



УЕ 2.1.8 Атмосферное давление

Рассматриваемые вопросы:

Влияние атмосферного давления на полеты ВС

Информация об атмосферном давлении

Единицы измерения атмосферного давления, преобразование и перевод единиц измерения

Стандартная атмосфера

Методы (принципы) и средства измерения атмосферного давления

Расчет и кодирование давления QNH

Расчет и кодирование давления QFE

Влияние атмосферного давления на полеты воздушных судов

Движение летательных аппаратов в атмосфере сопровождается сложным взаимодействием с окружающей его средой. От физического состояния атмосферы зависят возникающие в полете аэродинамические силы, сила тяги, создаваемая двигателем, расход топлива, скорость и предельно допустимая высота полета, показания некоторых аэронавигационных приборов.

На полеты самолетов и вертолетов значительное влияние оказывают основные физические характеристики состояния атмосферы – давление, температура и плотность воздуха, особенно в пределах наиболее плотных слоев атмосферы. Например, изменение давления воздуха у земли оказывает влияние на показания барометрического высотомера*, установленного на борту воздушного судна (ВС).

Барический высотомер представляет собой чувствительный барометр-анероид, шкала которого проградуирована по барической формуле для стандартной атмосферы.



Для устранения влияния изменения давления в показания прибора вводится поправка. Перед взлетом самолета она вводится путем установления стрелки высотомера на нулевое деление, что соответствует давлению на уровне ВПП взлета (величина этого давления будет видна на соответствующей шкале).

Для учета давления в аэропорту посадки на борт самолета передается давление воздуха (в мм рт.ст.) приведенное к уровню порога ВПП. Это давление устанавливается пилотом на барическом высотомере, после чего прибор будет показывать высоту ВС относительно ВПП посадки.

Ошибка в определении давления на уровне порога ВПП дает неправильные показания высотомера. Например, на уровне порога ВПП давление составляет 750 мм рт.ст., а на самолет ошибочно передано давление 755 мм рт.ст., ошибка в определении высоты составит примерно 50 метров в сторону завышения, что при сложных метеорологических условиях может привести к столкновению самолета с землей.

Для обеспечения безопасности полетов по воздушным трассам и маршрутов вне трасс над территорией России установлено эшелонированное движение самолетов. При полетах высота эшелона, которая выдерживается по барическому высотомеру, полет фактически осуществляется по изобарической поверхности. Неравномерное залегание изобарических поверхностей по высоте, приводит к тому, что высота полета будет меняться в зависимости от изменения высоты изобарической поверхности, вдоль которой летит самолет. Над циклоном высота полета будет ниже высоты заданного эшелона, выдерживаемого по барическому высотомеру, над антициклоном соответственно выше. Это следует учитывать при определении безопасного эшелона.

Информация об атмосферном давлении

Окружающая земной шар атмосфера имеет определенный вес и поэтому оказывает давление на земную поверхность и предметы, находящиеся на ней.

Наличие атмосферного давления было доказано в 1643 году известным опытом Торричелли, который был положен в основу принципа устройства ртутного барометра.



Атмосферным давлением называют гидростатическое давление, оказываемое атмосферным воздухом на все находящиеся в нем предметы.

Атмосферное давление в любой точке атмосферы определяется массой вертикального столба вышележащего воздуха, простирающегося до пределов атмосферы. Каждый слой атмосферы испытывает давление вышележащих слоев и в свою очередь оказывает давление на нижележащие слои. Поэтому атмосферное давление с высотой убывает: на высоте 5,5 км оно примерно два раза меньше, чем у поверхности земли, на высоте 32 км – в сто раз, на высоте 96 км – в миллион раз меньше, чем у поверхности земли.

Для сравнимости результаты систематических измерений давление приводится к давлению на уровне моря.

Изменение давления с высотой можно характеризовать величиной барометрической ступени*.

**Барометрическая ступень – высота, на которую надо подняться или опуститься, чтобы давление изменилось на 1гПа.*

Величина барометрической ступени определяется по формуле:

$$h = \frac{8000}{P} (1 + 0.004 * t)$$

где t – температура воздуха,

P – атмосферное давление

При температуре 0⁰C и давлении 1000гПа барическая ступень равна 8м/гПа. Следовательно, при обычных условиях у земной поверхности надо подняться примерно на 8 метров, чтобы давление уменьшилось на 1 гПа. При повышении температуры барическая ступень увеличивается в (1 + 0,004t), т.е. на 0,4% на каждый градус нагревания.

С высотой барометрическая ступень возрастает, т.к. из формулы видно, что она обратно пропорциональна величине атмосферного давления.



Для того чтобы иметь возможность сравнивать атмосферное давление в различных пунктах, его приводят к одному исходному уровню - уровню моря.

Уровень моря — положение свободной поверхности Мирового океана, измеряемое по отвесной линии относительно некоторого условного начала отсчёта. Это положение определяется законом тяготения, моментом вращения Земли, температурой, приливами и другими факторами.

Постоянный в каждой точке среднемноголетний уровень моря принимается за исходный уровень, от которого отсчитываются высоты на суше. В России абсолютные высоты точек земной поверхности отсчитывают от среднемноголетнего уровня Балтийского моря, определённого от нуля футштока в Кронштадте. Глубины и высоты в западноевропейских странах исчисляются по Амстердамскому футштоку (замер уровня Средиземного моря делается по Марсельскому футштоку).

Нормальное давление на уровне моря при температуре 15°C составляет 1013,25 гПа или 760 мм рт.ст. Давление воздуха на земной поверхности может изменяться от 1085 гПа (азиатский антициклон) до 880 гПа (тропический циклон), т.е. на 200 гПа и более.

Атмосферное давление на земном шаре распределяется неравномерно и постоянно изменяется как во времени, так и в пространстве. Различают как периодические и непериодические изменения атмосферного давления. К периодическим колебаниям относится суточный и годовой ход атмосферного давления, обусловленные главным образом суточным и годовым ходом температуры воздуха.

В суточном ходе давления обнаруживаются два максимума и два минимума. Максимумы отмечаются около 10 и 22 часов, минимумы – около 4 и 16 часов. Суточный ход давления наиболее заметен в тропических широтах, где его амплитуда составляет 3-4 гПа. В умеренных широтах амплитуда равна 0,3-0,6 гПа. С увеличением широты амплитуда суточного хода давления уменьшается.



