

**Авиационный справочник.
(Для летчика и штурмана)**

Справочное пособие

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 030
ББК 92
А20

A20 Авиационный справочник. (Для летчика и штурмана): Справочное пособие / – М.: Книга по Требованию, 2013. – 421 с.

ISBN 978-5-458-30212-8

Справочник предназначен для летчиков и штурманов ВВС Советской Армии. Он может быть также полезен для инженерно-технического состава ВВС, лётно-технического состава Гражданского воздушного флота и ведомственной авиации СССР, инженерно-технических работников авиационной промышленности и студентов авиационных вузов. В книге дан справочный материал по основным вопросам аэродинамики, конструкции летательных аппаратов и их двигателей, воздушной навигации, бомбометания, воздушной стрельбы, воздушного фотографирования, маневрирования самолетов, а также авиационной картографии и геодезического обеспечения, авиационной астрономии и метеорологии. Кроме того, в Справочнике помещены некоторые материалы по физике, радиотехнике, математике и вычислительным устройствам в объеме, необходимом летному составу ВВС в его практической деятельности.

ISBN 978-5-458-30212-8

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2013

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2013

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

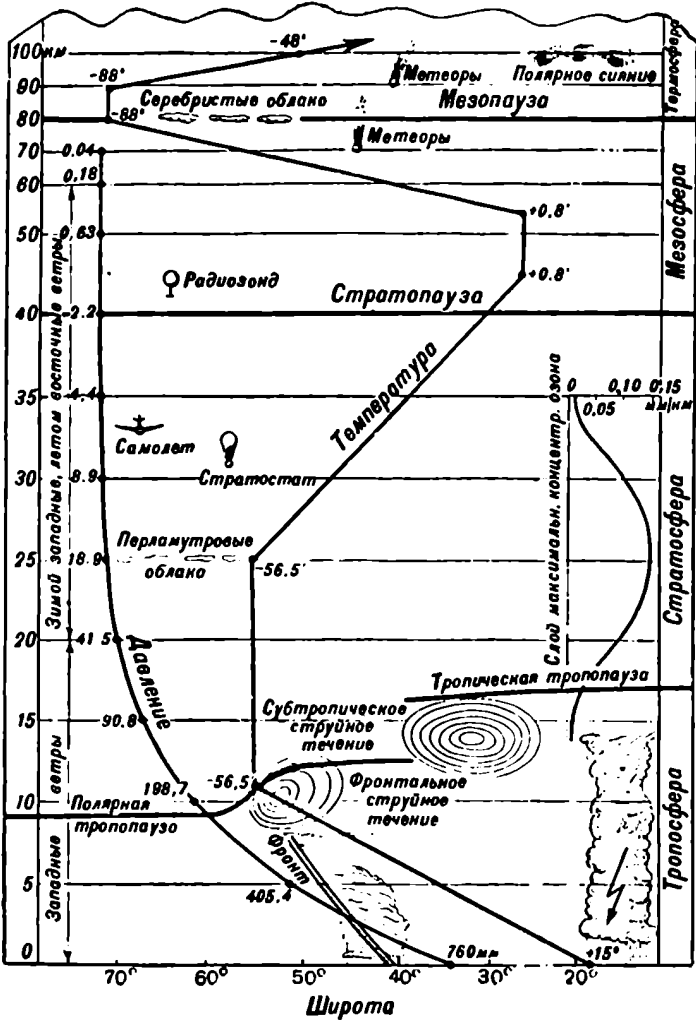


Рис. 1

Слой атмосферы от 60 до 400 км, называемый ионосферой, отличается сильной ионизацией, т. е. наличием большого количества электрически заряженных частиц — ионов и свободных электронов. В ионосфере наблюдается несколько уровней с повышенной ионизацией, которые способны отражать, поглощать и преломлять радиоволны.

Стандартная атмосфера (СА) — условное распределение по высоте средних значений основных термодинамических параметров и других физических характеристик атмосферы (давления, температуры, плотности, скорости звука и т. д.) для сухого и чистого воздуха постоянного состава. Данные СА используются для ряда инженерных и аэродинамических расчетов в целях их сравнимости (например, при расчетах подъемной силы и лобового сопротивления, для градуировки аэронавигационных приборов, в частности высотомеров, и т. п.). Для учета реальных атмосферных условий, которые, как правило, отличаются от данных стандартной атмосферы, вводятся поправки (например, при помощи аэронавигационной линейки). В СССР применяется временная стандартная атмосфера (ВСА-60) для высот от —2000 до 200 000 м. Неполная ВСА-60 приведена в табл. 3.

