

Н. Ф. КУДРЯВЦЕВ

КРАТКОЕ ПОСОБИЕ
ПО
АЭРОНАВИГАЦИИ

★

ВОЕНИЗДАТ НКО СССР . 1941

С 3185368

OTR
114

Подполковник Н. Ф. КУДРЯВЦЕВ

62913

к-889

КРАТКОЕ ПОСОБИЕ ПО АЭРОНАВИГАЦИИ

Одобрено Главным Управлением
ВВС РККА
в качестве учебного пособия
для школ и строевых
частей ВВС



ВОЕННОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
НАРОДНОГО КОМИССАРИАТА ОБОРОНЫ СОЮЗА ССР
МОСКВА — 1941

ОБЛ. БИЗНЕС-ОТДЕЛ
С. СВЕРДЛОВСК

318536.
ЭК

629.43

Подполковник Н. Ф. Кудрявцев
«КРАТКОЕ ПОСОБИЕ ПО АЭРОНАВИГАЦИИ»

Книга предназначается в качестве учебного пособия для курсантов школ и летного состава строевых частей ВВС РККА.

„Наша война за свободу нашего отечества сольется с борьбой народов Европы и Америки за их независимость, за демократические свободы. Это будет единый фронт народов, стоящих за свободу против порабощения и угрозы порабощения со стороны фашистских армий Гитлера“.

(Сталин)

ГЛАВА I

ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ

§ 1. Размеры и форма земли

Земля представляет собой эллипсоид вращения или сфероид с малой осью С—Ю (рис. 1). Величина полуосей земного сфероида a и b , определенная Кларком (1880 г.):

$$a = 6\,378\,249,2 \text{ м.}$$

$$b = 6\,356\,515,0 \text{ м.}$$

Таким образом, сжатие c , определяемое отношением $c = \frac{a-b}{a}$ по Кларку, будет: $\frac{1}{293,5}$, или, грубо говоря, около $\frac{1}{300}$.

При разрешении навигационных вопросов землю принимают за правильный шар, объем которого равен объему земного сфероида. Принимая данные Кларка, получим радиус земного шара равным 6 371 км.

§ 2. Видимый горизонт и его дальность

Кривая, соединяющая точки касания $a, b, c, d...$ (рис. 2) зрительных лучей к земной поверхности, называется *видимым горизонтом*. Понятно, что чем выше глаз наблюдателя

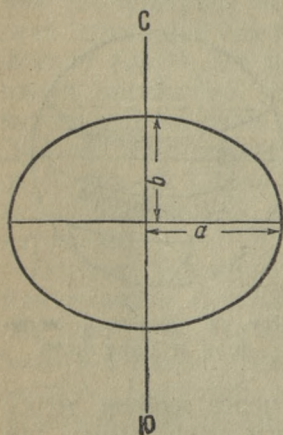


Рис. 1. Земной сфероид

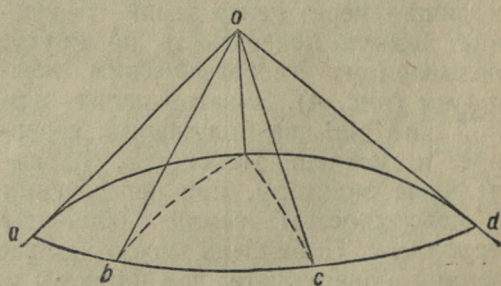


Рис. 2. Видимый горизонт

О, тем больший у него будет кругозор, и наоборот. Расстояние от каждой точки этой кривой до места наблюдателя (считая по поверхности земли) называется *теоретической дальностью видимого горизонта*. Дальность видимого горизонта определяется по формуле:

$$D = 122\sqrt{H},$$

где D — дальность видимого горизонта в километрах и H — высота наблюдателя в километрах. Линия, проведенная из центра земли к какой-либо точке на земной поверхности, называется *вертикалью*. Плоскость, перпендикулярная к вертикали и проходящая через глаз наблюдателя, называется *плоскостью истинного горизонта* наблюдателя (рис. 3).

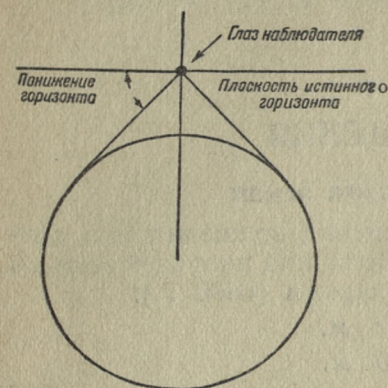


Рис. 3. Понижение видимого горизонта

Угол, образуемый касательными с плоскостью истинного горизонта, называется *понижением* видимого горизонта. Величина понижения горизонта зависит от высоты наблюдателя, как это видно из рис. 3.

§ 3. Географические координаты

Диаметр, около которого вращается земной шар, называется *земной осью*. Земная ось является основной линией земных координат. Один конец земной оси называется *северным географическим полюсом*, а другой — *южным*. Плоскость, перпендикулярная к оси вращения земли и проходящая через центр земли, пересекает земную поверхность по кругу, называемому географическим *экватором* (рис. 4). Экватор делит земной шар на два полушария: северное и южное. Плоскости, параллельные экватору, при пересечении с поверхностью земли образуют *параллели*. Параллель можно провести через любую точку земной поверхности; чем ближе к полюсу лежит точка, тем величина параллели (длина ее окружности) меньше.



Рис. 4. Экватор, меридиан и параллели

Плоскость, проходящая через земную ось, пересекает поверхность земли по окружности, называемой *географическим меридианом* (рис. 4). На земной поверхности можно провести бесчисленное количество меридианов. Меридиан, проходящий через астрономическую обсерваторию в Гриниче (Англия), условились считать *главным* (или *нулевым*) *меридианом*. Раньше у нас нулевым считался меридиан, проходящий через астрономическую обсерваторию в Пулково (вблизи Ленинграда). Меридиан и параллель, проходящие через данное место на земной поверхности, называются меридианом и параллелью данного места.