Годовой ход давления зависит от физико-географических условий: он невелик в экваториальной зоне и увеличивается в умеренных широтах, больше над сушей и меньше над океаном. При этом более высокое давление наблюдается над более холодной подстилающей поверхностью (зимой над сушей, летом – над океаном), а наиболее низкое - над теплой поверхностью (летом над сушей и зимой над океаном).

Непериодические изменения обусловлены перемещением барических систем, главным образом циклонов и антициклонов.

Единицы измерения атмосферного давления, преобразование и перевод единиц

Атмосферное давление определяется весом вышележащих слоев воздуха. Единицей давления является Паскаль (Па), который равен 1 ньютону на 1 м^2 .

Для практического применения эта единица слишком мала, поэтому в метеорологических измерениях атмосферное давление выражают в гектопаскалях гПа ($1\text{ гПа} = 100\text{ Па}$).

До введения системы единиц СИ атмосферное давление выражали в миллибарах ($1\text{ мбар} = 10^{-3}\text{ бар}$). Наряду с миллибарами атмосферное давление выражалось в миллиметрах ртутного столба (мм рт.ст.).

Соотношение этих единиц:

$$1\text{ мбар} = 100\text{ Па} = 1\text{ гПа} = 0,75\text{ мм рт. ст.};$$

$$1\text{ мм рт. ст.} = 133,32\text{ Па} = 1,33\text{ мбар}.$$

Например: $97640\text{ Па} = 976,4\text{ мбар} = 976,4\text{ гПа} = 732,3\text{ мм рт.ст.}$



Стандартная атмосфера

Все параметры атмосферы значительно изменяются в пространстве и во времени.

Такие перепады значений метеорологических величин приводит к тому, что становится невозможным прямое сравнение результатов различных испытаний техники, особенно авиационной.

При конструировании воздушных судов, их оборудования и приборов, при оценке возможностей эксплуатации, при планировании полетов применяются осредненное распределение физических характеристик атмосферы по высоте – **стандартная атмосфера**.

***Стандартная атмосфера** (стандартная международная атмосфера) – это некоторая условная атмосфера, в которой распределение метеорологических величин является постоянным. Это распределение не зависит от географического района, от времени года и суток.*

Для определения параметров и физических характеристик стандартной атмосферы используются осредненные данные многолетних метеорологических наблюдений в приземном слое, результаты радиозондирования атмосферы, измерений с помощью метеорологических ракет. По мере совершенствования средств и методов наблюдений данные стандартной атмосферы изменяются и уточняются.

На уровне моря основные физические параметры стандартной атмосферы принимают следующие значения:

давление* $P_0 = 1013,25 \text{ гПа} = 760 \text{ мм рт. ст.}$;

температура воздуха $T_0 = 15^\circ\text{C} = 288,15 \text{ К}$;

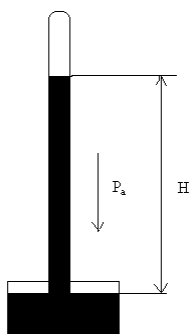
ускорение свободного падения $g_0 = 9,80665 \text{ м/с}^2$.

**Давление P_0 – это давление, равное весу столба ртути высотой 760 мм при температуре 0°C на широте 45° .*



Методы (принципы) и средства измерения атмосферного давления

Для измерения атмосферного давления применяются несколько видов приборов, называемые барометрами. Наиболее распространены ртутные барометры. Действие ртутных барометров основано на том, что атмосферное давление уравновешивается весом столба ртути соответствующей высоты.



Если стеклянную трубку длиной 90 см, запаянную с одного конца, заполнить ртутью, затем прикрыть ее отверстие, опрокинуть и опустить незапаянным концом в чашку с ртутью, то после открытия отверстия трубки из нее выльется только часть ртути. Оставшийся столб ртути высотой H будет определяться атмосферным давлением P_a , т.е. давление внутри трубки P уравнивает атмосферное давление P_a : $P = P_a$ или $P_a = H \rho g$, где ρ - плотность ртути, g - ускорение свободного падения. Таким образом, измеряя H при известных ρ и g , определяют атмосферное давление в данной точке.

Для обеспечения авиации информацией об атмосферном давлении используются стационарный чашечный барометр, цифровые барометры, БРС-1М и барограф.

Стационарный чашечный барометр предназначен для измерения давления на станции (рисунок 1).

Трубка (6) барометра имеет длину около 800 мм и внутренний диаметр 7,2 мм. С верхнего конца трубка запаяна и заполнена очищенной ртутью под вакуумом. Другим нижним концом трубка погружена в чашку (9) с ртутью. Трубка помещена в металлическую оправу, привинченную к чашке барометра.



Оправа предохраняет стеклянную трубку от повреждений. На верхний конец оправы навинчен колпачок с кольцом (4) для подвешивания прибора.

Измерение высоты ртутного столба производится по шкале (3), нанесенной у края сквозной прорези в верхней части оправы, с помощью нониуса (5, рисунок 2), который представляет собой передвижную вспомогательную шкалу. Нулевое деление нониуса совпадает с нижним его срезом, служащим для наводки на мениск ртутного столба. Нониус перемещается вдоль прорези с помощью кремальеры (7). Десять делений нониуса равны 19

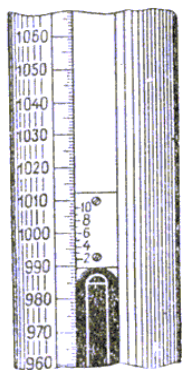


Рисунок 2 - Нониус

делениям шкалы барометра, что позволяет производить отсчеты с точностью до десятой доли деления шкалы.

Для определения температуры барометра (что необходимо для введения поправки в его показания) служит термометр (8), укрепленный у прорези в нижней части барометра. Цена деления термометра 1,0°C.



Рисунок 1 - Барометр чашечный станционный.

Установка барометра. Барометр подвешивается строго вертикально в специальном шкафчике с подсветом шкалы. Шкафчик устанавливается на капитальной стене. Барометр не должен подвергаться резким колебаниям температуры, поэтому шкаф с барометром нельзя помещать вблизи обогревательных систем и других источников тепла, оконных проемов и дверей. Чашка барометра должна находиться на расстоянии 70-75 см от пола.





При отсчете линия визирования должна приходиться на нижний срез шкалы нониуса, который совмещается с задней его стенкой и одновременно подводится к верхней части мениска ртути (рисунок 3).