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ И ЯВЛЕНИЯ ПОГОДЫ

Температура воздуха измеряется в градусах и характеризует тепловое состояние атмосферы.

Температура воздуха имеет периодические колебания (суточный и годовой ход), зависящие от количества тепла, поступающего на данной географической широте от Солнца, характера подстилающей поверхности и атмосферной циркуляции. Кроме того, наблюдаются непериодические колебания температуры, связанные со сменой воздушных масс, имеющих различную температуру. Наиболее вероятное распределение средней температуры до высоты 100 км показано на рис. 1.

Распределение средней температуры по месяцам в тропосфере и нижней стратосфере над центральным районом Европейской части СССР показано на рис. 2.

Наиболее низкие приземные температуры в северном полушарии наблюдаются зимой над Якутской АССР, где среднемесячная температура в январе достигает 50° мороза, а минимальная 70—72° мороза. Над Антарктидой отмечены еще более низкие температуры. На советской станции «Восток», расположенной на высоте 3420 м, отмечена самая низкая температура на Земле (—88,3°), а над Южным полюсом на высоте 21 км зарегистрирована самая низкая температура в стратосфере (—93°).

Самые высокие приземные температуры отмечены в Триполи (Северная Африка) и в Калифорнии (+58°). В СССР наиболее высокие среднемесячные температуры наблюдаются в Туркменской ССР в июле (+31°), а максимальная — до 48—50° тепла.

Атмосферное давление — гидростатическое давление, оказываемое атмосферой на все находящиеся в ней предметы. В метеорологии

давление измеряют в миллибарах (мб); 1000 мб = 1 000 000 *дин/см²*, или 750,08 мм рт. ст.; следовательно, 1 мб = 0,75008 мм рт. ст., а 1 мм рт. ст. = 1,3332 мб.

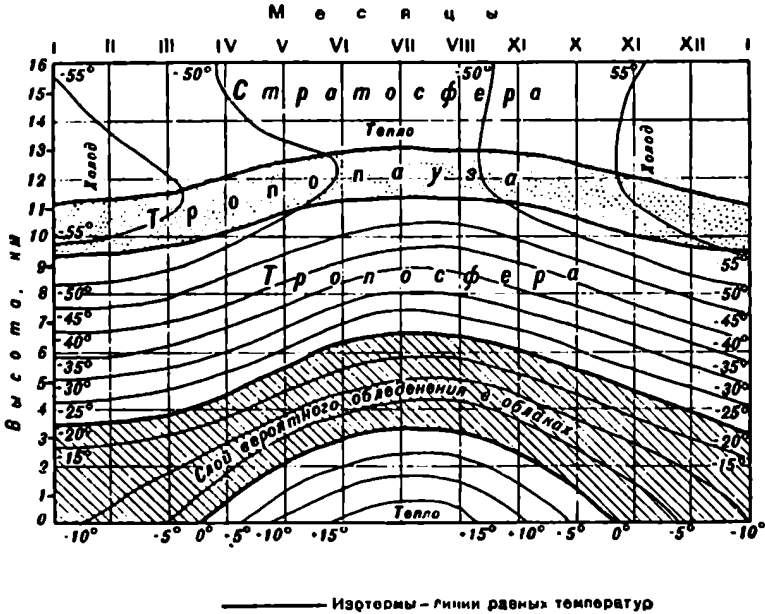


Рис. 2

За нормальное давление, называемое физической атмосферой, принимают атмосферное давление, равное 760 мм рт. ст., что соответствует 1013,25 мб, или 1,0332 *кг/см²*. Нормальное давление близко к среднему давлению на уровне моря.

Зависимость между атмосферным давлением и высотой выражается барометрической формулой

$$H - H_0 = -R \int_p^{p_0} \frac{T}{g} \cdot \frac{dp}{p},$$

где p_0 — давление на высоте H_0 ;

p — давление на высоте H ;

R — газовая постоянная;

T — температура в К;

g — ускорение силы тяжести.

Для точных расчетов истинной высоты полета пользуются барометрической формулой Лапласа, которая учитывает из-

менения силы тяжести в зависимости от широты места, высоты над уровнем моря и влагосодержания воздуха:

$$H_2 - H_1 = 18\,400 \lg \frac{p_1}{p_2} (1 + \alpha t) \left(1 + 0,378 \frac{e}{p} \right) \times \\ \times (1 + 0,0026 \cos 2\varphi) (1 + 3,14 \cdot 10^{-7} H),$$

где $H_2 - H_1$ — разность высот, м;

$$t = \frac{t_1 + t_2}{2} \text{ — средняя температура слоя воздуха, } ^\circ\text{C};$$

$\frac{e}{p}$ — среднее отношение упругости водяного пара к давлению воздуха в слое между двумя уровнями;

$$H = \frac{H_1 + H_2}{2} \text{ — средняя арифметическая высота;}$$

$$\varphi \text{ — широта; } \alpha = \frac{1}{273}.$$

По барометрической формуле Лапласа составлены подробные таблицы.