Экватор, параллели и меридианы служат основанием для построения системы географических координат, посредством которых определяется положение точки на земной поверхности.

Широта места φ есть угол между вертикалью этого места и плоскостью экватора (рис. 5). Широты отсчитываются от экватора к полюсам от 0 до 90° . Если пункт лежит в северном полушарии, то широта считается *северной* (φ_N), если в южном полушарии, — *южной* (φ_S). Все места одинаковой широты находятся на одной параллели. *Долгота* места λ есть двугранный угол между меридианом места и главным меридианом (рис. 5). Долгота отсчитывается в градусах от 0 до 180° или в часах от 0 час. до 12 час. к западу (λ_W) и к востоку (λ_E). Все места одинаковой долготы находятся на одном и том же меридиане.

Помимо указанной системы координат, в авионавигации применяется несколько иная система, называемая *линейной системой*. По этой системе широтой данного места называется длина дуги меридиана между экватором и данным местом. Долготой данного места называется длина дуги экватора, заключенной между главным меридианом и меридианом данного места (рис. 5). Направление и счет линейных широт и долгот такие же, как и угловых.

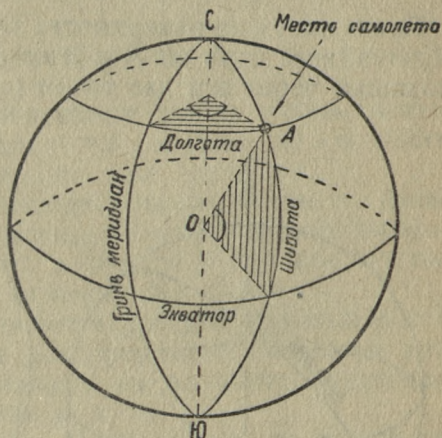


Рис. 5. Широта и долгота

Линейные широта и долгота определяются в градусах и минутах. Минута широты имеет длину, равную одной *миле*, так как она отсчитывается по большому кругу. Миля равна 1,852 км. Минута долготы на экваторе имеет также длину, равную одной миле. Минута долготы на широте φ равна $\cos \varphi$ миль. Совокупность меридианов и параллелей, проведенных на земной поверхности через какие-либо равные промежутки, называется *географической координатной сетью*.

§ 4. Ортодромия и локсодромия

Пусть имеем на поверхности земли две точки A и B (рис. 6). Кратчайший путь из A в B есть дуга большого круга, проходящая через эти две точки (считая, что земля есть шар).

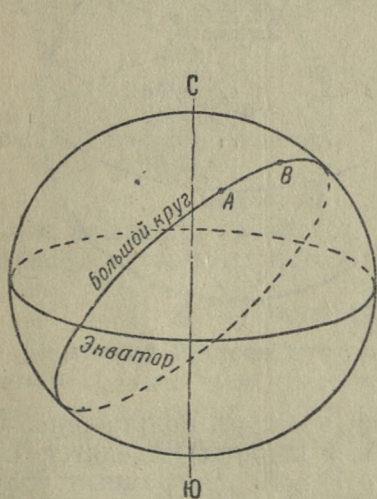


Рис. 6. Дуга большого круга

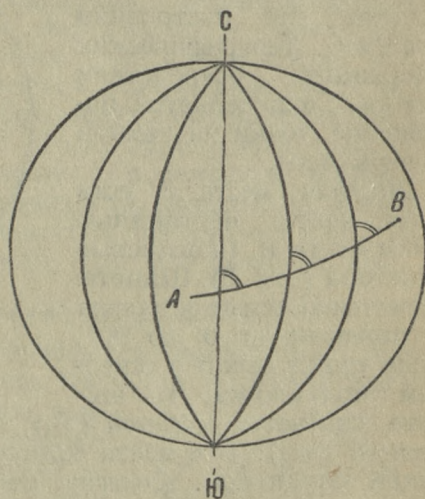


Рис. 7. Локсодромия

Такой круг получается, если мы пересечем земной шар плоскостью, проходящей через две заданные точки и центр шара. Дуга большого круга является кратчайшим расстоянием между двумя точками на земной поверхности и носит название *ортодромии*. Ортодромия пересекается с меридианами *под разными углами*. Экватор и меридианы можно рассматривать как частные случаи ортодромии.

Локсодромией называется кривая линия, проходящая по поверхности земного шара и пересекающаяся с меридианами *под одним и тем же постоянным углом* (рис. 7).

Эта кривая интересна для аэронавигации тем, что она представляет собой путь самолета, который составляет с меридианами постоянный угол. Если продолжить концы локсодромии, то они не соединятся, так как локсодромия является спиральной линией на земном шаре, стремящейся приблизиться к полюсам, но никогда их не достигающей. Локсодромия представляет собой на сфере то же самое, что винтовая линия на цилиндре. Путь по локсодромии будет длиннее пути по ортодромии. Если пункты полета не очень удалены один от другого, если широта их не очень высока, то практическая разница между этими двумя путями незаметна.

§ 5. Масштаб карты

Масштабом называется отношение длины линии, взятой на карте, к действительной длине той же линии на местности. Масштабы выражаются линейно или численно.

Линейным масштабом называется прямая линия, разделенная на равные части, помеченные цифрами, показывающими, каким расстояниям на местности будут соответствовать эти отрезки, если их отложить на карте.

Численный масштаб выражается дробью, показывающей, во сколько раз уменьшены действительные линейные размеры предметов при изображении их на карте, например: 1:84 000, 1:420 000, 1:200 000 и т. д.