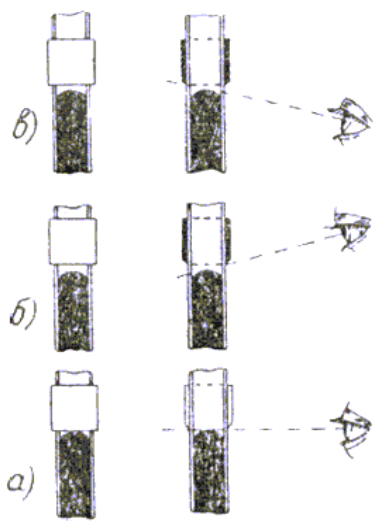


Рисунок 3 - Положение глаза при отсчете по барометру:

- а)- правильное;*
- б) – неправильное;*
- в)- неправильное*

Производство измерений по стационарному чашечному барометру:

- 1) открыть барометрический шкафчик и включить подсветку;
- 2) проверить состояние барометра;
- 3) установить нормальную (выпуклую) форму мениска легким постукивание по оправе барометра;
- 4) отсчитать температуру при барометре с точностью до $0,1^{\circ}\text{C}$;
- 5) вращение кремальеры подвести нижний срез нониус к вершине мениска ртути так, чтобы справа и слева от мениска были видны треугольные просветы;
- 6) отсчитать показания барометра:
 - целые деления отсчитывают по шкале нанесенные на оправе по нижнему срезу нониуса;
 - десятые доли – по тому делению нониуса, которое совпало со шкалой на оправе.



Обработка результатов. В результаты наблюдений вводятся поправки.

На термометр при барометре вводится сертификатная поправка, взятая из сертификата термометра.

В показания барометра вносят поправки на систематические погрешности:

- а) инструментальная поправка,
- б) поправка на приведение показаний барометра к температуре 0^0 ,
- в) поправка на приведение показаний барометра к нормальной силе тяжести.

Инструментальная поправка $\Delta_{инстр}$ зависит от качества изготовления барометра и последующего ухода за ним. Она определяется на основании сравнения показаний стационарного барометра с показаниями контрольного или инспекторского барометров.

Поправка на приведение показаний барометра к температуре 0^0 (Δ_t) обусловлена тем, что при изменении температуры изменяется плотность ртути и длина шкалы барометра.

Поправка вычисляется по формуле:

$$\Delta B = 0,000163 B t,$$

где ΔB – поправка на приведение показаний барометра к 0^0 ,

B – отсчет по барометру, исправленный инструментальной поправкой,

t – отсчет по термометру при барометре, исправленный шкаловой поправкой,

0,00163 – постоянный коэффициент, характеризующий расширение ртути, с учетом изменения длины шкалы.

Обычно поправку на приведение показаний барометра к температуре 0^0 определяют, пользуясь таблицей, вычисленной по формуле для различных значений t .



Поправка на приведение показаний барометра к нормальной силе тяжести.

Сила тяжести на различных географических меридианах неодинакова: на экваторе она оказывается наименьшей, а по мере удаления от него растет и достигает максимально величины на полюсах. Практически это значит, что один и тот же предмет в Одессе весит меньше, чем, например, в Санкт-Петербурге. Разница в весе получается небольшой, но при наблюдениях за атмосферным давлением с ней необходимо считаться.

Кроме того, сила тяжести зависит от высоты месте над уровнем моря: с высотой она несколько уменьшается.

Согласно этому показания ртутных барометров во всех странах приводят к так называемой нормальной силе тяжести, т.е. к такой силе тяжести, какая имеет место на уровне моря и широте 45^0 . Значения поправок на силу тяжести для различных широт и высот даются в специальных таблицах (таблица 1, 2)

Поправка на приведение показаний барометра к нормальной силе тяжести представляет собой сумму поправок на широту $\Delta\varphi$ и на высоту станции над уровнем моря ΔH .

$$\Delta_{\varphi, H} = \Delta\varphi + \Delta H$$

Таблица 1.

Поправка на широту

Географическая широта	Показания барометра (мб)					Географическая широта
Поправки отрицательные	930	960	990	1020	1050	Поправки положительные
0^0	2,39	2,47	2,56	2,66	2,76	90^0
15	2,07	2,14	2,22	2,29	2,37	75
30	1,21	1,24	1,28	1,32	1,35	60
45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	45



Таблица 2.

Поправка на высоту над уровнем моря

Высота (м)	Показания барометра				
	800	850	900	950	1000
200	-	-	0,04	0,04	0,04
500	-	-	0,09	0,09	0,09
1000	-	0,17	0,17	0,18	-
1500	0,24	0,25	0,27	-	-
2000	0,29	0,33	-	-	-

Например: станция расположена на широте 60^0 и на высоте 500 м над уровнем моря.

По таблице 1 находим, что поправка для широты 60^0 равна +1,3 мб (округлено); по таблице 2 определяем поправку для высоты 500 м и получаем +0,1 мб (округлено).

Следовательно, поправка на силу тяжести равна $(+1,3) + (+0,1) = +1,4$ мб

Так сила тяжести для данной географической широты и высоты над уровнем с течением времени не меняется, то поправка на приведение к нормальной силе тяжести $\Delta_{\varphi, H}$ для каждой станции всегда остается неизменной. В течение сравнительно продолжительного времени остается неизменной также и инструментальная поправка $\Delta_{инстр}$. Для удобства обе поправки объединили в одну и назвали её **постоянной** $\Delta_{пост}$.

$$\Delta_{пост} = \Delta_{\varphi, H} + \Delta_{инстр}$$

Барометр рабочий сетевой БРС-1М предназначен для измерения абсолютного давления воздуха в следующих диапазонах:

- 600 - 1100 ГПа (450 - 825 мм рт. ст.) (БРС-1М-1, БРС-1М2);
- 5 - 1100 ГПа (3,75 - 825 мм рт. ст.) (БРС-1М-3).