Для определения истинной высоты полета с меньшей точностью можно использовать более простую барометрическую формулу

$$H = 18\,400 (1 + \alpha t) \lg \frac{p_0}{p},$$

где H — высота полета, м;

p_0 — давление на поверхности земли;

p — давление на высоте полета;

t — средняя температура воздуха между уровнями p_0 и p .

Барометрической ступенью называется высота h , на которую надо подняться с исходного уровня, чтобы давление p упало на 1 мм рт. ст., или на 1 мб:

$$h = \frac{8000}{p} (1 + \alpha t).$$

Зависимость барометрической ступени от температуры и давления:

Давление, мб	Барометрическая ступень (м мб) при $t^\circ\text{C}$				
	-40	-20	0	20	40
1000	6,7	7,4	8,0	8,6	9,3
500	13,4	14,7	16,0	17,3	18,6
100	67,2	73,6	80,0	86,4	92,8

Из таблицы видно, что барометрическая ступень растет с увеличением высоты, причем в теплом воздухе она больше, чем в холодном. Следовательно, давление с увеличением высоты быстрее понижается в холодном и медленнее в теплом воздухе.

Давление непрерывно изменяется как на поверхности земли, так и на высотах. Эти изменения носят периодический (сезонный и годовой ход) и непериодический характер, связанный с перемещением обширных атмосферных вихрей — циклонов и антициклонов.

Изобарические поверхности — поверхности равного давления. При пересечении с уровнями поверхностями (например, уровень моря) они дают систему замкнутых линий, называемых изобарами, которые соединяют точки с одинаковым давлением.

Плотность воздуха — одна из физических характеристик состояния воздуха, зависящая от атмосферного давления и температуры воздуха. Она увеличивается с понижением температуры и увеличением давления, и наоборот.

Различают весовую плотность — вес 1 м^3 воздуха ($\text{кг}/\text{м}^3$), массовую плотность — масса 1 м^3 воздуха — находится делением весовой плотности на ускорение силы тяжести ($\text{кг} \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$), и относительную плотность — отношение массовой плотности в реальных условиях к массовой плотности при нормальных условиях (давление 760 мм рт. ст. , температура 15°C).

Плотность воздуха уменьшается с высотой, и это уменьшение в основном определяется изменением атмосферного давления.

Атмосферное давление учитывается при выборе эшелонов. Полет на эшелоне означает, что самолет летит на высоте, где атмосферное давление остается постоянным, т. е. вдоль изобарической поверхности. Данные о давлении учитываются при выборе безопасной высоты полета, а также при посадке. В последнем случае используется давление, измеренное на взлетно-посадочной полосе.

Отклонения температуры и плотности воздуха от стандартных оказывают существенное влияние на скороподъемность и практический потолок, на длину разбега и пробега самолетов, на мощность и тягу двигателей, на показания аэронавигационных приборов. Поэтому эти отклонения, часто наблюдающиеся в верхней тропосфере и нижней стратосфере, должны учитываться при составлении инженерно-штурманского графика полета.

Влажность воздуха — содержание водяного пара в воздухе, выраженные в абсолютных или относительных единицах.

Упругость водяного пара (в мм рт. ст. или мб) представляет собой парциальное давление водяного пара.

Абсолютная влажность — количество водяного пара в граммах в 1 м^3 воздуха.

Удельная влажность — количество водяного пара в граммах на 1 кг влажного воздуха.

Относительная влажность $R\%$ — отношение фактической упругости водяного пара e к максимальной упругости E при данной температуре:

$$R = \frac{e}{E} 100\%.$$

Точка росы — температура, при которой воздух достиг бы состояния насыщения при данном влагосодержании и неизменном давлении.

Содержание водяного пара в атмосфере зависит прежде всего от температуры воздуха и условий испарения с подстилающей поверхности: оно больше при высокой температуре и над океанами и меньше при низкой температуре и внутри материков.

В экваториальной зоне абсолютная влажность бывает около 20 г/м^3 , в умеренных широтах — $5\text{--}7 \text{ г/м}^3$, а при сильных морозах уменьшается до 1 г/м^3 и ниже. С подъемом на высоту количество водяного пара быстро уменьшается: на высотах $1,5\text{--}2 \text{ км}$ — в два раза, на высоте 5 км — в десять раз. Основная масса водяного пара сосредоточена в нижнем слое атмосферы толщиной $10\text{--}12 \text{ км}$. Выше он содержится в ничтожных количествах.