До революции наши карты составлялись по старой системе мер, например карты масштаба 10 верст в дюйме. Теперь применяют карты, имеющие метрический масштаб, например карты масштаба 2 км в 1 см, 5 км в 1 см, 10 км в 1 см. На практике пользуются и теми и другими картами.

Масштаб не является постоянной величиной для всей карты. На карте, составленной в проекции Меркатора, масштаб очень сильно изменяется с широтой. Значительно менее ощутимо изменение масштаба по карте конической проекции Ламберта-Гаусса.

§ 6. Карты, применяемые для самолетовождения

Для самолетовождения применяются сухопутные, морские и специальные авиационные карты.

Основными картами для самолетовождения над сушей являются:

1) специальная карта 10 верст в дюйме (1 : 420 000), так называемая «10-верстка»; 2) военно-дорожная карта масштаба 25 верст в дюйме (1 : 1 050 000); 3) стратегическая карта масштаба 40 верст в дюйме (1 : 1 680 000); 4) карта масштаба 2 км в 1 см (1 : 200 000); 5) карта масштаба 5 км в 1 см (1 : 500 000); 6) карта масштаба 10 км в 1 см (1 : 1 000 000).

Кроме того, имеются специальные авиационные маршрутные карты.

Эти карты издаются не отдельными листами, а в виде полосы; на них дана полная навигационная разметка пути, относящаяся к данному маршруту.

§ 7. Определение широты и долготы места на карте

Определение долготы заданного пункта на карте производится следующим образом: через заданный пункт проводят прямую, параллельную ближайшему меридиану, и в точке пересечения ее с крайней параллелью прочитывают иско-

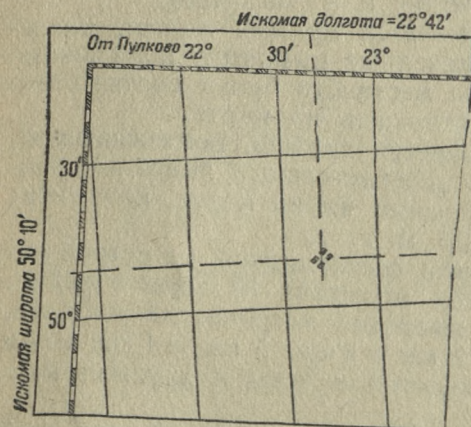


Рис. 8. Определение долготы и широты места на карте

мую долготу места (рис.8). Если найденная долгота от Пулково, то ее переводят в долготу от Гринича. Для этого к найденной восточной долготы прибавляют $30^{\circ}20'$ (точнее $30^{\circ}19'40''$ W — долгота Пулково от Гринича); если долгота западная, то ее нужно вычесть из $30^{\circ}20'$. Определение долготы можно производить и без проведения ли-

ний — посредством прикладывания линейки к данной точке. Определение широты пункта производится путем проведения через этот пункт прямой линии, перпендикулярной меридиану. Искомая широта прочитывается в точке пересечения проведенной линии с рамкой карты. Можно практиковать и другой способ, заключающийся в измерении циркулем или масштабной линейкой расстояния от данного пункта до ближайшего меридиана и ближайшей параллели. Полученные отрезки откладываются на рамке карты

от того меридиана и от той параллели, до которых были измерены расстояния заданного пункта. Концы отложенных отрезков укажут долготу и широту пункта. Работа на авиационных картах упрощается благодаря тому, что оцифровка меридианов и параллелей и их детальная разбивка даны не только на рамках, но и на самой карте. Нанесение точки на карту по заданным долготе и широте производится обратным порядком. Определение широты и долготы места на морских картах производится аналогичным способом.

§ 8. Измерение направлений на карте

Направление на земной поверхности принято определять в угловой мере — в градусах. Отсчет углов ведется от географического меридиана, положение которого всегда остается неизменным. Отсчет производится от северного конца меридиана по часовой стрелке до линии, проведенной из места наблюдения на данный пункт. Угол, определяющий направление на данный пункт, носит название *азимута* или *пеленга* данного пункта (рис. 9). Азимут измеряется от 0 до 360°.

Основные направления, кроме того, выражаются в *румбах*. Главными румбами являются север — N (норд), юг — S (зюйд), восток — E (ист) и запад — W (вест).

Постоянный угол, под которым локсодромия пересекает меридианы, называется *заданным путевым углом (ЗПУ)*.

Измерение заданного путевого угла на карте производится с помощью транспортира. Наиболее удобным считается треугольный транспортир из прозрачного целлулоида с двойной оцифровкой. Таким транспортиром можно измерять путевые углы, большие 180°, без дополнительных переводов. Тонкая диаметральная линия 0—180° служит для установки на меридиан. Все три обреза транспортира-угольника представляют собой прямые грани, которые можно использовать для проведения параллельных и перпендикулярных линий.

Для измерения заданного путевого угла между пунктами полета проводят прямую линию, затем накладывают центр транспортира на пересечение данной линии с меридианом карты. Диаметр транспортира (0—180°) при этом должен точно лежать на меридиане, а угол транспортира должен

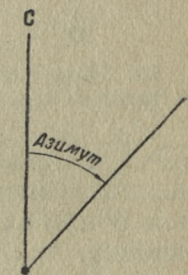


Рис. 9. Азимут

быть направлен в сторону полета. Отсчет путевого угла производят у пересечения линии с оцифровкой транспортира (рис. 10). Если прямой угол транспортира направлен к востоку, то отсчет производится по оцифровке, расположенной вблизи обреза транспортира; в обратном случае отсчет производится по второй оцифровке. При измерении заданного угла на картах конических проекций транспортир следует прикладывать к меридиану, проходящему посередине маршрута, так как меридианы на этих картах не параллельны друг другу. Например,

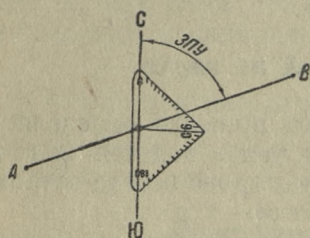


Рис. 10. Измерение заданного путевого угла на карте

пересекая прямой три-четыре меридиана, получим разные путевые углы при разных меридианах, причем разница в углах, измеренных у крайних меридианов, будет достигать 2—3°. Измеряя путевой угол по меридиану, проходящему посередине маршрута, мы тем самым находим угол, указывающий направление локсодромии. Измерение заданного путевого угла на

картах в проекции Меркатора (станционной аэронавигационной и морской) производится аналогичным порядком, только в этом случае транспортир прикладывается к любому меридиану, так как они параллельны между собой.