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

Технические характеристики:

Характеристики	Значения
Предел допускаемой погрешности, Па:	
- БРС-1М-1	± 33
- БРС-1М-2, БРС-1М-3	± 20
Время технической готовности, мин, не более	2
Питание:	
- от сети переменного тока напряжением, В	220
- от источника постоянного тока напряжением, В	12
Условия эксплуатации БРС-1М-1:	
- температура окр. среды, °С	от +5 до +50
- максимальная влажность при +30 °С, %	95
Условия эксплуатации БРС-1М-2, БРС-1М-3:	
- температура окр. среды, °С	от +15 до +35
- максимальная влажность при +30 °С, %	80
Время непрерывной работы, ч, не менее	8



Рисунок 4 - Барометр рабочий сетевой БРС-1М



Первичным измерительным преобразователем давления в БРС-1М-1 является модуль давления. Модуль давления представляет собой вибрационно-частотный преобразователь абсолютного давления в частоту на базе тонкостенного цилиндрического резонатора, содержащего в себе датчик температуры в виде термочувствительного кварцевого резонатора.

Барометр БРС-1М-1 работает следующим образом:

Под воздействием атмосферного давления меняется выходная частота, формируемая модулем давления и автогенераторной схемой, а под воздействием температуры окружающей среды меняется выходная частота, формируемая датчиком температуры и автогенераторной схемой. Эти выходные частоты поступают в частотный преобразователь. Далее информация об измеренном давлении и температуре, преобразованная в цифровые коды, вводится в программируемый контроллер, который по поступившим данным вычисляет значение измеренного давления. Вычисленное значение давления контроллер передает на индикатор на лицевой панели БРС-1М, а также по линиям интерфейса RS-232 для совместной работы с ЦУ АМИС.

БРС-1М-1 имеет следующие режимы работы: измерение давления; самоконтроль; ввод и просмотр поправок шкалы.

В режиме самоконтроля барометр обеспечивает встроенный контроль индикаторов передней панели и самоконтроль каналов преобразования и решения параметра.

В режиме ввода и просмотра поправок шкалы барометр обеспечивает ввод новых поправок и запись их в ПЗУ прибора, а также просмотр старых поправок шкалы.

БРС-1М-1 обеспечивает цифровую индикацию измеренного значения давления. Техник-метеоролог имеет возможность выбрать единицы измерения



атмосферного давления: гектопаскаль или миллиметр ртутного столба с помощью кнопки переключения единиц измерения.

Цифровые барометры серии РТВ220 предназначены для измерения атмосферного давления и барической тенденции в месте установки (рисунок 5). Они могут устанавливаться в рабочих помещениях техников-метеорологов или на открытом воздухе в погодоустойчивом защитном корпусе (например, Milos 500).

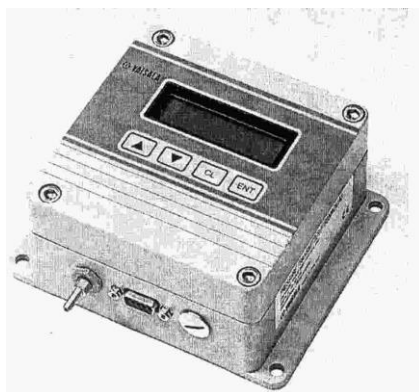


Рисунок 5 - Цифровой барометр серии РТВ220

Диапазон измерения атмосферного давления 500.....1100 гПа.

Барометр серии РТВ220 состоит из платы процессора и 1, 2 или 3 датчиков давления. Количество датчиков давления определяется при заказе, и впоследствии конфигурация не может быть изменена пользователем.

Первичным измерительным преобразователем давления является силиконовый емкостной датчик абсолютного давления BAROCAP[®]. Датчик обладает низким гистерезисом, низкой температурной зависимостью и долговременной стабильностью.

Принцип работы датчика давления основан на преобразовании давления в частоту. Измерение атмосферного давления барометром РТВ220 основано на использовании RC-генератора и трех опорных емкостей, относительно которых непрерывно опрашиваются емкостной первичный измерительный преобразователь атмосферного давления и емкостной датчик температурной



компенсации. Мультиплексор соединяет поочередно каждую из пяти емкостей с РС-генератором так, что за время одного цикла измеряется пять значений частоты, пропорциональной атмосферному давлению. Результатом измерения является осредненное значение давления, которое при работе датчика в составе АМИС, передается на вход ЦУ, а при работе в автономном режиме – отображается на цифровой панели датчика.

Цифровые барометры РТВ220 при сбоях выдают сообщения и предупреждения.

Барограф (рисунок 6) предназначен для непрерывной записи атмосферного давления. Чувствительным элементом в нем служит блок мембранных барокоробок, смещение оси которых, вследствие колебания давления, передается системой рычагов на перо, которое регистрирует изменение давления на ленте. Воздух из барокоробок выкачан. Нижнее основание оси укреплено на конце биметаллической пластины, которое служит температурным компенсатором. Лента надета на барабан с часовым механизмом.

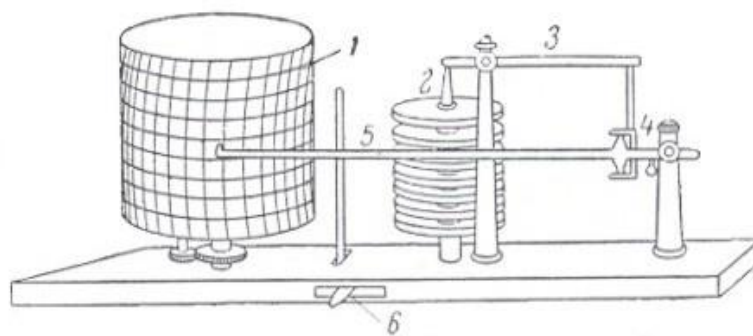


Рисунок 6 - Барограф метеорологический.
1-барабан, 2-анероидные коробки,
3-кронштейн, 4-рычаг, 5-рычаг с пером.

В зависимости скорости вращения барабана барографы бывают суточные и недельные.

Весь прибор помещен в пластмассовый корпус с застекленными стенками.



Устанавливается барограф рядом с барометром на отдельной полке, прикрепленной к капитальной стенке на высоте 130 –140 см от поверхности пола.

Барограф является относительным прибором, поэтому его показания необходимо сравнивать с показаниями ртутного барометра.

По записи барографа определяется характеристика **барической тенденции**.

Барической тенденцией называются величина и характер изменения атмосферного давления за какой-либо определенный промежуток времени.

Величина барической тенденции представляет собой разность между показаниями ртутного барометра за какой – либо промежуток времени.

Характеристика определяется по виду кривой записи барографа за этот же промежуток времени.

