процессы, призванные обеспечить их достижение, следует учитывать также на этапе приобретения автоматической аэродромной системы наблюдений. Документация с техническими характеристиками системы должна отражать требования к обеспечению качества.

13.7 Прежде чем принять новую систему к эксплуатации, заинтересованной организации следует убедиться в том, что поставляемая продукция соответствует своим техническим характеристикам. Ниже приводятся примеры проверки соответствия спецификациям:

- a) собственные испытания;
- b) инспекционная проверка в ходе заводских приемочных испытаний;
- c) надежные доказательства, предоставленные поставщиком, например:

- отчеты об испытаниях, проведенных третьей стороной, или сертификаты, выданные компетентным полномочным органом на основании задокументированных испытаний и с применением единообразных критериев;
- иная документация, такая как вызывающие доверие испытания, проведенные и задокументированные поставщиком.

Примечание 1. Проверка эксплуатационных характеристик некоторых датчиков может представлять трудность в связи с отсутствием стандартизированных определений точности. Особую осторожность следует проявлять на этапе составления технических характеристик таких приборов, как, например, датчиков текущей погоды и облачности. Следует указывать методы их проверки в сочетании с целевыми уровнями точности, так как они взаимосвязаны.

Примечание 2. В добавлении В приводятся инструктивные указания по определению технических характеристик метеорологических приборов.

Добавление А

АЛГОРИТМЫ

Нижеследующие алгоритмы предназначены для использования только в качестве примеров. Следует отметить, что они не представляют собой исчерпывающий перечень, и вполне вероятно, что некоторые алгоритмы, особенно те, которые связаны с текущей погодой, могут оказаться непригодными в определенных районах мира из-за климатических различий.

Направление ветра (1)

Направление ветра подразделяется на две группы: одна группа относится к восточному полушарию (т. е. $0^\circ < \text{значение направления} \leq 180^\circ$) с величиной "е" по шкале отсчета, а другая группа относится к западному полушарию (т. е. $180^\circ < \text{значение направления} \leq 360^\circ$) с величиной "w" по шкале отсчета. Среднее значение для восточного полушария, D_E , и среднее значение для западного полушария, D_W , рассчитываются следующим образом:

$$D_E = (\text{сумма всех значений направления в восточном полушарии})/e,$$

$$D_W = (\text{сумма всех значений направления в западном полушарии})/w.$$

Если разница меньше или равна 180° (т. е. $(D_W - D_E) \leq 180^\circ$), направления ветра в целом сгруппированы преимущественно в направлении южного полушария. Среднее значение направления рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{среднее значение} = [D_W \times w + D_E \times e] / [w + e].$$

Когда разница больше 180° (т. е. $(D_W - D_E) > 180^\circ$), направления ветра в целом сгруппированы преимущественно в направлении северного полушария. В этом случае среднее значение направления рассчитывается по следующей формуле:

$$\text{среднее значение} = [(D_W - 360^\circ) \times w + D_E \times e] / [w + e].$$

Если результат меньше или равен 0° , то к среднему значению направления следует прибавить 360° .

Заметная нестабильность ветра (2)

Данный алгоритм может применяться следующим образом:

- а) в расчет следует принимать изменение в направлении ветра, составляющее 30° , мгновенные значения направления непосредственно учитывать не следует, поскольку быстрые изменения достигают и часто превышают 30° без какого-либо общего изменения направления ветра;

- b) заметная нестабильность должна сохраняться, по крайней мере, в течение 2 мин, поэтому необходимо использовать среднее значение ветра за 2-минутный период (параметры скорости и направления);
- c) рассчитать значения ff_2 и DD_2 (средние значения скорости и направления ветра за последние 2 мин);
- d) рассчитать значения ff_8 и DD_8 (средние значения скорости и направления ветра за 8 мин) за период, взятый 2 мин назад (т. е. последние 2 мин не учитываются). Чтобы ограничить расчеты, можно также использовать среднюю величину за период 10 мин, взятый 2 мин назад. Результат не будет существенно отличаться, и, как правило, регулярно рассчитывается средняя величина за 10 мин;
- e) сравнить DD_2 и DD_8 . Если эти средние значения направления отличаются более чем на 30° , а среднее значение скорости ветра до этого момента или после (ff_2 или ff_8) превышает 5 м/с (10 уз), то 2 мин назад имела место заметная нестабильность;
- f) сравнить ff_2 и ff_8 . Если абсолютная разница превышает 5 м/с (10 уз), то имеет место заметная нестабильность;
- g) если обнаружена заметная нестабильность, отметить момент ее возникновения для расчета последующей средней величины. При обнаружении заметной нестабильности в качестве средней величины необходимо использовать последнее значение, рассчитанное за 2-минутный период. Для последующей минуты указанный параметр будет рассчитываться за период 3 мин, затем 4 мин, пока не будет охвачен нормальный 10-минутный период.

Заметная нестабильность ветра (3)

Данный алгоритм может применяться следующим образом:

- a) в расчет следует принимать изменение в направлении ветра, составляющее 30° , мгновенные значения направления непосредственно учитывать не следует, поскольку быстрые изменения достигают и часто превышают 30° без какого-либо общего изменения направления ветра;
- b) заметная нестабильность должна сохраняться, по крайней мере, в течение 2 мин, поэтому необходимо использовать среднее значение ветра за 2-минутный период (параметры скорости и направления);
- c) рассчитать значения ff_2 и DD_2 (средние значения скорости и направления ветра за последние 2 мин);
- d) рассчитать значения ff_8 и DD_8 (средние значения скорости и направления ветра за 8 мин) за период, взятый 2 мин назад (т. е. последние 2 мин не учитываются). Чтобы ограничить расчеты, можно также использовать среднюю величину за период 10 мин, взятый 2 мин назад. Результат не будет существенно отличаться, и, как правило, регулярно рассчитывается средняя величина за 10 мин;
- e) сравнить DD_2 и DD_8 . Если эти средние значения направления отличаются более чем на 30° , а среднее значение скорости ветра до этого момента или после (ff_2 или ff_8) превышает 5 м/с (10 уз), то 2 мин назад имела место заметная нестабильность. Однако, если изменение направления ветра за эти 2 мин превышает или равно 60° , то необходимо отказаться от диагноза заметной нестабильности и перейти к этапу c);

- f) сравнить ff_2 и ff_8 . Если абсолютная разница превышает 5 м/с (10 уз), то 2 мин назад имела место заметная неустойчивость. Однако если изменение направления ветра за эти 2 мин превышает или равно 60° , то необходимо отказаться от диагноза заметной неустойчивости и перейти к этапу с);
- g) если обнаружена заметная неустойчивость, отметить момент ее возникновения для расчета последующей средней величины. При обнаружении заметной неустойчивости в качестве средней величины необходимо использовать последнее значение, рассчитанное за 2-минутный период. Для последующей минуты указанный параметр будет рассчитываться за период 3 мин, затем 4 мин, пока не будет охвачен нормальный 10-минутный период.

Обнаружение и устранение искусственных порывов (4)

Необходимо принять все меры к размещению анемометра на аэродроме таким образом, чтобы избежать воздействия искусственных порывов, например от реактивной струи или вихревого следа. Применение нижеприведенного алгоритма для обнаружения и устранения искусственных порывов является последним средством решения данной проблемы.

Суть алгоритма заключается в том, что имеется возможность отличить в реальном масштабе времени искусственный пик порыва от естественного. Если пик порыва определяется как искусственный, то данные измерений корректируются с учетом результатов предыдущих измерений вплоть до 10 мин назад. Искусственные порывы распознаются из-за их экстремального поведения и типичной структуры, которая отличается от естественных колебаний скорости ветра. Более того, такие порывы обычно превышают значения максимальной допустимой нормализованной скорости ветра. Величина этого максимума зависит от неровностей местности или протяженности местных неровностей и должна быть определена до того, как данный алгоритм будет использоваться. В целях повышения его эффективности рекомендуется уточнить используемую константу.

Обнаружение искусственных порывов:

- a) Рассчитать безразмерный параметр, называемый нормализованным экстремальным ветром u_n , следующим образом:

$$u_n = (u_{\max} - U) / \sigma_u ,$$

где $u_{\max}$ — фактический, т. е. мгновенный порыв ветра (средний за 3 с);

U — средняя скорость ветра за 10 мин;

σ_u — стандартное отклонение указанной скорости ветра за 10 мин (U и σ_u вычисляются с использованием одних и тех же данных о скорости ветра).