Путевой угол может быть вычислен по следующей формуле:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\lambda_2 - \lambda_1}{\varphi_2 - \varphi_1} \cdot \cos \frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2},$$

где α — искомый путевой угол; φ_1 и φ_2 — широты пунктов вылета и прибытия, выраженные в минутах дуги; λ_1 и λ_2 — долготы пунктов, выраженные в минутах; $\frac{\varphi_1 + \varphi_2}{2}$ — средняя широта маршрута в градусах.

Полученный по данной формуле результат правилен, если конечная точка маршрута лежит в первой четверти (0—90°). Если конечная точка лежит во второй четверти (90—180°), искомый путевой угол получают, вычитая вычисленное число градусов из 180°. В случае нахождения конечной точки в третьей четверти (180—270°) к полученному углу прибавляется 180°, и если в четвертой (270—360°) — полученный угол вычитают из 360°.

§ 9. Измерение расстояний на карте

Измерение расстояний на картах можно производить циркулем, масштабной линейкой и курвиметром. На сухопутных картах применяются все три способа измерения. На морских картах расстояние измеряют только циркулем, так как масштаб меркаторских карт изменяется по широте.

Навигационная масштабная линейка служит для разных карт. На одной ее стороне нанесена шкала для карт масштаба 10 верст и 25 верст в дюйме, на другой — для карт масштаба 40 верст в дюйме и 1 : 1 000 000. Шкалы построены так, что при измерениях расстояний на картах отсчет получается прямо в километрах. Шкала для карт 10 верст в дюйме нанесена через 1 км, от 0 до 100 км. Шкала для карт 25 верст в дюйме нанесена через 5 км, от 0 до 250 км. Цифры обеих шкал обозначают десятки километров.

*Товарищи бойцы, командиры,
политработники! Охраняйте, как святая
святых, военную тайну. Помните, что
всякое лишнее слово может принести нам
огромный вред.*

ГЛАВА II

АЭРОНАВИГАЦИОННЫЕ ПРИБОРЫ

§ 10. Перечень приборов

Из общего числа авиационных приборов *аэронавигационными приборами* называются те из них, которые служат для вождения самолета в воздухе. К аэронавигационным приборам относятся:

компасы, указывающие курс самолета;

высотомеры, указывающие высоту полета;

указатели скорости, указывающие воздушную скорость самолета;

визеры — для учета влияния ветра на полет самолета и пеленгования;

термометр — для определения температуры наружного воздуха при расчете поправок к приборам;

часы;

секстант — для астрономической ориентировки;

радиопеленгатор или *радиокомпас* — для ориентировки по радиостанциям;

счетные приборы — ветрочеты, линейки и транспортиры.

В помощь пилотированию самолета в трудных условиях, при невидимости внешних предметов на самолетах, кроме того, имеются: указатель поворота, авиагоризонт, гироскопический полукомпас, вариометр.

Ниже даны описания этих приборов.

§ 11. Высотомер

Высотомер служит для измерения высоты полета. Принцип устройства высотомера основан на измерении атмосферного давления. Известно, что воздух имеет вес и благодаря этому весу производит давление на все предметы, находящиеся в атмосфере. На уровне моря давление в среднем составляет 10 333 кг на 1 м² (760 мм по ртутному барометру).

Действие высотомера основано на предположении, что давление атмосферы изменяется с высотой с достаточной точностью по одному и тому же закону.

§ 12. Ошибки высотомера

Во многих случаях навигационной практики весьма важно знать точную величину высоты полета. Чтобы найти ее с помощью высотомера, необходимо уметь учитывать ошибки, возникающие при ее измерении.

Различают следующие основные ошибки высотомера: а) *ошибки инструментальные, зависящие от конструкции прибора и от качества его изготовления*; б) *ошибки, присущие самому методу барометрического измерения высоты полета*.

Ошибки первой категории могут быть заранее определены для разных высот, и для них могут быть составлены графики поправок для быстрого их нахождения в полете. Ошибки второй категории не могут быть ни устранены, ни вычислены заранее. Их приходится учитывать в самом полете, и величина поправки в каждом отдельном случае будет зависеть от физической обстановки полета. Особенное значение имеет учет этих ошибок при промерах путевой скорости, так как ошибка в высоте может создать ошибку в определении скорости, затем при бомбометании, при аэросъемке и т. д. Если не выправлять показания высотомера, то результат измерения высоты получается с ошибкой в 5—10%; путем учета ошибок можно добиться снижения ошибок до 2%.

Высотомеры должны проверяться не реже чем один раз в три месяца и, кроме того, во всех случаях, когда возникает сомнение в правильности действия прибора. Проверка высотомера заключается, во-первых, в установлении метки начального давления и, во-вторых, в определении инструментальных поправок.

Для проверки высотомера необходимо иметь прибор Гарфа и гипсометрическую шкалу.

§ 13. Указатель воздушной скорости

В полете самолета следует различать две скорости: воздушную и путевую.

