

Вологина Александра Юрьевна студент 2 курса, кафедра 21 „Летной эксплуатации и безопасности полетов в гражданской авиации“, Санкт-Петербургский государственный университет гражданской авиации имени Главного маршала авиации А.А. Новикова.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ТОЧНОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОГОДЫ НА АЭРОДРОМЕ ВО ВРЕМЯ ТРЕНИРОВОЧНЫХ ПОЛЕТОВ

Аннотация: В статье исследуется важность метеорологических сводок METAR и TAF для обеспечения безопасности полётов, а также анализируется метеорологическое оборудование аэродроме. Особое внимание уделяется типам приборов и систем, их функциональным возможностям и значению получаемой информации для принятия решений на всех этапах полёта. Подчёркивается критическая роль точных метеорологических данных в предотвращении авиационных происшествий и обеспечении эффективного управления воздушным движением.

Ключевые слова: метеорология, прогноз, сводки, погода, аэродром, приборы, методы измерений, видимость, облачность, температура, давление.

Abstract: The article examines the importance of METAR and TAF meteorological reports for flight safety, as well as analyzes the meteorological equipment of the airfield. Special attention is paid to the types of instruments and systems, their functionality and the importance of the information received for decision-making at all stages of the flight. The critical role of accurate meteorological data in preventing accidents and ensuring effective air traffic control is emphasized.

Keywords: meteorology, forecast, reports, weather, airfield, instruments, measurement methods, visibility, clouds, temperature, pressure.

Введение

Точность сводок METAR (Meteorological Aerodrome Report) и TAF (Terminal Aerodrome Forecast) имеет критическое значение для безопасности полётов. Эти метеорологические отчёты предоставляют важную информацию о текущих и прогнозируемых погодных условиях в районе аэродрома, что необходимо для принятия решений на всех этапах полёта — от планирования до посадки. Неточные сведения могут привести к неправильному выбору маршрута или высоты, что увеличит риск столкновения с другими воздушными судами или попадания в неблагоприятные погодные условия. В данной статье рассматриваются метеорологическое оборудование, используемое на аэродроме, и его роль в обеспечении точных данных о погодных условиях. Обсуждаются различные типы приборов и систем, их функции, а также значение получаемой информации для безопасного и эффективного управления полётами.

Основная часть

Прежде, чем делать вывод о точности составления сводок, необходимо разобраться что это такое и на основе чего они составляются.

METAR - название кода для передачи регулярных метеорологических сводок погоды по аэродрому.

Пример:

UWOR 280540Z 27011G16MPS 9999 OVC011CB 05/04 Q1005 R25/290055
NOSIG RMK QFE730/0974

Выпускается в 00 и 30 минут каждого часа в период полетов или в 00 минут каждого часа при отсутствии полетов

Код METAR применение данных в обеспечении полётов ВС.

1. Предполетная подготовка пилотов авиационной метеорологической станции аэродрома вылета;
2. Обеспечение пилотов информацией о погоде на аэродроме назначения и на запасных аэродромах как во время предполетной подготовки, так и при нахождении на маршруте через диспетчеров службы ОВД;
3. Обеспечение радиовещательных передач

Часто погода может меняться в пределах 10 минут и необходима сводка для оперативного информирования об изменении условий погоды. В таком случае выпускают SPECI – название кода для передачи специальных метеорологических сводок погоды по аэродрому. SPECI выпускаются по результатам специальных наблюдений в любое время, за исключением 00 и 30 минут каждого часа, и только при переходе пороговых значений (установленных эксплуатационных критериев). Имеет такой же формат как и METAR.

TAF – название кода для передачи прогнозов погоды по аэродрому. Прогноз по аэродрому (в пределах до 8 км от КТА) состоит из краткого сообщения об ожидаемых метеорологических условиях на аэродроме в течение определенного периода времени.

Выпускаются каждые 3 часа с заблаговременностью 1 ч до начала периода действия прогноза.

Период действия TAF составляет или 6 ч, или 9 ч, или 24 ч, или 30 ч.