Ветер — движение воздуха относительно земной поверхности, характеризуется направлением и скоростью. Направление ветра измеряется в градусах, при этом отсчет ведется от севера по часовой стрелке: северное направление соответствует 0° (или 360°), восточное — 90° , южное — 180° , западное — 270° . Направление метеорологического ветра (откуда дует) отличается от направления аэронавигационного (куда дует) на 180° . Скорость ветра измеряется в м/сек в секунду.

В тропосфере скорость ветра с высотой увеличивается и достигает максимума под тропопаузой. В зоне тропопаузы и в нижней стратосфере ветер ослабевает и достигает минимума на высоте $18\text{--}20 \text{ км}$, а выше снова усиливается. Более слабые ветры наблюдаются в теплую половину года и более сильные — зимой (рис. 3).

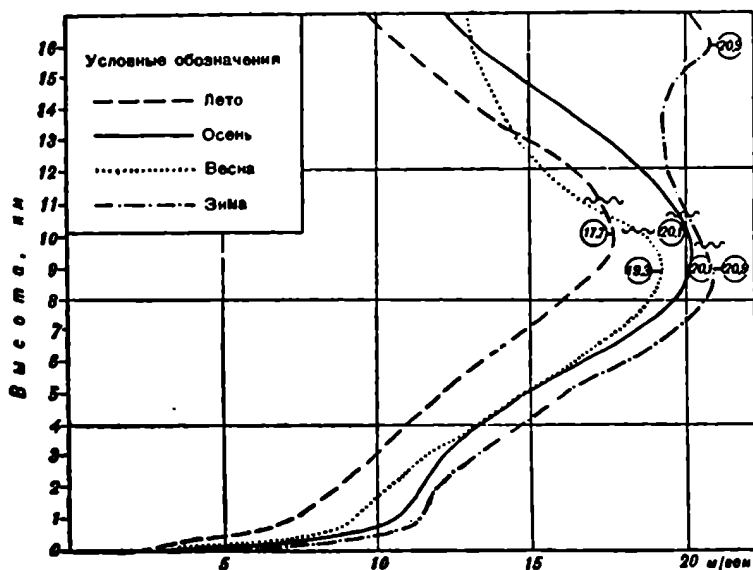


Рис. 3. Среднее распределение скорости ветра по сезонам над Москвой

Причиной возникновения ветра является неравномерное распределение атмосферного давления в горизонтальном направлении. Вследствие этого на воздух действует сила, стремящаяся переместить его из зоны более высокого в зону более низкого давления. Она называется силой барического градиента.

Кроме этой силы, на направление и скорость ветра оказывают влияние вращение Земли, сила трения и центробежная сила. Под действием этих сил ветер у поверхности земли всегда дует под некоторым углом к изобаре, отклоняясь в сторону низкого давления. На суше угол между касательной к изобаре и направлением ветра составляет в среднем 40° , над морем — 15° . Выше слоя трения (600—1000 м) движение воздуха происходит параллельно изобарам. Так, если стать лицом по направлению ветра, то в северном полушарии низкое давление будет располагаться слева, а высокое — справа.

Ветер оказывает влияние на взлет и посадку самолетов, на самолетовождение, бомбометание, перемещение радиоактивного облака и т. д. По своей структуре ветер имеет турбулентный характер, вследствие чего самолеты при попадании в зону турбулентности (болтанки) испытывают перегрузки, различные по величине и знаку.

Облака — скопление в атмосфере мелких капель воды и ледяных кристаллов (или их смеси), возникших в результате конденсации водяного пара.

Количество облаков оценивается визуально по 10-балльной шкале в зависимости от степени покрытия неба: при безоблачном небе — 0 баллов, при сплошной облачности — 10 баллов.

Высота облаков измеряется с помощью потолочных прожекторов, свето- и радиолокаторов, шаров-пилотов и самолетов.

Облака наряду с видимостью определяют степень сложности погоды. С облаками неразрывно связаны осадки, грозы, обледенение и сильная болтанка. Характеристика облаков дана в табл. 1.

Осадки — частицы воды в жидком или твердом виде, выпадающие из облаков на земную поверхность (дождь, снег, град) или осаждающиеся на ней непосредственно из воздуха вследствие конденсации водяного пара (гололед, иней, изморозь).