Воздушной скоростью называется скорость движения самолета относительно воздушной среды. Воздушная скорость развивается под действием винтомоторной группы и зави-

сит от аэродинамического качества самолета, нагрузки его и плотности воздуха. Направление воздушной скорости совпадает с осью симметрии самолета, иначе говоря — с продольной осью самолета. Воздушная скорость измеряется в километрах в час и обозначается буквой V .

Путевой скоростью W называется скорость движения самолета относительно земной поверхности.

Путевая скорость есть результат сложения воздушной скорости самолета и скорости ветра. Если воздух неподвижен, то путевая скорость равна воздушной скорости. При ветре путевая скорость может быть больше, меньше и иногда равна воздушной скорости. Направление путевой скорости противоположно направлению кажущегося перемещения земных предметов относительно самолета.

Каждый самолет обладает известным диапазоном воздушных скоростей. Различные режимы воздушных скоростей носят соответствующие названия, например: нормальная скорость, посадочная скорость, максимальная скорость и т. д. Для целей аэронавигации важна воздушная скорость самолета в горизонтальном установившемся полете. С аэродинамической точки зрения это такая скорость, при которой подъемная сила равна весу самолета.

Различают следующие режимы воздушных скоростей самолета, относящихся к горизонтальному полету.

Экономическая скорость — горизонтальная скорость при полете с наименьшей мощностью мотора, с наименьшим расходом горючего на 1 час полета. При этой скорости самолет с данным запасом горючего продержится в воздухе дольше, чем при других режимах. Экономическая скорость самолета получается при достижении так называемого экономического угла атаки.

Наивыгоднейшая скорость несколько больше экономической скорости. Она получается при некотором уменьшении экономического угла атаки. При полете на этой скорости на прохождение определенного пути расходуется наименьшее количество горючего, и, следовательно, самолет может пройти наибольшее расстояние при данном запасе горючего.

Максимальная скорость — наибольшая скорость, при которой самолет сможет пройти данное расстояние в кратчайший срок. Максимальная скорость получается при минимальном угле атаки.

Режимы скоростей устанавливаются опытным путем для каждого типа самолета и обычно отмечаются в формуляре самолета.

Знание воздушной скорости необходимо для решения различных навигационных задач, для пилотажа и для выполнения всякого рода тактических задач — бомбометания, фотографирования и т. п.

Для определения воздушной скорости на самолетах устанавливаются *указатели воздушной скорости*.

Указатель воздушной скорости построен на принципе измерения скоростного напора, т. е. давления, производимого воздушным потоком на встречающийся ему предмет. Скоростной напор называют *аэродинамическим давлением*, а атмосферное давление неподвижного воздуха — *статическим давлением*. Указатель воздушной скорости в сущности является дифференциальным манометром, измеряющим разность давлений.

§ 14. Проверка указателей скорости в полете

Проверку указателя скорости можно провести в реальных условиях полета. Полетные испытания дают наиболее полные поправки, включающие не только ошибки указателя и приемника, но также ошибку, вызванную местом установки приемника. Полетную проверку указателя скорости производят по способу *Майера* и в такое время, когда нет сильной «болтанки» и сильного порывистого ветра.

Способ Майера заключается в следующем. Выбирают по карте маршрут полета в виде треугольника со сторонами длиной не менее 10—15 км, с хорошими ориентирами в начале и в конце каждого участка. Полет производят на высоте 1 000—1 500 м с постоянным режимом воздушной скорости, на котором обычно ходят в маршрутном полете. Наблюдатель при помощи секундомера и визира тщательно замеряет время пролета каждого участка. После полета

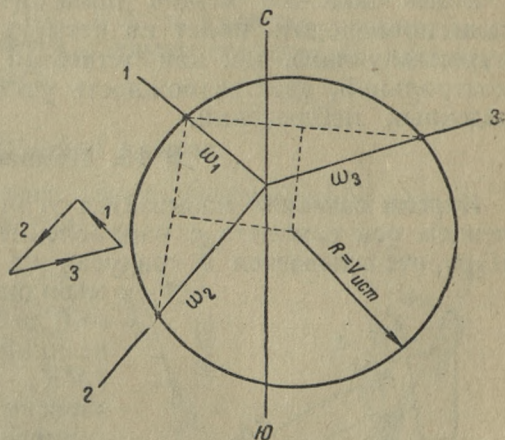


Рис. 11. Способ Майера

на листе бумаги делают построение (рис. 11). Из произвольно взятой точки откладывают с помощью транспортира заданные путевые углы выполненного маршрута. Затем в этих направлениях откладывают в каком-нибудь масштабе путевые скорости, вычисленные на основании длины участков маршрута и времени их пролета. В результате построения на линиях путевых углов получают три точки. Теперь остается через эти точки провести окружность. Радиус полученной окружности является искомой истинной воздушной скоростью самолета. Разница между найденной воздушной скоростью и показанием указателя скорости, записанным во время полета, является ошибкой указателя скорости. Эта ошибка складывается из трех частей: а) ошибка измерителя, б) ошибка приемника и в) ошибка от плотности воздуха. Введя в показание указателя скорости поправку на плотность воздуха (по показаниям высотомера и воздушного термометра) и взяв разность между этой скоростью и полученной путем построения, находят полную инструментальную поправку прибора.

Более надежно можно проверить указатель скорости, если производить полет по четырехугольнику (по четырем путевым углам), так как четвертая точка, которая является контрольной, дает возможность установить точность произведенных наблюдений.