- b) Порыв ветра считается искусственным, если:

$$u_n > 5.$$

Пороговая величина 5 определяется экспериментально и будет зависеть только от неровностей ландшафта, выраженных длиной z_0 его неровностей (величина, характеризующая открытую местность, $z_0 = 0,03$ м).

Устранение искусственных порывов:

- а) В целях снижения риска устранения действительных порывов алгоритм устранения искусственных порывов будет применяться только в следующей ситуации:

$$U > 0,5 \text{ м/с}, \sigma_u > 0,5 \text{ м/с} \text{ и } u_{\max} < 15 \text{ м/с}.$$

В условиях небольшого ветра обе величины U и σ_u могут быть равны нулю, и тогда u_n не определяется. В случае сильных порывов, превышающих 15 м/с, для избежания риска никакого устранения порывов не предпринимается.

- б) Уменьшенный порыв оценивается следующим образом:

$$u = U \text{ б } \sigma_u + c,$$

где b и c являются константами. Значение b составляет примерно 2,5, а значение c может варьироваться от 0 до 0,5 м/с. Эти величины можно уточнить экспериментальным путем.

Примечание. Поскольку данный алгоритм не следует использовать за рамками указанных критериев, в этих условиях (обычно при малых скоростях ветра, когда влияние вихревого следа является существенным) искусственные порывы не изменяются (или не корректируются). В этих случаях, когда значения U и σ_u почти равны 0 м/с, данная система может выдать пользователю идентификатор (флаг), указывающий на то, что искусственный порыв опознан, но не отфильтрован.

Видимость (5)

Ниже приводится один из возможных алгоритмов расчета, включающий множество шагов. Во-первых, необходимо знать или вычислить метеорологическую оптическую дальность (MOR). Обычно такой датчик, как измеритель рассеяния, позволяет непосредственно получить значение MOR. Датчик типа трансмиссометра позволяет получить значение коэффициента пропускания t_b , представляющего собой функцию от длины его измерительной базы b и коэффициента ослабления σ . Мы имеем $t_b = e^{-\sigma b}$ и $MOR = 3/\sigma$; следовательно, $MOR = -3 \times b / \ln(t_b)$.

Видимость представляет собой наибольшую из следующих двух величин:

- MOR;
- расстояние, на котором можно различить источники света силой 1000 кд согласно закону Алларда.

В зависимости от используемых параметров закон Алларда можно выразить несколькими способами. В данном случае нам известно значение MOR и мы хотим рассчитать видимость V .

Обозначим визуальный порог освещенности как E_T и интенсивность света как I .

При $E_T = I \times e^{-\sigma V} / V^2$ и путем замены σ на $3/MOR$ получаем:

$$V = -MOR/3 \times \ln(E_T/I \times V^2) \quad (\text{Уравнение 1})$$

Для расчета видимости необходимо использовать значение $I = 1000$ кд.

Соотношение E_T и яркости фона B приводится в дополнении D Приложения 3.

Указанное соотношение (уравнение 1) не позволяет аналитически рассчитать V . Для решения задачи можно использовать несколько методов, один из которых изложен ниже:

- a) Рассмотрим последовательность $V_n = \text{MOR}/3 \times \ln(E_T/I \times V_{n-1}^2) = f(V_{n-1})$. Если эта последовательность сходится к какой-либо величине, то она сходится к V , искомому значению видимости. Можно доказать, что если величина V_n больше, чем V , то V_{n+1} будет меньше, чем V . Последовательность V_n близка к величине V .
- b) Если мы возьмем $V_0 = \text{MOR}$ и если V_1 меньше, чем V_0 , то можно сделать вывод о том, что решение V в уравнении (1) будет меньше, чем $V_0 = \text{MOR}$. В данном случае вычисления не требуются, поскольку дальность видимости, определяемая по закону Алларда, меньше, чем MOR . Таким образом, видимость равна MOR , что является верным, так как в этих условиях указанная последовательность может расходиться. Однако можно доказать, что если $V_1 > \text{MOR}$ при заданной величине $V_0 = \text{MOR}$, то эта последовательность сходится.
- c) Затем для расчета этой последовательности можно применить метод итераций, пока разница между V_n и V_{n+1} не станет малой величиной в сравнении со значением V_n . Например:

$$\text{abs}(V_n - V_{n-1})/V_n < 0,01.$$

На практике схождение может быть медленным. Его можно очень быстро ускорить путем использования промежуточной переменной:

- начинаем с $V_0 = \text{MOR}$ и вычисляем $V_1 = f(V_0)$. Вычисляем $V_{01} = (V_0 + 2 \times V_1)/3$;
 - вычисляем $V_2 = f(V_{01})$, и $V_{12} = (V_{01} + 2 \times V_2)/3$;
 - вычисляем $V_3 = f(V_{12})$ и $V_{23} = (V_{12} + 2 \times V_3)/3$;
 - продолжаем расчет. На практике величина V_{23} очень близка к требуемому значению V и расчет может быть завершен на третьей итерации.
- d) Каждому значению яркости (и, следовательно, каждому соответствующему значению порога освещенности E_T) соответствует определенное значение MOR , при превышении которого дальность видимости источников света будет меньше MOR , и, таким образом, видимость для авиационных целей будет равна MOR . Указанный предел легко вычислить, используя уравнение (1). Он соответствует значению, при котором $V = \text{MOR}$; следовательно, $\ln(E_T/I \times \text{MOR}^2) = -3$.

Упомянутые предельные величины приводятся на рис. А-1 и в таблице А-1.

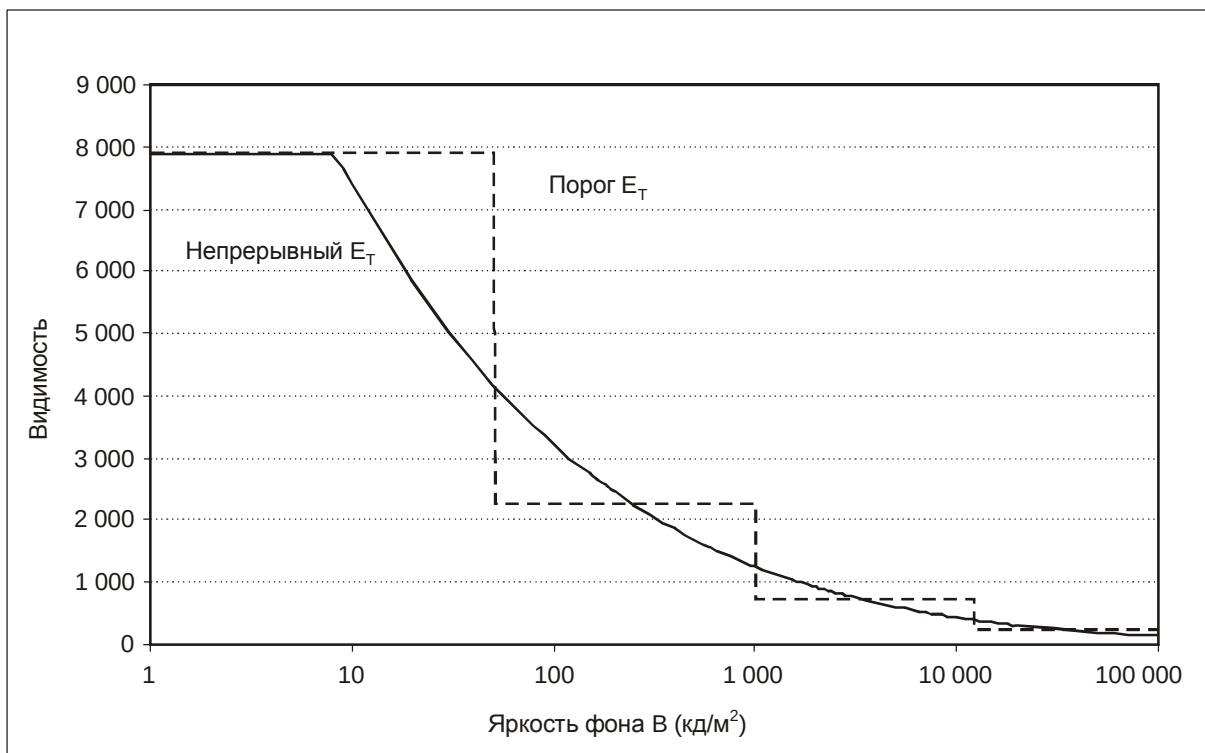


Рис. А-1. Предел, выше которого видимость равна MOR

Таблица А-1. Предел MOR, выше которого видимость равна MOR

Условия	Ступенчатые значения порога освещенности	Яркость фона	Предельное значение MOR
Ночь	8×10^{-7}	< 50	7 889
Переходный период (сумерки)	10^{-5}	51 – 999	2 231
Нормальный день	10^{-4}	1 000 – 12 000	706
Яркий день (освещенный солнцем туман)	10^{-3}	$> 12\,000$	223

Обнаружение явлений текущей погоды (6)

Нижеследующие условия обычно указывают на отсутствие осадков; таким образом, передаваемые датчиком неправильные диагностические данные могут быть исправлены. Обозначения T_{air} , T_{+10} , и T_{+50} относятся соответственно к измерениям температуры с использованием стандартного защитного укрытия и значениям температуры, измеренным на высоте 10 и 50 см над поверхностью земли.