Пример:

TAF UWOR 280445Z 2806/2815 26012G22MPS 6000 BKN016CB TX10/2810Z
TN06/2815Z TEMPO 2806/2815 29015G28MPS-SHRA BKN005 OVC010CB

Метеопараметры для METAR и TAF:

- скорости и направлении ветра;
- видимости;
- дальности видимости на ВПП;
- облачности;
- температуре воздуха;
- температуре точки росы;
- атмосферном давлении;

Скорость и направление ветра

Данные параметры измеряются на высоте 8-12 м с помощью анеморумбометра — дистанционный электромеханический прибор (М-63)

Определение скорости ветра U:

- используется 4-х лопастная вертушка, в которой лопасти расположены

под наклоном

- по скорости вращения лопастей определяют скорость ветра
- при вращении в магните возникает ЭДС — измерение силы тока на

земле.

Определение направления ветра d:

- используется прибор, который ориентирован на географический север
- может вводиться поправка на магнитное склонение при установке

Анеморумбометр М-47 (устаревший, 3-х лопастной) определяет:

1. Среднюю скорость, период определения: METAR/SPECI - 10 минут, местные сводки — 2 минуты.

2. Мгновенную скорость ветра.

3. Скорость максимального порыва.

Когда последние 5 минут больше средней на 5 м/с в фактической погоде аэродрома указывается средняя скорость и скорость максимального порыва.

Если скорость ветра 1-2 м/с, а направление изменяется в течение 10(2) минут на значение от 60 до 180 градусов, вместо направления может быть указано - «неустойчивый».

Если скорость больше 3 м/с, а направление изменяется на 60-180 градусов, во всех сводках фактической погоды аэродрома указывается дополнительная группа - указывается направление по часовой стрелке через идентификатор: 36008G15 или 330V030

Измерения скорости и направления ветра проводятся на ОПН (основной пункт наблюдения) [1.С.83-87]

По ФАП-60, могут быть установлены дополнительные датчики у торцов ВПП (указывается в ремарке)

Измерение характеристик ветра по высотам:

Измерения проводятся с помощью шаров-зондов/шаров-пилотов. Это оболочки, надуваемые водородом, которые выпускаются в свободный полет.

Определение U и d происходит от поверхности земли до высоты 3 км в отсутствии облачности или до высоты нижней границы облачности ВНГО (визуальное наблюдение за перемещением шара)

С помощью оптического теодолита через промежутки времени измеряют азимут и угол места шара-пилота.

С помощью шаропилотного круга (Молчанова) по координатам рассчитывают U и d . Высота определяется по скороподъемности.

Круг Молчанова — прибор для графического определения U и d на высотах по результатам шаропилотных наблюдений. На прозрачном круге с помощью номограммы строится горизонтальная проекция шара-пилота, по которой определяются характеристики ветра. Измерения проводятся 8 раз в сутки.

Видимость

Факторы, определяющие видимость:

1. Размеры объекта: чем объект дальше, тем больше он должен быть.

$$\operatorname{tg}\theta = \frac{H}{L}$$

2. Яркость фона и объекта: яркость максимальна при черно-белом сочетании.

3. Освещенность: естественная = солнце, искусственная.

4. Прозрачность атмосферы: частицы, которые находятся между наблюдателем и объектом. [2.С.139-142]

Методы измерения видимости:

Визуальный: вдоль ВПП устанавливаются черно-белые щиты, расстояние между которыми = минимуму аэродрома. За ВПП естественные объекты, расстояние до которых известно.

Инструментальный: определяется с помощью регистраторов дальности видимости и фотометрических измерителей. Принцип: лампа в передатчике направлена на отражатель, где происходит фокусирование луча и отражается обратно в передатчик. Далее происходит сравнение интенсивности излучаемого и отраженного луча амперметром, проградуированный в единицах прозрачности.

Установлен с двух торцов ВПП. Если длина ВПП больше 2 км, то ставится дополнительный регистратор в центре полосы.

В фактической погоде аэродрома указывается преобладающая видимость — однородная видимость на 50% обозреваемой по горизонту площади. Если видимость неоднородна, то указывается также минимальная видимость с указанием направления в сторонах света.