Атмосферное давление измеряется, а значение давления, приведенного к среднему уровню моря по стандартной атмосфере (QNH), и значение давления, приведенного к уровню рабочего порога ВПП (QFE), вычисляются и передаются в гектопаскалях и (или) миллиметрах ртутного столба.

При наличии на аэродроме нескольких ВПП в местных регулярных и специальных сводках значения QFE вычисляются и передаются для каждого порога ВПП.

Для вертодромов и посадочных площадок QFE вычисляется и передается для зоны приземления.

В качестве уровня отсчета QFE следует принимать превышение аэродрома. На ВПП, не оборудованных для точного захода на посадку, пороги которых расположены на два метра и более выше или ниже превышения аэродрома, а также на ВПП, оборудованных для точного захода на посадку, величины QFE следует вычислять относительно соответствующего превышения порога.



Расчет и кодирование давления QNH

В сводки, распространяемые за пределы аэродрома, включается **давление QNH**.

Давление QNH – это давление, приведенное к среднему уровню моря по стандартной атмосфере.

Для расчета давления QNH необходимы следующие исходные данные:

- а) значение высоты аэродрома над уровнем моря $A(м)$
- б) атмосферное давление - $P(гПа)$ на уровне аэродрома
- в) таблица стандартной атмосферы (Приложение А)

Примечание: для более точного расчета давления QNH берется значение высоты «нуля барометра» $A(м)$.

Вычисление давления QNH производится следующим образом:

1. Из таблицы стандартной атмосферы берется значение высоты, соответствующее атмосферному давлению P в данный момент на уровне аэродрома, т.е находим *стандартную барическую высоту* A_s ;

2. Подсчитывается алгебраическая разность высот D между стандартной барической высотой A_s и высотой «нуля барометра» A :

$$D = A_s - A$$

3. Из таблицы стандартной атмосферы берется значение давления QNH в целых гПа, соответствующее разности D .

Например:

- а) высота АМСГ = 150 м
- б) атмосферное давление $P = 994,2 гПа$



Вычисление QNH:

1. По таблице стандартной атмосферы давление 994,2 гПа соответствует $A_s = 160$ м
2. Находим алгебраическую разность $D = A_s - A = 160 - 150 = 10$ м
3. Из таблицы стандартной атмосферы разность D соответствует 1012,0 гПа.

Давление QNH = 1012 гПа

Давление QNH передается в кодовой форме METAR в группе **QRRRR**,

где **Q** - буквенный указатель группы,

RRRR - давление QNH в целых гектопаскалях (гПа), приведенное к уровню моря по стандартной атмосфере

Давление QNH сообщается в величинах, кратных целым значениям в гПа с использованием четырех цифр. Округление QNH производится до целых значений гектопаскалей в меньшую сторону. Например, давление 1003,7 гПа передается как Q1003.

Если значение QNH меньше 1000 гПа, то ему должен предшествовать 0, например, QNH=995,6 сообщается как Q0995.

Примечание – Единицей измерения давления, предписанной Приложением 5 ИКАО, является гПа. Однако, если в соответствии с национальным решением и согласно утвержденным соответствующими органами требованиями, в качестве единицы измерения давления, приведенного к среднему уровню моря, используются дюймы ртутного столба, то перед группой вместо буквы Q указывается буква A, за которой без интервала следует величина в дюймах с точностью до сотых долей. Например, значение 29,91 дюйм передается как A2991, значение 30,27 дюйма передается как A3027.



Расчет и кодирование давления QFE

В сводки, распространяемые на аэродроме, включается **давление QFE**.

Давление QFE - это атмосферное давление, приведенное к уровню порога ВПП, выраженное в мм рт. ст. или гПа.

Измеренное атмосферное давление может не совпадать с атмосферным давлением на уровне порога ВПП.

Если барометр установлен выше или ниже порога ВПП на 2 метра и более, то в измеренное значение давления вводится **поправка согласно Приложениям 1-7 единой методики определения давления QFE**.

Для вычисления поправки находим разность высот «нуля барометра» и порога ВПП. Значения, включающие 0,5 м, округляются в меньшую сторону до ближайшего целого.

Например: высота нуля барометра 509,5 м; высота порога ВПП 500 м.

Разность между ними составляет: $509,5 - 500 = 9,5 \text{ м} = 9 \text{ м}$.

При значениях разности высот до 10 метров (включительно) расчет производится по стандартной атмосфере. В этом случае фактической температурой воздуха при расчете можно пренебречь, если температура входит в выделенный желтым цветом диапазон, то поправка на разность высот берется по значению виртуальной температуре 15°C (поправки, выделенные красным цветом) Приложение 1-2

Например: разность высот «нуля барометра» и порога ВПП составляет 2 м, давления 1000 гПа, температура воздуха 0°C находим в приложении 1 поправку. Постоянная поправка составляет + 0.2 гПа.



При разности высот между «нулем барометра» и порога ВПП больше 10 м используется Приложение 3-7, вычисленных с учетом фактической температуры воздуха

Например: разность высот «нуля барометра» и порога ВПП составляет 13 м, давления 1000 гПа, температура воздуха 0 °С находим в приложении 1 поправку. Постоянная поправка составляет + 1.6 гПа.

Поправка на разность высот рассчитывается для каждой ВПП.

Примечание: Для барометров, установленных ниже ВПП, поправка вводится со знаком минус.

Значения давления, включаемые в местные сводки и сводки METAR, SPECI, округляются в меньшую сторону до ближайшего целого мм рт. ст. и/или гПа.

Например: P=771,8 мм рт. ст. – округляется как 771.

Давление QFE включается в сводку METAR в группе дополнительной информации RMK (по запросу/ согласованию с органом ОВД).

Например: P=731,3 мм.рт.ст., 975,0гПа округляется как 771, 975 и передается в группе RMK как **QFE771/0975**.