- Разница $T_{\text{air}} - T_{+10} > 3\text{ °C}$ за 20-минутный период → осадки отсутствуют.
- Разница $T_{+50} - T_{+10} > 1,5\text{ °C}$ за 20-минутный период → осадки отсутствуют.

- $(T_{+50} > T_{air} + 2)$ и $(T_{+10} > T_{+50} + 2)$ в дневное время → осадки отсутствуют.
- На высоте свыше 4500 м (15 000 фут) облачность не обнаружена → осадки отсутствуют.
- Видимость > 40 км в течение 5 мин → осадки отсутствуют.
- Относительная влажность (RH) < 50 % → осадки отсутствуют.
- RH уменьшается или разница между T_{air} и температурой точки росы увеличивается, и значение видимости увеличивается → осадки отсутствуют.
- Неожиданное уменьшение разницы между значениями T_{+50} и T_{+10} (исключая период восхода и захода солнца) → начало осадков или появление тумана.
- Изотерма (постоянная температура) значений T_{+50} или T_{+10} при 0 °C (или при температуре очень близкой к 0 °C с учетом погрешности измерения) → возможен тающий снег.

Распознавание явлений текущей погоды (7)

Пример 1

- Случаи снегопада при температуре $T_{air} > 4$ °C очень редки.
- Когда $T_{air} < -5$ °C, каких-либо жидких осадков более не наблюдается.

Примечание. Вышеуказанные критерии не всегда применимы, особенно в районах с холодным климатом, где возможны жидкие осадки при значительно более низких температурах.

- Случаи смешанного дождя и снега почти всегда имеют место при температуре T_{air} в интервале $[-1$ °C, 5 °C].
- Изотерма (постоянная температура) значений T_{+50} или T_{+10} при 0 °C (или при температуре очень близкой к 0 °C с учетом погрешности измерения) → возможен тающий снег (и тающий снег, если датчик текущей погоды указывает на осадки). Иногда это иней или замерзающий туман.
- Температура смоченного термометра, указываемая как T_{wb} , представляет собой границу между дождем и снегом. При $T_{wb} > 1,5$ °C снег не наблюдается.
- Местоположение в диаграмме T_{air} , RH или в диаграмме T_{wb} , RH (см. рис. А-2). В них имеются зоны, где присутствуют только некоторые виды гидрометеоров, а также некоторые зоны, где определенные виды гидрометеоров не наблюдаются. Такие диаграммы сами по себе недостаточны для определения типа гидрометеора, однако они могут помочь в распознавании гидрометеора или корректировке первоначальной диагностики, сделанной датчиком. Например, при отрицательной температуре и значении RH менее 80 % ($T_{air} < 0$ °C и RH < 80 %) наблюдается только снег. Морось зачастую сопровождается высоким уровнем RH (> 90 %).
- Видимость < 1000 м и высота нижней границы облаков > 1500 м (5000 фут) → снег.

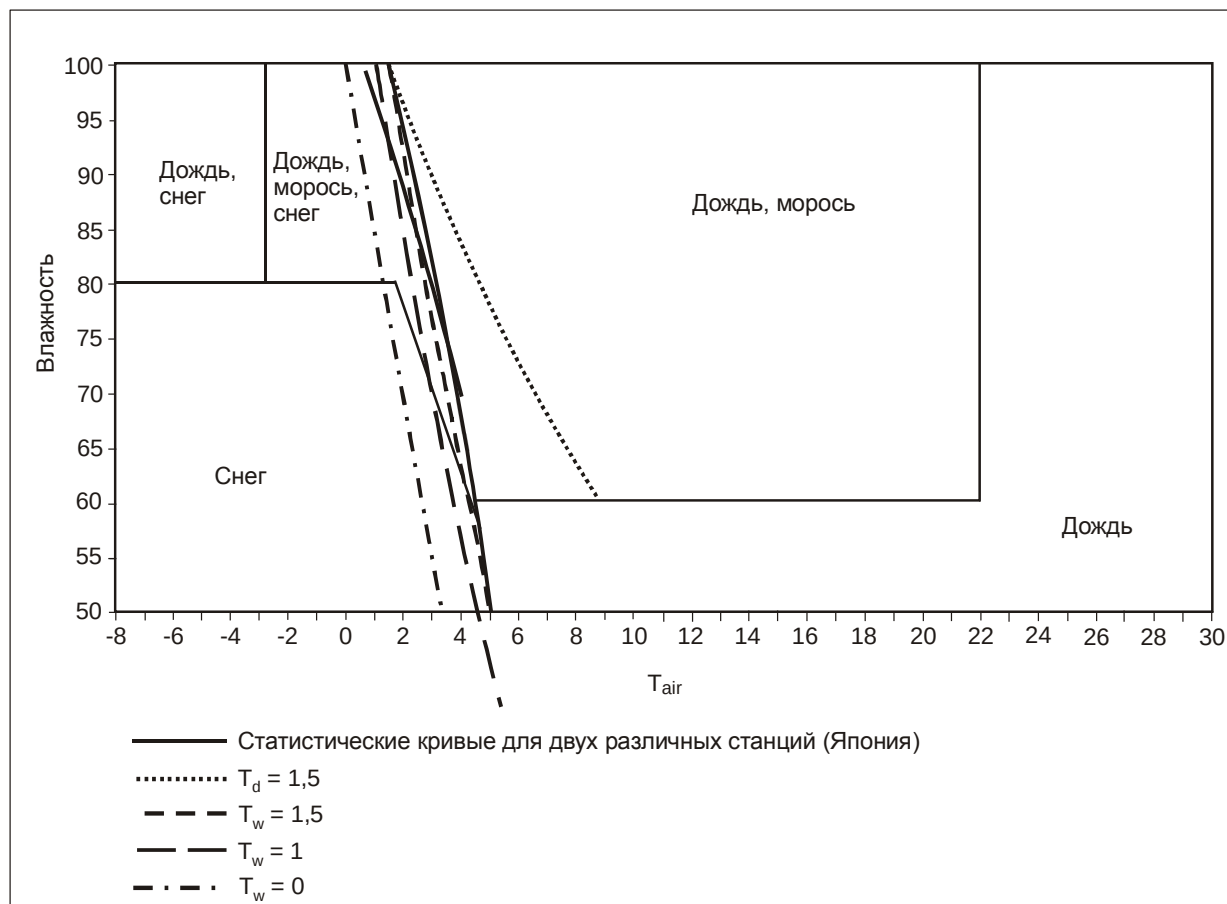


Рис. А-2. Пример диаграммы (T_{air} , RH), используемой для определения явлений текущей погоды

- Морось наблюдается только в тех случаях, когда высота нижней границы облаков составляет менее 500 м (1660 фут).
- Обнаружены осадки при отсутствии облачности выше 3000 м (10 000 фут) → дождь.
- При наличии мороси видимость составляет менее 10 км.
- При равной интенсивности (выражаемой в мм/ч) снег приводит к уменьшению видимости (или MOR) в 4–10 раз больше, чем дождь. Существуют критерии, связывающие видимость, интенсивность осадков и тип осадков.