§ 15. Компас

Курсом самолета называется угол, составленный направлением оси самолета с направлением меридиана (рис. 12). Курс отсчитывается в градусах от северного направления

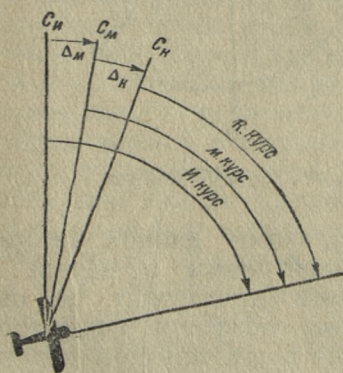


Рис. 12. Курсы самолета

меридиана по часовой стрелке от 0 до 360°. Курс может быть *истинным (ИК)*, *магнитным (МК)* и *компасным (КК)*, в зависимости от меридиана истинного, магнитного или компасного, от которого производится отсчет курса. Компасный курс указывается *компасом*. Компасы не дают обычно сразу магнитного курса. В их показания вкрадываются ошибки, называемые *девиацией* компаса. Девиация возникает вследствие влияния на компас магнитного

поля самолета. Магнитный курс получается из компасного курса путем прибавления к нему девиации компаса на этом курсе (алгебраически). Для удобства работы на самолетах имеются графики, позволяющие быстро переводить компасные курсы в магнитные или обратно. Истинный курс получается из магнитного курса путем прибавления к нему (алгебраически) *магнитного склонения* в данном районе.

Курсом следования называется курс (магнитный или компасный), рассчитанный с учетом влияния ветра для прибытия в назначенную точку.

Принцип действия компаса основан на свойстве магнитной стрелки устанавливаться своей осью в плоскости магнитного меридиана.

На одноместных самолетах и на самолетах, когда летчик совершает полет без штурмана, устанавливают компасы КИ-6, К-4, А-3. На самолетах, где имеется штурман, устанавливают два компаса: у летчика (путевой компас) и у штурмана (главный компас). В качестве путевого компаса применяются компасы КИ-6, К-4, А-3; в качестве главного — К-5, А-3, К-4. На самолетах с двумя пилотскими местами устанавливают два компаса.

§ 16. Ошибки компаса

Компас на самолете может давать неправильные показания вследствие различных причин.

Например, курсовая черта компаса может быть направлена не точно по оси самолета. Ясно, что в таком случае показания компаса будут иметь ошибку, равную по величине отклонению курсовой черты от правильного направления. Эта ошибка называется *установочной*; она может быть исправлена поворотом котелка компаса в соответствующую сторону.

Затем на самолете в непосредственной близости к компасу находится значительное количество стальных и железных предметов, например

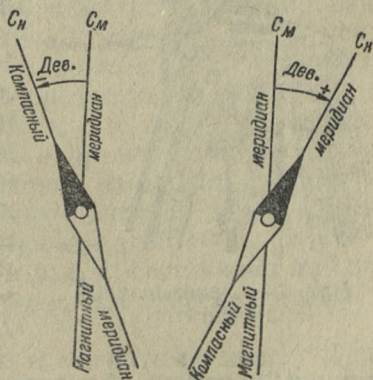
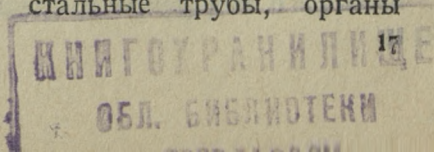


Рис. 13. Девиация

стальные трубы, органы



управления, части мотора, пулеметы и т. д. Благодаря этому магнитная ось картушки компаса устанавливается не в плоскости магнитного меридиана, а образует с ним некоторый угол, называемый *девиацией компаса*. Прямая, проходящая через горизонтально стоящую магнитную ось картушки компаса, называется *компасным меридианом*. Таким образом, девиацию можно определить как угол между магнитным и компасным меридианами (рис. 13).

Северный конец картушки может быть отклонен к востоку или к западу от магнитного меридиана. В первом случае девиация называется положительной и обозначается знаком плюс (+), а во втором — отрицательной, со знаком минус (—).

§ 17. Определение и устранение девиации

Определение девиации компасов производится на легких самолетах на земле, на морских самолетах — на воде, на тяжелых самолетах — в полете.

Для определения девиации на земле на аэродроме выбирают ровную площадку, удаленную от всего железного (ангаров, мастерских и пр.) по меньшей мере на 100 м, и, кроме всего, такую, с которой можно было бы взять несколько магнитных пеленгов удаленных предметов.

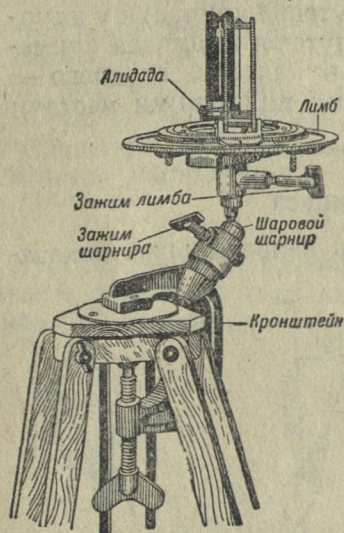


Рис. 14. Девиационный пеленгатор

Девиационный пеленгатор (рис. 14), с помощью которого определяют пеленг, состоит из азимутального круга (лимба) с градусными делениями, небольшой буссоли, помещенной в центре лимба, алидады с визирным приспособлением и кронштейна. Азимутальный круг имеет деления от 0 до 360°. Круг может вращаться на своей оси. Для придания кругу горизонтального положения на нем имеется

круглый уровень. Алидада представляет собою линейку, вращающуюся около центра лимба. Визирное приспособление алидады состоит из двух подъемных диоптров: глазного, представляющего планку с визирной щелью, и предметного, имеющего вид рамки с предметной нитью. Для грубой на-

водки глазной диоптр снабжен прорезью, а предметный — мушкой. На концах алидады имеются риски для отсчета пеленгов по лимбу.