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

ПРИЛОЖЕНИЕ А

ТАБЛИЦА СТАНДАРТНОЙ АТМОСФЕРЫ

Н, м	Р, гПа	Н, м	Р, гПа	Н, м	Р, гПа	Н, м	Р, гПа	Н, м	Р, гПа
* -340	1054,6	* -180	1035,0	* -20	1015,6	* 140	996,6	* 300	977,8
-335	1054,0	-175	1034,4	-15	1015,0	145	996,0	305	977,2
-330	1053,4	-170	1033,8	-10	1014,4	150	995,4	310	976,6
-325	1052,8	-165	1033,2	-5	1013,8	155	994,8	315	976,0
* -320	1052,2	* -160	1032,6	* 0	1013,2	* 160	994,2	* 320	975,5
-315	1051,6	-155	1032,0	5	1012,6	165	993,6	325	974,9
-310	1051,0	-150	1031,4	10	1012,0	170	993,0	330	974,3
-305	1050,4	-145	1030,8	15	1011,4	175	992,4	335	973,7
* -300	1049,8	* -140	1030,2	* 20	1010,8	* 180	991,8	* 340	973,1
-295	1049,2	-135	1029,5	25	1010,4	185	991,3	345	972,6
-290	1048,6	-130	1028,9	30	1009,7	190	990,7	350	972,0
-285	1048,0	-125	1028,3	35	1009,1	195	990,1	355	971,4
* -280	1047,3	* -120	1027,7	* 40	1008,5	* 200	989,5	* 360	970,8
-275	1046,6	-115	1027,1	45	1007,9	205	988,9	365	970,2
-270	1046,0	-110	1026,5	50	1007,3	210	988,3	370	969,6
-265	1045,4	-105	1025,9	55	1006,7	215	987,7	375	969,1
* -260	1044,8	* -100	1025,0	* 60	1006,1	* 220	987,1	* 380	968,5
-255	1044,2	-95	1024,7	65	1005,5	225	986,6	385	967,9
-250	1043,6	-90	1024,1	70	1004,9	230	986,0	390	967,3
-245	1043,0	-85	1023,5	75	1004,3	235	985,4	395	966,8
* -240	1042,4	* -80	1022,9	* 80	1003,7	* 240	984,8	* 400	966,2
-235	1041,8	-75	1022,3	85	1003,1	245	984,2	405	965,6
-230	1041,1	-70	1021,7	90	1002,5	250	983,6	410	965,0
-225	1040,5	-65	1021,1	95	1001,9	255	983,0	415	964,4
* -220	1039,9	* -60	1020,5	* 100	1001,3	* 260	982,4	* 420	963,9
-215	1039,3	-55	1019,9	105	1000,7	265	981,9	425	963,3
-210	1038,7	-50	1019,3	110	1000,1	270	981,3	430	962,7
-205	1038,1	-45	1018,7	115	999,5	275	980,7	435	962,2
* -200	1037,5	* -40	1018,1	* 120	998,9	* 280	980,2	* 440	961,6
-195	1036,8	-35	1017,5	125	998,3	285	979,6	445	961,0
-190	1036,2	-30	1016,8	130	997,8	290	979,0	450	960,4
-185	1035,6	-25	1016,2	135	997,2	295	978,4	455	959,9
* 460	959,3	* 490	955,7	* 520	952,2	* 550	948,8	* 580	945,4
465	958,7	495	955,1	525	951,7	555	948,3	585	944,8
470	958,0	500	954,5	530	951,1	560	947,7	590	944,3
475	957,4	505	954,0	535	950,5	565	947,1	595	943,7
* 480	956,8	* 510	953,4	* 540	950,0	* 570	946,6	* 600	943,2
485	956,2	515	952,8	545	949,4	575	946,0		



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

Приложение 1

Расчет поправок к QFE по стандартной атмосфере в соответствии с ИКАО Дос 9837 AN/454.
Разница между высотой установки барометра и порогов ВПП HQFE (<10м).

HQFE 2 м		HQFE 3 м		HQFE 4 м		HQFE 5 м			HQFE 6 м			HQFE 7 м		
P	880	880	940	880	1020	820	940	1070	890	990	1040	880	940	1030
Tv	1080	930	1080	1010	1080	930	1060	080	980	1030	1080	30	1020	1080
-60	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,0	1,1	1,2
-55	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1
-50	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0	0,9	1,0	1,1
-45	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1
-40	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	1,0	1,1
-35	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
-30	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0
-25	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,9	0,8	0,9	1,0
-20	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0
-15	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	1,0
-10	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
-5	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,8	0,8	0,9
0	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9
5	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9
10	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,8	0,7	0,8	0,9
15	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,9
20	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
25	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,8	0,8
30	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
35	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7	0,7	0,7	0,7	0,8
40	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8
45	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8
50	0,2	0,2	0,3	0,4	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6	0,7	0,6	0,7	0,8

Поправки, выделенные красным цветом, в Приложении 1 рассчитаны для стандартной атмосферы. Значения виртуальной температуры Tv +15 (288,15K)
Диапазон температур в котором используются поправки (выделен желтым цветом) определяется в соответствии с ИКАО ДОС 9837 A/N 454.
Условие: Отклонение поправок в таблице не более 0.2 гПа. Отчет от графы Tv +50°C



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ
Государственное бюджетное профессиональное образовательное учреждение
Иркутской области
«Иркутский гидрометеорологический техникум»

Приложение 2

Расчет поправок к QFE по стандартной атмосфере в соответствии с ИКАО Дос 9837 AN/454. Разница между высотой установки барометра и порогов ВПП HQFE (<10м).

HQFE 8 м

P	880	900	980	1060
Tv	-890	-970	-1050	-1090
-60	1,1	1,2	1,3	1,4
-55	1,0	1,1	1,2	1,3
-50	1,0	1,1	1,2	1,3
-45	1,0	1,1	1,2	1,3
-40	1,0	1,1	1,1	1,2
-35	0,9	1,0	1,1	1,2
-30	0,9	1,0	1,1	1,2
-25	0,9	1,0	1,1	1,2
-20	0,9	1,0	1,1	1,1
-15	0,9	1,0	1,0	1,1
-10	0,9	0,9	1,0	1,1
-5	0,8	0,9	1,0	1,1
0	0,8	0,9	1,0	1,1
5	0,8	0,9	1,0	1,0
10	0,8	0,9	0,9	1,0
15	0,8	0,9	0,9	1,0
20	0,8	0,8	0,9	1,0
25	0,8	0,8	0,9	1,0
30	0,7	0,8	0,9	1,0
35	0,7	0,8	0,9	0,9
40	0,7	0,8	0,9	0,9
45	0,7	0,8	0,8	0,9
50	0,7	0,8	0,8	0,9