Пример 2

Во-первых, в соответствующих случаях применяется корректировка типа осадков. Данная корректировка включает проверку того, являются ли жидкие осадки замерзающими или нет, путем использования температуры смоченного термометра (T_w), полученной с помощью эксплуатационного датчика температуры окружающего воздуха (T_a). Кроме того, поступающие от датчика данные о снеге/снежных зернах и ледяной крупе подвергаются определенным проверкам и приписываются к категории неизвестных осадков либо смеси снега и

дождя в зависимости от температуры смоченного термометра и интенсивности осадков. Полный перечень корректив, применяемых при наличии всей требующейся информации, включает следующее:

- a) если $T_w = 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, изменить RA и смесь RADZ на FZRA и DZ на FZDZ;
- b) если $T_w > 0\text{ }^{\circ}\text{C}$, изменить FZRA на RA и FZDZ на DZ;
- c) если $T_a > -10\text{ }^{\circ}\text{C}$, изменить IC на UP;
- d) если $T_a > 7\text{ }^{\circ}\text{C}$, изменить SN на UP;
- e) если $1 = T_w = T_{w_i}$, изменить IC, SG и SN на смесь SNRA;
- f) если $0 = T_w = T_{w_i}$, изменить IP на смесь SNRA;
- g) если $T_w > T_{w_i}$, изменить IC, SG, SN, IP на смесь SNRA на UP,

где $T_{w_i} = 2,7 + 0,4 \times \ln(\text{PI} + 0,0012)$.

Во-вторых, подготавливается перечень сообщаемых видов осадков с соответствующими значениями интенсивности для кодирования в сводках METAR/SPECI. Скорректированные виды осадков предписываются к типам осадков, сообщаемых в METAR/SPECI, и, таким образом, сообщаемые данные о смеси SNRA, например, будут указываться как в классе SN, так и в классе RA. Затем сообщаемые в METAR/SPECI типы осадков, наблюдавшиеся в течение последних 5 мин (период наблюдения) и в течение 25 мин до этого времени (недавний период) упорядочиваются по принципу преобладания, т. е. по количеству событий. По каждому типу осадков вычисляется усредненное значение интенсивности и определяется соответствующий класс интенсивности. Наконец, упорядоченные типы осадков и данные об их интенсивности включаются в сводки вместе со всеми другими явлениями погоды в соответствии с требованиями Приложения 3.

Пример 3

Ниже приводится пример инструктивного материала относительно сообщения о грозе на основе данных наблюдений с помощью системы обнаружения молний и метеорологической РЛС.

- a) Если наблюдатель слышит гром или видит молнию, сообщить о грозе в сводке текущей погоды METAR, когда гроза имеет место соответственно в пределах аэродрома или в его окрестностях.
- b) Если наблюдатель слышит гром, но не видит молнию, удостовериться в том, зафиксированы ли молнии (облако-земля (CG) и облако – облако (CC) включительно) системой информации о местонахождении грозового разряда (LLIS) в течение последней минуты и в пределах 16 км от контрольной точки аэродрома. Если грозовой разряд зафиксирован, сообщить о грозе, основываясь на местонахождении, определенном LLIS, соответственно либо в пределах, либо в окрестностях аэродрома. Если в пределах данной дальности молния не обнаруживается, проверить, имели ли место какие-либо эхосигналы с отражательной способностью выше 32 dBZ в течение последних 6 мин и в пределах 16 км от контрольной точки аэродрома. В случае положительного результата, сообщить информацию о грозе, основанную на местоположении, определенном радиолокатором соответственно либо на аэродроме, либо в его окрестностях. В противном случае сообщить об отсутствии грозы.
- c) Если гром не слышен, но молния видна, или молния CG обнаружена LLIS в течение последней минуты и в пределах 16 км от контрольной точки аэродрома, проверить, имели ли место какие-либо эхосигналы с отражающей способностью выше 32 dBZ в течение

последних 6 мин или в пределах 15 км от местоположения грозового разряда. Рассмотреть вопрос о сообщении информации о грозе соответственно либо на аэродроме, либо в его окрестностях на основе имеющейся информации (например, наблюдения СВ/ТСU, атмосферных разрядов и т. д.) в консультации с авиационным синоптиком. В противном случае сообщить об отсутствии грозы.

- d) Если гром не слышен в течение 10 мин после последний раз услышанного грома или последнего сообщения о грозе, прекращение грозы подтверждается, и гроза на аэродроме или в его окрестностях считается законченной.

Слои облаков (8)

Пример 1

Данный метод состоит в группировании классов, которые находятся ближе всего друг от друга, пока не останется пять или менее классов. С этой целью рассчитывается расстояние (D) между смежными классами по формуле:

$$\frac{N_1 N_2 (H_1 - H_2)^2}{N_1 + N_2},$$

где (N_i , H_i), представляют собой количество измерений в классе i (N_i) и их соответствующие высоты (H_i). Указанное расстояние меньше, когда значения H_1 и H_2 близки друг к другу и когда величина N_1 и/или N_2 небольшая.

Алгоритм рассчитывает расстояние (D) между смежными классами и выявляет наименьшую величину. Если количество классов больше пяти, оба класса, соответствующие минимальному расстоянию, группируются в класс с новым весом $N_1 + N_2$ и новой высотой, равной:

$$\frac{N_1 H_1 + N_2 H_2}{N_1 + N_2}.$$

Комбинирование классов продолжается, пока не останется пять слоев или менее.

Указанное число (пять) превышает количество облачных слоев, которое может быть указано в местных сводках и в сводках METAR/SPECI, и поэтому его необходимо сократить. Сокращение может быть осуществлено тем же методом, что и раньше, однако это может привести к группированию двух очень выделяющихся классов в плане высоты и созданию "фиктивного" вспомогательного слоя. Поэтому ограничение в пять классов является компромиссом, основанным на испытаниях и опыте создателей алгоритма.

Группирование осуществляется на основе пяти (или менее) предыдущих классов, если разница по высоте между двумя классами составляет менее заданного порога, в соответствии с высотой самого нижнего класса. Для "более высоких" классов эта разница выше.

Пределы, используемые в алгоритме АСНП, приводятся в таблице А-2.

По завершении этого последнего группирования может остаться от 0 до 5 слоев. Для каждого слоя алгоритм вычисляет количество эквивалентных окт, используя общее число N возможных взвешенных наименьших значений сигнала обратного рассеяния и суммарный вес N_i для данного слоя, по формуле:

$$\frac{N_i}{N}.$$

**Таблица А-2. Пределы, используемые в алгоритмах АСНП
для классификации облачности**

<i>Наименьшая высота</i>	<i>Расстояние между двумя высотами</i>
$H \leq 300$ м (1000 фут)	≤ 90 м (300 фут)
$300 \text{ м} < H \leq 900 \text{ м}$ (1000 фут < $H \leq 3000$ фут)	≤ 120 м (400 фут)
$900 \text{ м} < H \leq 1500 \text{ м}$ (3000 фут < $H \leq 5000$ фут)	≤ 180 м (600 фут)
$1500 \text{ м} < H \leq 2400 \text{ м}$ (5000 фут < $H \leq 8000$ фут)	≤ 300 м (1000 фут)
$H > 2400$ м (8000 фут)	≤ 480 м (1600 фут)

Если первый слой включает N_1 (N_1 измерений), а второй слой включает N_2 (N_2 измерений), весовое значение, используемое при расчете количества окт во втором слое, будет равно $N_1 + N_2$, чтобы учесть "препятствие", образуемое первым слоем. Такой же принцип применяется и для последующих слоев. Количество окт для каждого последующего слоя возрастает с высотой. Затем эти данные указываются как FEW, SCT, BKN или OVC. Отсутствие облаков обычно указывается как SKC, если диапазон действия облакомера позволяет ему обнаруживать все виды облаков. В противном случае используется обозначение NCD (п. 4.9.1.4 добавления 3 Приложения 3). Если облака отсутствуют и солнце находится непосредственно над облакомером, то для защиты прибора приводится в действие заградительный щиток. В этих условиях облакомер не будет производить каких-либо измерений в данное время, хотя он может указывать NCD (т. е. облака не обнаружены).

Данные о рассчитанных таким образом слоях облаков могут быть включены в местные сводки и сводки METAR/SPECI в порядке уменьшения высоты путем применения правил, изложенных в Приложении 3.

- Первый слой FEW, SCT, BKN или OVC;
- второй слой SCT, BKN или OVC;
- третий слой BKN или OVC.

Последнее кодирование ограничивает количество слоев тремя.

Пример 2

В одном из государств применяется лазер на арсениде галлия, работающий на 9000 нм. Указанный лазер излучает вверх 50 нс импульс, часть которого отражается обратно на датчик любым облаком, попадающим в зону его действия. В то же время на приемник поступает контрольный импульс, дающий приемнику команду на обнаружение отраженного сигнала в заданное время. Приемник способен обнаруживать сигнал только в это время. На один цикл обнаружения через нижний слой атмосферы требуется до 50 000 лазерных импульсов, и на это может уйти от 15 с до 2 мин, в зависимости от частоты повторения импульсов. Время, затрачиваемое на обнаружение приемником излучаемого сигнала, меняется прямо пропорционально относительной высоте облака. Данные об отраженных сигналах, обнаруженных на каждом уровне, загружаются в массив памяти с разбивкой по ячейкам, которые соответствуют определенным значениям относительной высоты.