Кронштейн пеленгатора устроен таким образом, что прибор можно устанавливать на треноге, на борту самолета или на турели.

Шаровой шарнир кронштейна обеспечивает придание лимбу горизонтального положения.

Для закрепления лимба и шарового шарнира на кронштейне имеются соответствующие зажимы.

Для непосредственного прикрепления пеленгатора к треноге или к самолету служат скоба и закрепительный винт.

Определение пеленгов производится следующим образом. Пеленгатор укрепляют на треноге или на иной подставке, не содержащей стали и железа, и устанавливают в центре выбранной площадки. Лимб пеленгатора приводят в горизонтальное положение, ориентируют по магнитной стрелке и закрепляют. Для ориентировки лимба совмещают метку, имеющуюся на кольце буссоли, с меткой на конце стрелки. Затем наводят диоптры алидады на какой-либо местный предмет, удаленный от площадки не менее чем на 1 000 м, и производят отсчет магнитного пеленга этого предмета. Таким же образом берут еще один-два пеленга других предметов. Несколько пеленгов берется на случай, если во время работ по уменьшению девиации тот или иной пеленг может быть закрыт, например стойкой самолета, и визирование его не представится возможным. В качестве пеленгуемых предметов следует выбирать каменные здания, фабричные трубы и тому подобные местные предметы, притом лежащие в различных направлениях. Место, с которого были взяты пеленги, чем-нибудь отмечается, например забивают в уровень с землей несколько колышков, зарывают плашмя несколько кирпичей и т. д. На подготовленной таким образом площадке в дальнейшем всегда производят работы по уменьшению девиации. Когда пеленги взяты, составляют таблицу курсовых углов для восьми основных курсов, чтобы не вычислять их каждый раз.

Для курса N курсовой угол и магнитный пеленг будут одинаковыми. Для других курсов курсовые углы вычисляются по формуле: *курсовой угол равен магнитному пеленгу минус магнитный курс самолета.*

Пример. Магнитный пеленг равен 105° . Определить курсовые углы для курсов 0° , 45° , 90° и 135° .

Решение.

Курсовой угол на курсе $0^\circ = 105^\circ$.
 » » » $45^\circ = 105^\circ - 45^\circ = 60^\circ$.
 » » » $90^\circ = 105^\circ - 90^\circ = 15^\circ$.
 » » » $135^\circ = 105^\circ - 135^\circ = 330^\circ$ и т. д.

Таблица курсовых углов составляется по следующей форме.

Таблица курсовых углов

| Наименование пеленга | Магнитный курс | | | | | | | |
|--|----------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° |
| 1-й пеленг (фабричная труба) | 105° | 60° | 15° | 330° | 285° | 240° | 195° | 150° |
| 2-й пеленг (башня) | 250° | 205° | 160° | 115° | 70° | 25° | 340° | 295° |

Перед выводом самолета на проверочную площадку следует осмотреть компасы и убедиться, что они исправны. Все предметы вооружения и оборудования самолета должны быть на местах, где они обычно находятся в полете. Подвижным частям самолета, сделанным из металла, обладающего магнитными свойствами, следует придать среднее их положение во время полета; при таком положении их следует впоследствии производить отсчеты по компасу.

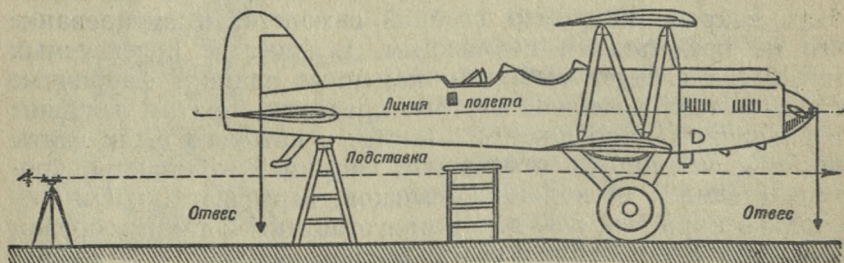


Рис. 15. Установка самолета для устранения девиации

Сначала самолет устанавливают в линии полета (рис. 15) на магнитный курс 0° . Для этого на шкале визира (пеленгатора) устанавливают отсчет курсового угла для магнитного курса 0° и вращают самолет до тех пор, пока ориентир не попадет в плоскость визирования (рис. 16).

Затем дают компасам успокоиться и отсчитывают компасные курсы. Разность между магнитным курсом, на кото-

рый был установлен самолет, и компасным курсом является девиацией. Если $КК$ меньше $МК$, девиация имеет знак плюс, если $КК$ больше $МК$, — знак минус.

То же самое проделывают на всех восьми главных курсах и в результате получают таблицу девиации для проверяемых компасов. Уменьшение девиации производится в том случае, если она превышает 10° .

Порядок работы при этом следующий.

1) Когда при определении девиации самолет будет установлен на $МК = 180^\circ$, необходимо взять алгебраическую полусумму девиации на курсах 0° и 180° и вкладыванием поперечного магнита в девиационный прибор (или вращением магнита) довести стрелку компаса до соответствующего значения ($КК$ должен быть доведен до « $МК$ минус средняя девиация»).

Пример. Девиация на курсе $0^\circ = +14^\circ$.

» » » $180^\circ = -2^\circ$.

Отсюда средняя девиация $= \frac{+14^\circ - 2^\circ}{2} = +6^\circ$.

Исправленное показание компаса на курсе 180° должно быть: $180^\circ - (+6^\circ) = 174^\circ$.

2) То же проделать на $МК = 270^\circ$, применяя продольный магнит.

3) Снять остаточную девиацию на остальных курсах: 315° , 360° , 45° , 90° , 135° и 225° .

Запись отсчетов и вычислений при определении и уменьшении девиации производится по приведенной ниже форме протокола.