Облачность

Облака представляют собой коллоидную систему находящихся во взвешенном состоянии капелек воды или кристаллов льда над поверхностью земли. Облака образуются только за счет охлаждения воздуха.

Форма облачности определяется визуально наблюдателями на площадке.

Методы определения ВНГО:

1. Визуальный: определяется по степени закрытия горизонта и препятствий, высота которых известна.
2. Инструментальный: основан на принципе светолокации. Передатчик посылает световые импульсы, создаваемые импульсной лампой, вертикально к облаку. Приёмник преобразует отражённый от облаков световой импульс в электрический сигнал, усиливает его и передаёт в пульт управления прибора. На пульте управления измеряется время между моментом излучения импульсного светового сигнала и моментом приёма отражённого сигнала. Время прохождения светового сигнала от передатчика до основания облака и обратно определяется с помощью измерителя временных интервалов или электронно-лучевой трубки.

При критических значениях ВНГО, переходящих за минимумы аэродрома, измерения должны проводиться на дополнительном пункте наблюдения на расстоянии 1 км от торца ВПП.

Температура воздуха - мера кинетической энергии движения молекул и атомов в атмосфере.

На территории аэропорта у земли измерения температуры производятся каждые 30 минут или 1 час (при более редком трафике).

Психометрическая будка — специальная будка на метеорологической площадке, в которой располагаются измерительные приборы.

На любых станциях температура измеряется на высоте 1,75-2 м для исключения влияния подстилающей поверхности. На психометрической будке присутствуют жалюзи для обеспечения воздухообмена при защите от нагревания прямыми солнечными лучами. [3.С.67]

По высотам измерения производятся каждые 6 часов с помощью радиозондирования.

Виды приборов по принципу действия: ртутные, спиртовые, термометры сопротивления, биметаллические пластины и спирали, термисторы.

Максимальную температуру измеряет ртутный прибор — ртуть не возвращается в резервуар из-за разницы сечений капилляров.

Минимальную — спиртовой прибор - при снижении температуры поверхностная пленка сдвигает латунный штифт, при повышении спирт свободно ходит по капилляру и сдвигает штифт.

Биметаллические — измерение происходит благодаря деформации из-за разницы коэффициентов теплопроводности.

Термограф — самописец. Состоит из биметаллической пластины, вращающегося барабана и стрелки с чернилами.

Температура точки росы - температура, при которой воздух достигает состояния насыщения.[4.С.281] Точка росы всегда меньше фактической температуры и определяется по психометрическим таблицам. (В них столбец сбоку показывает температуру воздуха, а верхняя строка означает относительную влажность. Чтобы получить нужное значение, ищут ячейку на пересечении этих линий.)

Психрометр — прибор, состоящий из двух термометров: сухого и влажного. Сначала измеряют температуру воздуха и его влажность, затем температуру подложки

Атмосферное давление - сила, действующая на единицу площади, которую оказывает вес столба воздуха, простирающийся через всю атмосферу.

В аэропортах измеряют давление каждые 30 минут, на станциях общего назначения каждые 3 часа.

Измерение производится при помощи барометра

- Ртутный — самый точный, давление равно высоте столба выталкиваемой ртути.
- Aneroidный — давление вызывает механические деформации коробочек с вакуумом.
- Электрический — aneroidный с электрическим приводом.
- Компенсационный

Измерение давления проводится в помещении и чтобы привести показания к показаниям ОПН, вводятся следующие поправки:

1. Инструментальная: погрешность изготовления прибора = постоянной для прибора.
2. На силу тяжести: значение g отличается по высотам и широтам = постоянной для места.
3. На температуру: приводится к $t=0$; для этого при барометре имеется термометр.

Если барометр расположен на высоте более 2 м над порогом ВПП, вводится поправка:

4. На высоту расположения прибора относительно ВПП.

В сводках METAR независимо от региона указывается QNH (давление, приведенное к стандартному среднему значению уровня моря). QFE (давление порога ВПП) сообщается также в сводках, но в ремарке.