- а) По завершении цикла (т. е. после исследования всех высот) алгоритм расчета облаков просматривает эти ячейки и определяет относительную высоту слоя (нижняя и верхняя

границы). Данные о нижней границе указываются отдельно до тех пор, пока значение верхней границы более нижнего слоя и значение нижней границы более высокого слоя не окажутся в пределах установленного расстояния друг от друга, и на этом этапе процесса указывается значение только одной нижней границы. Верхняя граница не сообщается.

- b) Для оценки количества облачности алгоритм следит за временем нахождения того или иного слоя над аэродромом в течение предыдущего часа. Он производит оценку каждого слоя на предмет наличия условий SCT, BKN или OVC в течение периода времени, соответствующего высоте этого слоя над землей: 1 мин для каждых 30 м (100 фут); например, облачность на высоте 180 м (600 фут) оценивается за 6 мин, а облачность на высоте 600 м (2000 фут) оценивается за 20 мин. Усредненное по времени количество облачности считается репрезентативным для среднего пространственного объема небосвода. В случае высоты в 2000 фут, если облачность сохраняется в течение 18–20 мин, ее относят к категории OVC; если она наблюдается в течение 10–17 мин, ее классифицируют как BKN, а если менее 10 мин, то как SCT.

Примеры профиля обратного рассеяния при наличии двух слоев облаков и сигнала дождя:

- a) При отсутствии облаков профиль обратного рассеяния "ровный". Облакомер обнаруживает отсутствие облаков в направлении излучаемого им светового сигнала.
- b) При наличии облаков профиль обратного рассеяния обычно значительно возрастает на уровне нижней границы облаков. Большие колебания сигнала в профиле обратного рассеяния указывают на неоднородность в атмосфере, которая, как правило, создается облаками или осадками. Форма профиля обратного рассеяния зависит от оптической структуры нижней границы облаков и атмосферного слоя под облачностью. Нижняя граница облаков может быть четко обозначенной (очень белое облако) либо размытой (нижняя граница нечеткая). Поскольку указанный профиль также формируется посредством последовательности импульсов, генерируемых в течение нескольких секунд (до 15 или 30 с), высота нижней границы облаков над облакомером также может изменяться при горизонтальном передвижении облаков. Интерпретация профиля обратного рассеяния, указываемого в виде числа, представляющего собой высоту нижней границы облаков, зависит также от "ноу-хау" производителя. Это тоже объясняет, почему эксплуатационные характеристики моделей от различных изготовителей отличаются друг от друга.
- c) В определенных случаях облакомер способен обнаружить несколько облачных слоев, если сигнал прошел через первый слой или если этот слой не находился на пути светового сигнала в течение какой-то части периода его интеграции при генерировании множества импульсов. Что касается моделей, имеющих на рынке, частота обнаружения второго слоя облаков составляет 10 %. Таким образом, подобное обнаружение является возможным, но не на систематической основе.
- d) Во время осадков профиль обратного рассеяния включает существенные сигналы из подоблачного слоя атмосферы. Таким образом, облакомер способен обнаружить присутствие чего-то, что не всегда распознается как нижняя граница облака при отсутствии чистого увеличения отраженного сигнала. Показания облакомера зависят от модели и его внутренних алгоритмов, установленных изготовителем. Некоторые алгоритмы могут ошибочно интерпретировать отраженный от осадков сигнал как нижнюю границу облака. Осадки оказывают влияние на результаты наблюдений, особенно когда идет сильный дождь и/или снег. Сильные осадки могут полностью ослабить сигнал, что не позволит облакомеру обнаружить нижнюю границу облаков. Следует иметь в виду, что в таких условиях визуальная оценка нижней границы облаков, даже с помощью таких светотехнических средств, как нефоскоп, также является исключительно трудной задачей. Чтобы ограничить

влияние осадков, направление импульсов, генерируемых некоторыми облакомерами, слегка отклонено от вертикального.

- е) В условиях тумана профиль обратного рассеяния характеризуется значительной силой сигнала на самых нижних уровнях атмосферы. Затем сигнал быстро уменьшается и становится недоступным. В таких обстоятельствах облакомер не может определить высоту нижней границы облаков, которой может вообще не существовать; он показывает либо величину меньше 30 м (100 фут), либо значение вертикальной видимости.

Пример 3

Данные "попадания" сигнала в облако (т. е. регистрируемое облакомером наименьшее значение сигнала обратного рассеяния или значение вертикальной видимости) распределяются по ячейкам следующим образом:

- от поверхности до 60 м: ячейки по 15 м (т. е. 0, 15... 60 м);
- от 60 до 330 м: ячейки по 30 м (т. е. 60, 90... 330 м);
- от 330 до 700 м: ячейки по 60 м (т. е. 330, 390... 700 м);
- от 700 до 1500 м: ячейки по 100 м (т. е. 800... 1500 м);
- выше 1500 м: ячейки по 500 м (т. е. 1500, 1550... 5500 м).

Через установленные интервалы времени осуществляется исследование каждой ячейки, начиная с самой нижней над поверхностью. Если содержимое ячейки отвечает следующим двум критериям, то ее данные считаются нижней границей облаков:

- ячейка содержит данные о более чем N "попаданий" сигнала;
- смежная более высокая ячейка содержит данные о меньшем числе "попаданий" сигнала.

Критерий достоверности N следует устанавливать достаточно высоким, чтобы отфильтровывать шум.

Период осреднения следует устанавливать в соответствии с местными требованиями. В некоторых случаях для выделения самых последних результатов измерения высоты можно использовать взвешенные значения. В таблице данных "попаданий" сигнала в облако хранятся только данные, полученные позднее осредненного периода.

Пример 4

Алгоритм для расчета облачности был разработан на основе алгоритма, созданного Ларссоном и Эсбьерном (1995). Указанный алгоритм преобразует данные облакомера за 12-секундные периоды в значение высоты нижней границы облаков, при этом максимальное число слоев всего облачного покрова составляет 3 слоя, и для каждого слоя рассчитываются количество облачности и высота. В нем используются данные об обнаруженных облакомером нижних границах вплоть до трех слоев облачности (C1, C2, и C3) или значения вертикальной видимости (VV, т. е. усиленное обратное рассеяние, не обладающее характеристиками нижней границы облаков, например во время осадков или тумана) за последние 10 мин. Кроме того, в алгоритме также используется среднее значение горизонтальной видимости за 10-минутный период. Указанный алгоритм работает следующим образом:

- При наличии менее 75 % данных облакомера все параметры облачности считать недействительными.
- В условиях отсутствия облаков значение VV считать нижней границей облаков C1.
- К данным облакомера прибавить высоту облакомера над уровнем станции.
- Распределить данные облакомера в зависимости от высоты нижней границы облаков.
- Определить количество вводных данных, соответствующее каждой части небосвода в 1 окту. Следует иметь в виду, что 0 и 8 окт предполагают соответственно полное отсутствие отраженных от облака сигналов и никаких иных, кроме отраженных от облаков сигналов.
- Наименьшее значение отраженного от облаков сигнала C1 представляет собой нижнюю границу облаков, а суммарная доля отраженных от облачного слоя C1 сигналов определяет суммарное облачное покрытие.
- Проверить наличие облаков в середине интервала каждой окты, и в случае их наличия использовать наименьшее значение высоты в интервале окты в качестве соответствующей нижней границы облаков. Исходить из максимального перекрытия облачных слоев.
- Объединить нижний слой с верхним, если они расположены достаточно близко друг от друга, создав один слой с высотой нижнего и с количеством окт верхнего. Допустимое расстояние между отдельными слоями облаков варьируется в зависимости от высоты нижней границы облаков.
- Повторить вышеуказанную процедуру для данных C2 и C3 облакомера.
- Объединить результаты C1, C2 и C3. Количество облачности более высокого слоя сделать, по крайней мере, равным соответствующему количеству нижнего слоя (максимальное перекрытие).
- Сократить число оставшихся облачных слоев максимум до четырех слоев, где количество облаков в первом слое будет составлять по крайней мере 1 окту, во втором слое – по крайней мере 3 окты, в третьем – 5 окт и в четвертом слое – 7 окт.
- В сводках указываются данные только о первых трех облачных слоях, и любой облачный слой, расположенный выше слоя в 8 окт, не принимается во внимание.
- Значение вертикальной видимости указывается только в том случае, если сообщаются данные только об одном слое с количеством облачности 8 окт и с нижней границей облаков менее 500 фут при отсутствии какого-либо отраженного сигнала от слоя C2 и при горизонтальной видимости менее 1000 м. В этом случае в качестве нижней границы облаков указывается значение вертикальной видимости, а количество облачности и высота для каждого слоя указываются равными нулю.