По характеру выпадения осадки разделяют на обложные, выпадающие из слоисто-дождевых и высоко-слоистых облаков в виде капель дождя средней величины или в виде снежинок; ливневые, выпадающие из кучево-дождевых облаков в виде крупных капель дождя, хлопьев снега или града; морозящие, выпадающие из слоистых, слоисто-кучевых облаков в виде очень мелких капель дождя.

Полет в зоне осадков сопровождается резким ухудшением видимости и снижением высоты облаков, болтанкой, обледенением в переохлажденном дожде и мороси, повреждением поверхности самолета (в случае выпадения града).

Туман — такое скопление мельчайших капель воды или кристаллов льда в приземном слое воздуха, когда горизонтальная видимость не превышает 1 км. При горизонтальной видимости от 1 до 10 км это явление называют дымкой.

Краткая характеристика обла

Ярус	Основные формы облаков	Средняя высота нижней границы облаков	Вертикальная мощность облаков	Видимость в облаках
Верхний ярус	Перистые	7000—10 000 м	От нескольких сотен метров до нескольких километров	От нескольких километров до нескольких сотен метров
	Перисто-кучевые	6000—8000 м	Несколько сотен метров	От нескольких километров до нескольких сотен метров
	Перисто-слоистые	6000—8000 м, нижняя граница часто сливается с высоко-слоистыми	От нескольких сотен метров до нескольких километров	От нескольких километров до нескольких десятков метров
Средний ярус	Высоко-кучевые	2000—6000 м	Несколько сотен метров	Менее 200 м
	Высоко-слоистые	3000—6000 м	Несколько километров	Менее 200 м
Нижний ярус	Слоисто-дождевые	100—1000 м. Верхняя граница часто сливается с высоко-слоистыми	2—3 км, иногда более 5 км	Менее 100 м

Таблица 1

ков и их влияния на полет

Осадки	Влияние на полет		Внешний вид облаков и другие характеристики
	Болтанка	Обледенение	
Не выпадают	Полет спокоен. В облаках, связанных со струйными течениями, болтанка от умеренной до сильной	Очень редко слабое	Белые, очень тонкие и прозрачные волнистые облака, разбросанные по небу. Появление таких облаков может указывать на приближение атмосферного фронта
Не выпадают	Полет спокоен. В облаках, связанных со струйными течениями, болтанка от умеренной до сильной	Очень редко слабое	Белые, тонкие и прозрачные облака в виде мелких волн, хлопьев или рыб. Наблюдаются в небольшом количестве и чаще с другими облаками верхнего яруса
Не выпадают	Полет спокоен. В облаках, связанных со струйными течениями, болтанка от умеренной до сильной	Очень редко слабое	Белая или голубоватая тонкая однородная пелена облаков, закрывающая все небо. Появление таких облаков указывает на приближение атмосферного фронта (теплого, окклюзии)
Не выпадают	Слабая, иногда умеренная и сильная в башенкообразных облаках	Слабое, иногда умеренное при температуре от 0 до -10°	Белые, иногда сероватые облака в виде волн, пластин или хлопьев, закрывающие значительную часть неба. Облака в виде полос связаны с фронтами, а башенкообразные являются предвестниками грозы. Солнце и луна сквозь облака просвечивают
Зимой иногда обложной снег, летом иногда слабый дождь, не достигающий земли	Иногда слабая	Слабое, умеренное и сильное при температуре от 0 до -10°	Сплошная серая однородная пелена облаков. Солнце и луна сквозь облака просвечивают слабо. Появление этих облаков указывает на близость зоны осадков, связанных с фронтом (теплым, окклюзией)
Обложные. Летом дождь, зимой снег	Слабая и умеренная, особенно в нижнем слое облаков	При температуре от 0 до -10° умеренное, иногда сильное, ниже -10° слабое	Темно-серый облачный слой. При осадках нижняя граница размита. Солнце и луна не просвечивают. Типичные облака теплого фронта и фронта окклюзии

Ярус	Основные формы облаков	Средняя высота нижней границы облаков	Вертикальная мощность облаков	Видимость в облаках	
Нижний ярус	Слоисто-кучевые	От 600 до 1500 м	0,2—1,0 км	Менее 200 м	
	Слоистые	От 100 до 700 м, иногда сливаются с туманом	0,2—0,8 км	Менее 100 м	
Облака вертикального развития	Кучевые	Плоские	800—1500 м	От нескольких десятков до нескольких сотен метров	Менее 50 м
		Мощные	600—1500 м	От нескольких сотен метров до нескольких километров	20—40 м
	Кучво-дождевые	400—1000 м, иногда и ниже	3—6 км, летом вершины часто достигают тропопавузы	10—30 м. В верхней части облака иногда 50—100 м и более	