Тренировочные полеты на самолетах малой авиации требуют особого внимания к погодным условиям. Даже небольшие отклонения от прогнозируемых погодных условий могут создать серьезные риски для пилотов, особенно для тех, кто находится в процессе обучения. Точность метеорологических прогнозов напрямую влияет на безопасность полетов и позволяет избежать опасных ситуаций в воздухе.

Современные технологии в области метеорологии развиваются стремительными темпами. Новые поколения измерительных приборов обеспечивают

беспрецедентную точность данных о погодных условиях. Высокоточные датчики позволяют получать актуальную информацию о скорости и направлении ветра, видимости, облачности и других важных параметрах с минимальными погрешностями.

Современные метеорологические приборы высокой точности

Измеритель облачности ПЕЛЕНГ СД-02-2006 - лазерный прибор для определения высоты нижней границы облаков. Основные характеристики:

Диапазон измерения: от 15 до 7000 метров

Точность измерения: высокая, с погрешностью менее 3%

Время одного цикла: не более 15 секунд

Работает в любое время суток

Температурный диапазон: от -50°C до +60°C

Измерение скорости и направления ветра - Анеморумбометр МПВ Ф3-116 - высокоточный прибор для измерения параметров воздушного потока:
Измеряемые параметры: мгновенная, максимальная и средняя скорость ветра

Диапазон измерения скорости: до 100 м/с

Точность измерения направления: менее 2° при скорости более 1 м/с

Стартовое значение: $\pm 0,2$ м/с при скорости до 10 м/с

Ультразвуковой датчик МПВ.702.18072 - современный ультразвуковой регистратор:

Диапазон измерения скорости: до 60 м/с

Точность: $\pm 3\%$ от полной шкалы

Компактные размеры: 140x180 мм

Возможность работы в составе автоматизированных систем

Комплексные решения: статический мультисенсорный метеоблок МПВ-702.6815 позволяет измерять сразу несколько параметров:

Скорость и направление ветра

Температуру воздуха

Относительную влажность

Барометрическое давление

Все представленные приборы имеют сертификаты средств измерений и могут работать в широком диапазоне температур, включая экстремальные условия до -50°C .

Многие аэродромы не имеют своего оборудования и сводки составляют с ближайшего аэропорта, что напрямую влияет на точность составления прогноза. Современные оборудования подходит для использования не только в портах, на метеорологических станциях, но и в составе передвижных лабораторий. [5.С.138]

Вывод

В статье был проведён подробный анализ метеорологического оборудования, используемого для составления сводок METAR и TAF. Были рассмотрены современные технологии и приборы, обеспечивающие более точные прогнозы погоды, что особенно важно для тренировочных полётов в малой авиации. Использование таких приборов позволяет пилотам получать актуальную информацию о погодных условиях, включая данные о ветре, температуре, давлении, облачности и видимости. И следует отметить, что важно, чтобы на аэродроме была собственное оборудование. Для аэропортов с малых трафиком или с непостоянными тренировочными полетами будут актуальны передвижные лаборатории с современным оборудованием.

Список использованных источников

1. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. 7-е издание. - Москва: Изд. Наука, 2006. С.83-87.
2. Богаткин О.Г. Авиационная метеорология. Учебник. - СПб.: Изд. РГГМУ' 2005. С.139-142.
3. Оболенский В.Н. Краткий курс метеорологии — Москва: Изд Юрай, 2025. С.67
4. Восканян К.Л., Кузнецов А.Д., Сероухова О.С. Автоматические метеорологические станции. Часть 1. Тактико-технические характеристики: учебное пособие — Спб:РГГМУ' 2016/ С.138
5. Попова Т. Н., Желтырев П. В. Из истории создания метеорологических приборов: гигрометр // Наука, образование, молодежь: горизонты развития. - [Электронный ресурс]: Сборник трудов по материалам Национальной научно-практической конференции (10 марта 2021 г.). Под общ. ред. Масюткина Е. П.; науч. ред. Попова Т. Н. Керчь: ФГБОУ ВО "КГМТУ", 2021. С.281