Добавление В

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПРИБОРОВ ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКИХ СИСТЕМ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО НАБЛЮДЕНИЯ

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1.1 В настоящем добавлении содержатся инструктивные указания по определению технических характеристик метеорологических приборов, в том числе несколько подробных примеров. Предлагаются также методы проверки соответствия указанным техническим характеристикам.

1.2 Содержимое настоящего добавления предназначено для использования в качестве предложений и примеров. Фактические спецификации должны основываться на согласованных целях, соответствующих требованиям пользователя. Необходимо также принимать во внимание местные условия, например инфраструктуру аэродрома (электропитание, связь) и местный климат. Для оценки реальности достижения целей следует также учитывать технические характеристики обычно имеющихся на рынке датчиков.

2. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

2.1 Данные приборы должны предназначаться для метеорологических измерений на аэродромах. Они должны соответствовать требованиям ИКАО и ВМО, подробно изложенным в документах, перечисленных в добавлении С ("Библиография").

2.2 Автоматические метеорологические датчики должны быть способны функционировать непрерывно и без помощи обслуживающего персонала в течение продолжительных периодов времени. Указанные приборы должны автоматически возобновлять работу после отключения электропитания и не должны нуждаться во вмешательстве человека для возобновления нормального функционирования.

2.3 Метеорологические приборы должны быть способны контролировать свое собственное функционирование. Как альтернатива автоматическая система метеорологического наблюдения должна быть способна контролировать работу своих приборов. В случае отказа прибора или внешних воздействий, например забивания линзы датчика снегом, ошибочная информация не должна передаваться.

2.4 Приборы должны поддерживать установленную для них точность показаний в пределах стандартных интервалов технического обслуживания и калибровки.

2.5 Необходимо предоставить удовлетворяющую требованиям документацию. Указанная документация должна охватывать аспекты установки, запуска, нормальной эксплуатации, периодического технического обслуживания, калибровки в полевых условиях, обнаружения и устранения неисправностей и ремонта датчиков. Поставщик должен быть способен обеспечить обучение по проблемам использования и технического обслуживания датчиков.

2.6 Должна обеспечиваться возможность калибровки метеорологических приборов на местах либо удобного демонтажа и транспортировки приборов к пункту калибровки. Изготовителю следует указать рекомендуемый интервал осуществления калибровки либо долговременную стабильность показаний оборудования. Изготовителю следует задокументировать процедуры калибровки приборов, подлежащих калибровке на местах, и предоставить все необходимые для этого специальные инструменты.

2.7 Установка, эксплуатация, калибровка и техническое обслуживание указанных приборов должны быть безопасными.

Проверка

2.8 Соответствие требованиям можно оценить с помощью документов и письменных отзывов, предоставленных поставщиком прибора, например образцы документов пользователя, описания процедур калибровки и функций самопроверки датчика, отзывы.

3. АСПЕКТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

3.1 Установленное снаружи оборудование должно быть способно работать в метеорологических условиях, которые обычно ожидаются на данном аэродроме.

Пример

Диапазон температуры	От –40 до +55 °С
Влажность	До 100% относительной влажности (RH)
Скорость ветра	До 50 м/с (100 уз).

Описание

3.2 Вышеизложенный пример основан на технических характеристиках обычно имеющихся на рынке метеорологических приборов. Прочие аспекты, которые могут быть приняты во внимание, включают ожидаемый диапазон осадков (тип, интенсивность), пылевые или песчаные бури, солнечную радиацию и другие условия.

3.3 Итоговые технические характеристики должны основываться на метеорологических условиях, ожидаемых в местном климате. Однако из требований могут быть исключены редко встречающиеся экстремальные метеорологические условия, поскольку приборы, предназначенные для необычно широкого диапазона условий, могут быть существенно дороже.

3.4 Может также оказаться полезным отдельно определить "выдерживаемые" условия окружающей среды, особенно если экстремальная погода имеет место на регулярной основе. Поддержание в полной мере точности измерений обычно не является главной заботой в метеорологических условиях, которые препятствуют производству полетов. Поэтому эксплуатационный диапазон может быть более ограниченным, чем диапазон "выдерживаемых" условий.

3.5 Следует также принять во внимание технические характеристики свободно доступных на рынке продуктов. Типичный уровень технических характеристик может также оказаться приемлемым в районах с редкими и жесткими условиями. Иногда могут использоваться стандартные датчики при условии дополнительного технического обслуживания или применении специальных методов установки.

Проверка

3.6 Поставщик должен предоставить отчеты об испытаниях для доказательства того, что данное оборудование успешно прошло испытания в диапазоне установленных условий окружающей среды. Могут быть также рассмотрены иные методы доказательства, особенно в случае редких метеорологических явлений. Такие доказательства могли бы основываться, например, на конструкционных особенностях оборудования, подборе материалов или опыте на местах.

4. ЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

4.1 Электроснабжение

4.1.1 Метеорологические приборы должны надежно функционировать при электроснабжении, имеющемся на аэродроме.

Описание

4.1.2 Подробные спецификации должны основываться на характеристиках местного источника электроснабжения.

4.1.3 В зависимости от требований к надежности и местных условий электроснабжения может понадобиться резервная батарея электропитания.

Проверка

4.1.4 Для подтверждения соответствия требованиям поставщик должен предоставить документы с результатами испытаний.

4.2 Электромагнитная совместимость

4.2.1 Для эксплуатации в условиях аэродрома метеорологические приборы должны обладать соответствующими характеристиками электромагнитной совместимости (ЭМС). Указанные приборы не создают помех для электронного оборудования и не подвергаются его негативному воздействию.

Пример

Приборы должны удовлетворять следующим стандартным требованиям и контрольным уровням, установленным Международной электротехнической комиссией (МЭК) и Международным специальным комитетом по борьбе с радиопомехами (CISPR). Приводимый ниже ряд таких стандартов несколько изменен (см. сноски) для более полного соответствия условиям аэропорта.

IEC 61000-4-2, устойчивость к электростатическим разрядам (ESD), контакт 4 кВ, воздушный разряд 8 кВ;
IEC 61000-4-3, устойчивость к РЧ-полю, 80 МГц – 2 ГГц, 10 В/м, 80 % AM¹;
IEC 61000-4-4, устойчивость к быстрому переходному режиму (EFT), постоянный ток 1 кВ, переменный ток 2 кВ, сигнальные линии 1 кВ;
IEC 61000-4-5, ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЕ, постоянный ток 1 кВ, переменный ток 2 кВ (или 4 кВ)²;
IEC 61000-4-6, устойчивость к кондуктивным помехам от РЧ-поля, 150 кГц – 80 МГц, 3 В (все линии);
CISPR 22, кондуктивные излучения класса В (150 кГц – 30 МГц)³;
CISPR 22, генерируемые излучения класса В (30 МГц – 1 ГГц)³.

Описание

4.2.2 Подробные технические требования могут основываться на международном стандарте IEC 61326:1997 + A1:1998 + A2:2000 + A3:2003 "Электрическое оборудование для измерения, контроля и лабораторного использования – промышленное оборудование – требования ЭМС".

Проверка

4.2.3 Для доказательства того, что данное оборудование было проверено на предмет соответствия техническим требованиям, можно использовать подробные отчеты об испытаниях либо сертификаты третьей стороны, представленные поставщиком оборудования.

4.3 Электрическая безопасность

4.3.1 Метеорологические приборы должны соответствовать местным требованиям к электрической безопасности.

Пример

Данный инструмент соответствует стандарту IEC 60950-1.

Описание

4.3.2 Стандарт IEC 60950-1 широко применяется в международном масштабе (эквивалент стандарта UL 60950-1 в Северной Америке).

Проверка

4.3.3 Для доказательства того, что данное оборудование было проверено на предмет соответствия требованиям данного стандарта, можно использовать отчеты третьей стороны об испытаниях либо иные документы о результатах испытаний, представленные поставщиком оборудования.

4.4 Интерфейсы

4.4.1 Датчики должны обеспечивать интерфейсы данных, пригодные для используемой системы сбора данных. Указанные интерфейсы не должны вызывать ухудшения установленных эксплуатационных характеристик (разрешающая способность, точность, временной интервал для представления данных).