HQFE 9 м

880	940	1010	1080
-930	-1000	-1070	1080
1,3	1,4	1,5	1,6
1,2	1,3	1,4	1,5
1,2	1,3	1,4	1,5
1,2	1,3	1,4	1,5
1,1	1,2	1,3	1,4
1,1	1,2	1,3	1,4
1,1	1,2	1,3	1,4
1,1	1,2	1,3	1,3
1,1	1,1	1,2	1,3
1,0	1,1	1,2	1,3
1,0	1,1	1,2	1,3
1,0	1,1	1,2	1,2
1,0	1,1	1,1	1,2
1,0	1,0	1,1	1,2
0,9	1,0	1,1	1,2
0,9	1,0	1,1	1,2
0,9	1,0	1,1	1,1
0,9	1,0	1,0	1,1
0,9	1,0	1,0	1,1
0,9	0,9	1,0	1,1
0,9	0,9	1,0	1,1
0,8	0,9	1,0	1,0
0,8	0,9	1,0	1,0

HQFE 10 м

P	880-	910	970-	1030
Tv	900	-960	1020	-1080
-60	1,4	1,5	1,6	1,7
-55	1,3	1,4	1,5	1,6
-50	1,3	1,4	1,5	1,6
-45	1,3	1,4	1,5	1,5
-40	1,2	1,3	1,4	1,5
-35	1,2	1,3	1,4	1,5
-30	1,2	1,3	1,4	1,4
-25	1,2	1,3	1,3	1,4
-20	1,1	1,2	1,3	1,4
-15	1,1	1,2	1,3	1,4
-10	1,1	1,2	1,3	1,3
-5	1,1	1,2	1,2	1,3
0	1,1	1,1	1,2	1,3
5	1,0	1,1	1,2	1,3
10	1,0	1,1	1,2	1,2
15	1,0	1,1	1,2	1,2
20	1,0	1,1	1,1	1,2
25	1,0	1,0	1,1	1,2
30	1,0	1,0	1,1	1,2
35	0,9	1,0	1,1	1,1
40	0,9	1,0	1,1	1,1
45	0,9	1,0	1,0	1,1
50	0,9	1,0	1,0	1,1

Поправки, выделенные красным цветом, в Приложении 2 рассчитаны для стандартной атмосферы. Значения виртуальной температуры Tv +15 (288,15K). Диапазон температур в котором используются поправки (выделен желтым цветом) определяется в соответствии с ИКАО ДОС 9837 A/N 454. Условие: Отклонение поправок в таблице не более 0,2 гПа. Отчет от графы Tv +50°C



Таблицы поправок приведения атмосферного давления к порогам ВПП

HQFE 11 м

P	880	940	1000	1050
T	930	990	1040	1080
-60	1,6	1,7	1,8	1,9
-55	1,5	1,6	1,7	1,8
-50	1,5	1,6	1,7	1,8
-45	1,4	1,5	1,6	1,7
-40	1,4	1,5	1,6	1,7
-35	1,4	1,5	1,6	1,7
-30	1,4	1,5	1,5	1,6
-25	1,3	1,4	1,5	1,6
-20	1,3	1,4	1,5	1,6
-15	1,3	1,4	1,5	1,5
-10	1,3	1,3	1,4	1,5
-5	1,2	1,3	1,4	1,5
0	1,2	1,3	1,4	1,4
5	1,2	1,3	1,4	1,4
10	1,2	1,2	1,3	1,4
15	1,1	1,2	1,3	1,4
20	1,1	1,2	1,3	1,3
25	1,1	1,2	1,3	1,3
30	1,1	1,2	1,2	1,3
35	1,1	1,1	1,2	1,3
40	1,1	1,1	1,2	1,3
45	1,0	1,1	1,2	1,2
50	1,0	1,1	1,2	1,2

HQFE 12 м

P	880	910	970	1020
T	900	960	1100	1080
-60	1,7	1,8	1,9	2,0
-55	1,6	1,7	1,8	1,9
-50	1,6	1,7	1,8	1,9
-45	1,5	1,6	1,7	1,8
-40	1,5	1,6	1,7	1,8
-35	1,5	1,6	1,7	1,8
-30	1,4	1,5	1,6	1,7
-25	1,4	1,5	1,6	1,7
-20	1,4	1,5	1,6	1,7
-15	1,4	1,4	1,5	1,6
-10	1,3	1,4	1,5	1,6
-5	1,3	1,4	1,5	1,6
0	1,3	1,4	1,5	1,5
5	1,3	1,3	1,4	1,5
10	1,2	1,3	1,4	1,5
15	1,2	1,3	1,4	1,5
20	1,2	1,3	1,4	1,4
25	1,2	1,3	1,3	1,4
30	1,2	1,2	1,3	1,4
35	1,1	1,2	1,3	1,4
40	1,1	1,2	1,3	1,3
45	1,1	1,2	1,2	1,3
50	1,1	1,2	1,2	1,3

HQFE 13 м

P	880	890	940	990	1040
T	930	980	1030	1080	
-60	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
-55	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
-50	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1
-45	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0
-40	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0
-35	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9
-30	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9
-25	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9
-20	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8
-15	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8
-10	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8
-5	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7
0	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7
5	1,4	1,4	1,5	1,6	1,7
10	1,3	1,4	1,5	1,6	1,6
15	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6
20	1,3	1,3	1,4	1,5	1,6
25	1,3	1,3	1,4	1,5	1,5
30	1,2	1,3	1,4	1,5	1,5
35	1,2	1,3	1,4	1,4	1,5
40	1,2	1,3	1,3	1,4	1,5
45	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5
50	1,2	1,2	1,3	1,4	1,4

HQFE 14 м

P	880	920	960	1010	1050	1060
T	910	950	1000	1040	1050	1080
-60	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4
-55	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3
-50	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3
-45	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2
-40	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2
-35	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1
-30	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1
-25	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0
-20	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0
-15	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0
-10	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9
-5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9
0	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9
5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8
10	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8
15	1,4	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8
20	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,7
25	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7
30	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7
35	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,6
40	1,3	1,4	1,5	1,5	1,6	1,6
45	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6
50	1,3	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6



Таблицы поправок приведения атмосферного давления к порогам ВПП

HQFE 15 м

P	880	900	940	980	1020	1070
T	890	930	970	1100	1060	1080
-60	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
-55	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
-50	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,5
-45	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
-40	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,4
-35	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-30	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,3
-25	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2
-20	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
-15	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1
-10	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1
-5	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0
0	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0
5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0
10	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9
15	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9
20	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8	1,9
25	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8	1,8
30	1,5	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8
35	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7	1,8
40	1,4	1,5	1,5	1,6	1,7	1,8
45	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7
50	1,4	1,4	1,5	1,6	1,6	1,7

HQFE 16 м

P	880	920	960	1000	1040	
T	910	950	990	1030	1070	1080
-60	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
-55	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
-50	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6
-45	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
-40	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5
-35	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
-30	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4
-25	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4
-20	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
-15	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3
-10	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2
-5	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2
0	1,8	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2
5	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1
10	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1
15	1,7	1,7	1,8	1,9	2,0	2,0
20	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0
25	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0
30	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9
35	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9
40	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9
45	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,9
50	1,5	1,6	1,7	1,7	1,8	1,8

HQFE 17 м

P	880	900	940	980	1010	1050-
T	890	930	970	1000	1040	1080
-60	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
-55	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8
-50	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
-45	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
-40	2,2	2,2	2,4	2,4	2,5	2,6
-35	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6
-30	2,1	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5
-25	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5
-20	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4
-15	2,0	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4
-10	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
-5	1,9	1,9	2,1	2,1	2,2	2,3
0	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2
5	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2
10	1,8	1,8	2,0	2,0	2,1	2,2
15	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1
20	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1
25	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0
30	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0
35	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0
40	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	1,9
45	1,6	1,6	1,8	1,8	1,8	1,9
50	1,6	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9



Таблицы поправок приведения атмосферного давления к порогам ВПП

HQFE 18 м

P T	880	890	920	960	990	1030	1050	
	880	910	950	980	1020	1040	1070	1080
-60	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1
-55	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0
-50	2,3	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
-45	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9
-40	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8
-35	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8
-30	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7
-25	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7
-20	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6
-15	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6
-10	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5
-5	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5
0	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4
5	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4
10	1,8	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3
15	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
20	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
25	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,2
30	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2
35	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2
40	1,7	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1
45	1,6	1,7	1,8	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1
50	1,6	1,7	1,8	1,8	1,9	2,0	2,0	2,1

HQFE 19 м

P T	880	910	940	970	1010	1040	1070
	900	930	960	1000	1030	1060	1080
-60	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3
-55	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
-50	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
-45	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0
-40	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0
-35	2,4	2,5	2,6	2,6	2,8	2,8	2,9
-30	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9
-25	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8
-20	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7
-15	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7
-10	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6
-5	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6
0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5
5	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5
10	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5
15	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4
20	2,0	2,0	2,1	2,1	2,2	2,3	2,4
25	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3
30	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3
35	1,9	1,9	2,0	2,0	2,1	2,2	2,3
40	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2
45	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1	2,2
50	1,8	1,8	1,9	1,9	2,0	2,1	2,1

HQFE 20 м

P T	880	930	960	1050	
	920	950	940	970	1080
-60	2,8	3,0	3,1	3,4	3,5
-55	2,7	2,9	3,0	3,3	3,4
-50	2,6	2,8	2,9	3,2	3,3
-45	2,6	2,8	2,9	3,1	3,2
-40	2,5	2,7	2,8	3,1	3,2
-35	2,5	2,7	2,8	3,0	3,1
-30	2,4	2,6	2,7	2,9	3,0
-25	2,4	2,6	2,6	2,9	3,0
-20	2,3	2,5	2,6	2,8	2,9
-15	2,3	2,5	2,5	2,8	2,9
-10	2,2	2,4	2,5	2,7	2,8
-5	2,2	2,4	2,4	2,7	2,8
0	2,2	2,3	2,4	2,6	2,7
5	2,1	2,3	2,4	2,6	2,7
10	2,1	2,2	2,3	2,5	2,6
15	2,0	2,2	2,3	2,5	2,6
20	2,0	2,2	2,2	2,4	2,5
25	2,0	2,1	2,2	2,4	2,5
30	1,9	2,1	2,2	2,4	2,4
35	1,9	2,1	2,1	2,3	2,4
40	1,9	2,0	2,1	2,3	2,4
45	1,8	2,0	2,1	2,3	2,3
50	1,8	2,0	2,0	2,2	2,3



Таблицы поправок приведения атмосферного давления к порогам ВПП

HQFE 21 м

P	880	910- 930	940 960	970 990	1000 1020	1030 1050	1060- 1080
Tv	900						
-60	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
-55	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
-50	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
-45	2,7	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3
-40	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3
-35	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
-30	2,5	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1
-25	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
-20	2,4	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0
-15	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9
-10	2,3	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9
-5	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8
0	2,2	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8
5	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7
10	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7
15	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6
20	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6
25	2,0	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5
30	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5
35	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5
40	1,9	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4
45	1,9	2,1	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4
50	1,9	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,4

HQFE 22 м

P	880	900- 920	930- 950	960- 970	980 1000	1010 1030	1040 1060	1070 1080
Tv	890							
-60	3,0	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8
-55	2,9	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
-50	2,8	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
-45	2,8	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4	3,5
-40	2,7	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4
-35	2,6	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4
-30	2,6	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3
-25	2,5	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,1	3,2
-20	2,5	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
-15	2,4	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1
-10	2,4	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1
-5	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0
0	2,3	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9
5	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9
10	2,2	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8
15	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8
20	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,7
25	2,1	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7
30	2,1	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7
35	2,0	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6
40	2,0	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6
45	2,0	2,1	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5
50	2,0	2,1	2,2	2,2	2,3	2,3	2,4	2,5



Таблицы поправок приведения атмосферного давления к порогам ВПП

HQFE 23 м

P Tv	880-900	910-930	940-960	970-990	1000-1100	1020-1040	1050-1070	1080
-60	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0
-55	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9
-50	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8
-45	3,1	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7
-40	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,4	3,5	3,6
-35	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6
-30	2,9	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5
-25	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,2	3,3	3,4
-20	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,3
-15	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2	3,3
-10	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0	3,1	3,2
-5	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2
0	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9	3,0	3,1
5	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9	3,0	3,0
10	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8	2,8	2,9	3,0
15	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,9	2,9
20	2,4	2,4	2,5	2,6	2,7	2,7	2,8	2,9
25	2,3	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8	2,8
30	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7	2,8
35	2,3	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7	2,8
40	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6	2,7
45	2,2	2,2	2,3	2,4	2,5	2,5	2,6	2,7
50	2,2	2,2	2,3	2,4	2,4	2,5	2,6	2,6