4.4.2 Датчики, работающие в автоматическом режиме, должны передавать диагностическую информацию через интерфейс данных либо обеспечивать систему достаточной информацией, с тем чтобы она могла оценить состояние датчика. Приборы, подлежащие техническому обслуживанию и ремонту в полевых условиях, оснащаются интерфейсом, который пригоден для местных пользователей.

Описание

4.4.3 Указанные интерфейсы должны быть совместимы с аэродромной инфраструктурой связи непосредственно либо с помощью подходящих преобразователей. Фактические требования необходимо определять на местах.

Проверка

4.4.4 Для проверки соответствия требованиям можно провести контрольный осмотр изделия либо использовать подходящую документацию.

5. ПРОЧИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

5.1 Качество

5.1.1 У поставщика датчиков должна функционировать сертифицированная и регулярно проверяемая система управления качеством, например соответствующая стандарту ИСО 9001.

Проверка

5.1.2 Для подтверждения соответствия требованиям поставщик должен предоставлять необходимые документы, например сертификат, выданный третьей стороной.

5.2 Срок службы

5.2.1 Рабочие характеристики приборов не должны ухудшаться на протяжении всего срока службы системы. Поставщику необходимо предоставить надлежащие инструкции по техническому обслуживанию датчиков. Поставщик приборов должен быть также способен предоставлять соответствующие услуги и техническую поддержку для ремонта и технического обслуживания приборов.

Проверка

5.2.2 Поставщик должен предоставить инструкции по техническому обслуживанию либо образцы инструкций. Объективная проверка прочих деталей может оказаться трудной задачей, однако можно составить субъективную оценку на основе документов или описаний, предоставленных поставщиком.

6. ДАТЧИКИ ВЕТРА

6.1 Общие положения

6.1.1 Измерение направления и скорости приземного ветра для авиационных целей, как это определено в Приложении 3, обычно осуществляется с помощью ультразвуковых датчиков ветра или механических флюгеров и анемометров.

6.2 Твердотельные датчики ветра (например, ультразвуковые)

Пример

Направление ветра	Диапазон	0... 360°
	Точность	±5°
	Разрешение	1°
	Интервал измерения	Рекомендуется 250 мс, не более 1 с
Скорость ветра	Диапазон	0... 55 м/с (0...110 уз)
	Точность	±0,5 м/с (1 уз) или 5 %, в зависимости от того, что больше
	Разрешение	0,5 м/с (1 уз)
	Интервал измерения	Рекомендуется 250 мс, не более 1 с.

Описание

6.2.1 Указанные технические характеристики основаны на требованиях к сообщаемым данным, а также на практически достижимом и поддающемся проверке уровне точности существующих приборов.

6.2.2 В местах, где обледенение может создать проблему для измерения параметров ветра, следует рассмотреть вопрос об установке подогреваемых датчиков ветра.

Проверка

6.2.3 Изготовитель прибора должен предоставить отчет о результатах испытания, демонстрирующих, что данный датчик удовлетворяет необходимым требованиям. Соответствие техническим характеристикам следует доказывать с помощью испытаний этого типа датчиков согласно стандарту ASTM D 5096-96 Американского общества по материалам и их испытаниям (ASTM) либо посредством иного аналогичного испытания.

6.3 Механические датчики ветра (анемометр с вращающейся чашкой или мельничкой и флюгер)

Пример

Направление ветра	Диапазон	0... 360°
	Точность	±5°
	Разрешение	10°
Скорость ветра	Диапазон	0... 75 м/с (150 уз)
	Стартовый порог	< 0,5 м/с (1 уз)
	Точность	0,5 м/с (1 уз) или 5 %, в зависимости от того, что больше
	Разрешение	0,5 м/с (1 уз).

Описание

6.3.1 Указанные технические характеристики основаны на требованиях к сообщаемым данным, а также на практически достижимом и поддающемся проверке уровне точности существующих приборов.

Проверка

6.3.2 Технические характеристики анемометра следует подтверждать с помощью задокументированных результатов испытаний этого типа датчиков согласно стандарту ASTM D 5096-96 *"Стандартный метод испытания для определения рабочих характеристик чашечного анемометра или анемометра с мельничкой"* либо с использованием иного аналогичного стандарта.

6.3.3 Технические характеристики флюгера поставщик датчика должен подтвердить путем проведения испытаний этого типа датчиков согласно стандарту ASTM D 5366-93 *"Стандартный метод испытания для определения рабочих характеристик флюгера"* либо с использованием иного аналогичного стандарта.

7. ДАТЧИКИ ВИДИМОСТИ

7.1 Общие положения

7.1.1 Видимость для авиационных целей, как это определено в Приложении 3, основана на двух измеряемых значениях: метеорологической оптической дальности (MOR) или показателя ослабления и яркости фона. Указанные измерения осуществляются специальными приборами. Ниже приводятся технические характеристики обоих типов приборов.

7.2 Датчик метеорологической оптической дальности (датчик видимости)

Пример

Диапазон измерений	MOR от менее 50 м до более 10 км
Точность	± 50 м при дальности до 500 м, ± 10 % от 500 м до 2 км, ± 20 % свыше 2 км
Разрешение	Точнее 50 м при дальности до 800 м, точнее 100 м при дальности от 800 м до 5 км, точнее 1 км при дальности свыше 5 км
Интервал измерения	1 м или менее
Период осреднения	1 и 10 м (как альтернативный вариант при величине менее 1 м осреднение осуществляется программным обеспечением системы).

Описание

7.2.1 Указанные технические характеристики основаны главным образом на требованиях к сообщаемым данным, а также на практически достижимом и поддающемся проверке уровне точности существующих приборов.

Проверка

7.2.2 Для проверки большинства характеристик, например разрешающей способности и интервала измерения, можно использовать документацию датчика и произвести осмотр. Точность следует подтверждать одним из двух изложенных ниже методов:

- а) Трансмиссометры: расчеты, основанные на точности измерения коэффициента пропускания, которая была установлена, например, посредством испытаний с использованием калиброванных фильтров в контролируемых условиях.
- б) Датчики рассеяния и трансмиссометры: полевые испытания в сравнении с показаниями контрольных датчиков известного качества. Следует иметь в виду, что результаты испытаний необходимо интерпретировать по статическому принципу. Вышеуказанный параметр точности может быть достигнут с 50 %-ной достоверностью при полевых испытаниях, например при испытании существующих приборов для измерения коэффициента рассеяния. Такое испытание должно охватывать типичный для данного аэродрома диапазон метеорологических условий.

7.3 Датчик яркости фона

Пример

Диапазон измерений	4–30 000 кд/м ² или более
Точность	15 % во всем диапазоне измерений
Разрешение	1 кд/м ² или 10 %, в зависимости от того, что больше
Интервал измерения	1 м или менее
Период осреднения	1 м
Спектральная чувствительность	400–700 нм, взвешенное значение длины волн для моделирования уровня чувствительности глаза.

Описание

7.3.1 Указанный пример основан на требованиях к сообщаемым данным и общих требованиях к точности.

Проверка

7.3.2 Поставщику необходимо предоставить отчеты о результатах испытаний данного вида приборов и соответствующую документацию, чтобы подтвердить всю цепочку калибровки, прослеживаемую до международных стандартов.

8. ДАТЧИКИ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ДАЛЬНОСТИ ВИДИМОСТИ НА ВПП

8.1 Общие положения

8.1.1 Дальность видимости на ВПП (RVR) рассчитывается с использованием трех переменных, две из которых совпадают с теми, которые требуются для определения видимости. Поэтому указанные датчики и их технические характеристики достаточно одинаковы. Единственные отличия характеристик видимости изложены ниже.

8.1.2 Как для оценки видимости, так и RVR можно использовать одни и те же приборы, если они удовлетворяют обоим типам технических характеристик.

8.2 Датчик метеорологической оптической дальности

Подробный пример

Диапазон измерений	От 10 м до 2 км
Точность	±25 м при дальности менее 150 м, ±50 м при расстоянии от 150 до 500 м, ±10 % свыше 500 м и до 2 км
Разрешение	Точнее 25 м при дальности до 400м, точнее 50 м при дальности от 400 до 800 м, точнее 100 м при дальности от 800 м до 2 км.

Описание

8.2.1 Указанный пример основан на достижимом уровне точности и требованиях к сообщаемым данным.

Проверка

8.2.2 См. технические характеристики для датчиков видимости.

9. ДАТЧИКИ ТЕКУЩЕЙ ПОГОДЫ

9.1 Информация о текущей погоде может передаваться непосредственно специальным датчиком либо вырабатываться системой в виде комбинации данных от нескольких приборов. Ниже приводятся технические характеристики, предназначенные для сообщения данных о текущей погоде.

Пример

Виды осадков	Диапазон распознаваемых видов: по крайней мере RA и SN (включая уровни интенсивности)
Распознаваемые характеристики осадков	FZ, TS и VCTS
Порог обнаружения	0,05 мм/ч или меньше (любой вид осадков)
Время обнаружения	10 мин при 0,25 мм/ч, 5 мин или менее свыше 0,25 мм/ч
Эффективность распознавания вида осадков	90 %, за исключением интенсивности ниже 0,1 мм/ч
Помехи для обзора	Диапазон распознаваемых кодов: по крайней мере, FG и BR.

Описание

9.2 Указанные технические характеристики основаны главным образом на возможностях существующих в настоящее время датчиков.

9.3 Распознавание FG и BR основано на оценке видимости. Таким образом, точность сообщаемых данных определяется точностью измеренных значений видимости.

9.4 Следует обеспечить возможность указывать в сводках неопознанные осадки (UP), особенно в условиях низкой интенсивности осадков, либо, краткосрочно, в периоды резких изменений параметров погоды (начало, прекращение осадков или изменение вида осадков).

Проверка

9.5 Поставщику следует предоставить описание того, как данные датчиков комбинируются системой для определения текущей погоды и каким образом требования к эксплуатационным характеристикам применяются к отдельным датчикам. Поставщик должен предоставить отчеты об испытаниях, определяющих эксплуатационные характеристики этих датчиков.

9.6 Указанные отчеты об испытаниях должны основываться на результатах полевых испытаний, проведенных в различных метеорологических условиях и, в идеальном случае, в различные времена года. В качестве эталона следует использовать данные визуальных наблюдений, хотя для дополнительной проверки необходимо также использовать другие датчики и системы наблюдения. Кроме того, для установления уровня чувствительности датчика того или иного типа осадков необходимо использовать контрольное значение интенсивности осадков.

10. ДАТЧИКИ ОБЛАЧНОСТИ

10.1 Ниже приводятся технические характеристики лазерного датчика высоты облаков (облакомер), который в настоящее время используется на практике во всех автоматических системах наблюдения за облачностью.

Пример

Диапазон измерений	От 0 до 7600 м (25 000 фут) или больше
Точность	Погрешность измерения расстояния в сравнении с твердой целью составляет менее 10 м (33 фут) или 2 % от расстояния до цели, в зависимости от того, что больше
Эффективность обнаружения облачности	См. нижеизложенные инструкции по проверке
Разрешение	Шаг разрешения не должен быть больше 10 м (33 фут) при высоте до 1500 м (5000 фут), 30 м (100 фут) свыше 1500 м
Выходная информация	Датчик должен быть способен выдавать вплоть до трех мгновенных значений высоты облачности. В случае затемненной нижней границы облаков датчик сообщает оценочные данные о вертикальной видимости
Цикл измерений	Датчик должен быть способен производить новое измерение по крайней мере каждые 30 с
Прочие характеристики	Прибор должен быть оборудован средством, защищающим окно (окна) от снега и льда. ДАТЧИК высоты облачности должен быть способен обнаруживать загрязнение окна (окон) и другие помехи, препятствующие измерению. ЛАЗЕРНЫЙ облакомер должен быть безопасным для глаз, если на луч не смотреть через увеличительную оптику, т. е. устройство класса 1 или 1М, как это определено стандартом IEC 60825-1.

Описание

10.2 Указанный пример основан главным образом на принятых в отрасли стандартных технических характеристиках, содержащихся в Приложении 3 требованиях и практических требованиях.

10.3 Уровень безопасности для глаз 1 или 1M позволяет устанавливать датчик без дополнительных мер предосторожности в отношении контроля доступа и делает установку и техническое обслуживание датчика более безопасными.

Проверка

10.4 Изготовителю прибора необходимо предоставить отчеты об испытаниях, демонстрирующие, что данный датчик удовлетворяет установленным требованиям.

10.5 Уровень точности измерения расстояния можно подтвердить с помощью испытания, сравнив результаты с соответствующими данными, полученными с использованием твердой цели. Указанное испытание позволяет удостовериться в отсутствии значительного смещения показаний при измерении, а также в правильности градуировки измеренного расстояния. Как правило, исходя из принципа работы лазерного облакомера, достаточно провести измерение двух расстояний. Эти расстояния должны отличаться, например, не менее чем на 1000 м, при этом самое короткое расстояние должно находиться в пределах 30–150 м.

10.6 Уровень эффективности обнаружения следует подтвердить с помощью испытания, охватывающего определенный диапазон метеорологических условий. В качестве эталона могут служить визуальное наблюдение, осуществляемое профессиональным наблюдателем с помощью подходящих приборов, или прибор, чьи эксплуатационные характеристики были ранее признаны как соответствующие требованиям пользователя.

10.7 Указанное испытание должно охватывать, например, следующие условия:

- a) однородная облачность, без осадков;
- b) однородная облачность и дождь (включая сильный дождь);
- c) однородная облачность и снег (включая сильный снег);
- d) чистое небо.

10.8 В целом показания датчика облачности должны не менее чем на 90 % совпадать с контрольными данными при условии применения пригодных пределов приемлемости. Особенно высокий уровень совпадения можно ожидать в отношении обнаружения и измерения четко сформированных облаков, находящихся ниже, например, 3000 м. В период низкой видимости и при обнаружении высокой облачности уровень совпадений будет, вероятно, ниже. В условиях ясного неба число ложных обнаружений облаков должно оставаться несущественным.

11. ТЕМПЕРАТУРА ВОЗДУХА И ТЕМПЕРАТУРА ТОЧКИ РОСЫ

11.1 Температура воздуха

Пример

Диапазон измерений	От –40 до +60 °C
Точность	±0,3 °C в диапазоне эксплуатационных температур
Разрешение	0,1 °C
Прочее	Для избежания воздействия солнечной радиации на измерение температуры следует использовать подходящие защитные средства или экран.

Описание

11.1.1 Данный пример основан на типичном диапазоне измерений, который следует сравнить с местными требованиями. Вышеуказанный уровень точности достижим при использовании широко распространенных стандартных приборов.

Проверка

11.1.2 У изготовителя должна иметься документация о калибровке, прослеживаемая до международных стандартов.

11.2 Температура точки росы

11.2.1 Ниже приводятся технические характеристики датчика относительной влажности (RH), наиболее широко используемого в настоящее время в аэропортах для измерения влажности.

Пример

Диапазон измерений	От 0 до 100 % RH
Эксплуатационная температура	От –40 до +60 °C
Точность	±3 % RH при калибровочной температуре (обычно комнатной температуре), ±5 % RH выше диапазона эксплуатационных температур
Разрешение	1 % RH
Прочее	Для избежания воздействия солнечной радиации, мешающей измерению влажности, следует использовать подходящие средства защиты от радиации. В определенных метеорологических условиях конденсация может исказить показания датчика относительной влажности. В этой ситуации могут быть рассмотрены такие приемы, как использование датчика с термоэлементом.

Описание

11.2.2 Данные технические характеристики основаны на принятых в отрасли стандартных эксплуатационных характеристиках профессиональных датчиков относительной влажности. Когда относительная влажность высока, указанная точность соответствует уровню погрешности в определении температуры точки росы, равной менее 1 °C.

Проверка

11.2.3 Изготовитель должен иметь задокументированную цепочку калибровки, прослеживаемую до лаборатории международных стандартов, и предоставить отчет об испытаниях, подтверждающих эксплуатационные характеристики прибора во всем эксплуатационном диапазоне.

12. АТМОСФЕРНОЕ ДАВЛЕНИЕ

Пример

Диапазон измерений	От 500 до 1100 гПа
Точность	$\pm 0,3$ гПа в эксплуатационном диапазоне температур
Разрешение	0,1 гПа
Прочее	В случае установки прибора снаружи следует использовать подходящий приемник статического давления для минимизации воздействия ветра на приемник барометрического давления и, таким образом, на величину статического давления. Дополнительную надежность можно достичь посредством дублирования измерений, т. е. путем использования нескольких датчиков давления.

Обоснование

12.1 Указанные подробные технические характеристики основаны на принятом в отрасли стандартном уровне эксплуатационных характеристик.

Проверка

12.2 Изготовитель должен иметь задокументированную цепочку калибровки, прослеживаемую до лаборатории международных стандартов, и представить отчет о результатах испытания данного типа прибора.