Во время производства работы по уменьшению девиации при поворотах самолета необходимо на каждом курсе ждать 2—3 мин., пока не уничтожится увлечение картушки жидкостью, получившееся от вращения самолета, а при взятии отсчетов по компасу следует постукивать пальцами по котелку или по стеклу компаса, чтобы уменьшить влияние застоя.

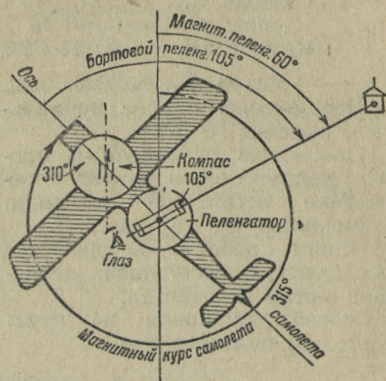


Рис. 16. Установка самолета на курс с помощью пеленгатора (самолет установлен на $МК = 315^\circ$, $КК = 310^\circ$, девиация $= +5^\circ$)

ПРОТОКОЛ № 5

устранения девиации

Самолет № 1312, 10 июня 1941 г. Место: г.

Компас летчика: А-3 № 2615, место установки: типовое

Компас штурмана: К-4 № 2108, место установки: типовое

Мотор № 940

Вооружение: полное нормальное, пулемет № 2284.

Положение пулеметов и прочего вооружения в момент определения остаточной девиации: нормальное полетное.

Режим работы мотора при определении остаточной девиации: мотор не работал.

Способ установки на курс: бортовым пеленгатором.

Число вложенных магнитов: поперечных у летчика — 3, у штурмана — 2, продольных у летчика — 5, у штурмана — 2, добавочных нет.

Кто устранял девиацию: Петров.

Примечание. Остаточная девиация проверена на курсах 0° и 90°, и при работе мотора на 1400 оборотов расхождения в остаточной девиации не наблюдалось.

Курсовые углы

| Магнитный курс | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° |
|--|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 1-й магнитный пеленг (труба) | 105° | 60° | 15° | 330° | 285° | 240° | 195° | 150° |
| 2-й магнитный пеленг (башня) | 250° | 205° | 160° | 115° | 70° | 25° | 340° | 295° |

Уменьшение полукруговой девиации

у л е т ч и к а

| | | | | |
|-----------------------------------|------|------|-----|------|
| Магнитный курс | 0° | 180° | 90° | 270° |
| Компасный » | 350° | 175° | 98° | 263° |
| Первоначальная девиация | +10° | +5° | -8° | +7° |
| Доведена до | 0° | +2° | -1° | +2° |

у ш т у р м а н а

| | | | | |
|-----------------------------------|------|------|-----|------|
| Магнитный курс | 0° | 180° | 90° | 270° |
| Компасный » | 358° | 185° | 85° | 273° |
| Первоначальная девиация | +2° | -5° | +5° | -3° |
| Доведена до | 0° | -2° | 0° | -1° |

Остаточная девиация

| Магнитный курс | | 0° | 45° | 90° | 135° | 180° | 225° | 270° | 315° |
|----------------|-------------------------------|----|-----|-----|------|------|------|------|------|
| У летчика | компасный курс . | 0° | 44° | 91° | 136° | 178° | 225° | 268° | 311° |
| | остаточная девиация | 0° | +1° | -1° | -1° | +2° | 0° | +2° | +4° |
| У штурмана | компасный курс . | 0° | 47° | 90° | 134° | 182° | 228° | 271° | 314° |
| | остаточная девиация | 0° | -2° | 0° | +1° | -2° | -3° | -1° | +1° |

§ 18. Определение девиации в полете

Трудность производства работы по установке самолетов на различные курсы заставляет перенести определение девиации на тяжелых самолетах в воздух. Девиация в полете может быть определена: 1) способом пеленгования земных линейных ориентиров и 2) способом пеленгования тени самолета.

Способ пеленгования земных линейных ориентиров заключается в следующем. Перед полетом штурман выбирает какой-либо прямолинейный, отчетливо видимый с самолета ориентир, расположенный вблизи аэродрома, и определяет его истинное направление при помощи транспортира. Учтя магнитное склонение, штурман находит магнитное направление (пеленг) выбранного ориентира. В полете пересекают ориентир последовательно под восемью курсами, на которых нужно определить девиацию (рис. 17). Во время каждого прохождения штурман, пользуясь навигационным визиром, определяет курсовой угол ориентира, одновременно производя по несколько отсчетов по компасу; из отсчетов выводится среднее. Сличая магнитный пеленг и бортовой пеленг ориентира, штурман рассчитывает магнитный курс самолета; сравнивая его с соответствующим средним отсчетом по компасу, находит девиацию. Каждое наблюдение полезно повторить для уточнения результатов.

Пример. Истинный пеленг дороги 95° (измерен по карте). Магнитное склонение + 6° (взято с карты изогон). Линейный ориентир летчик пересекает под курсом 45° (по своему

компасу). В это время штурман определяет курсовой угол дороги, равный 39° . Средний отсчет по компасу штурмана был в это время 52° .

Решение. Магнитный пеленг дороги равен $95^\circ - (+6^\circ) = 89^\circ$. Магнитный курс равен магнитному пеленгу минус курсовой угол, т. е. $89^\circ - 39^\circ = 50^\circ$.

Отсюда девиация компаса летчика равна магнитному курсу минус компасный курс, т. е. $50^\circ - 45^\circ = +5^\circ$, а девиация компаса штурмана равна $50^\circ - 52^\circ = -2^\circ$.

Способ пеленгования тени самолета заключается в следующем. Перед полетом штурман определяет *обратный магнитный пеленг* солнца, пользуясь для этого девиационным пеленгатором (удобно производить пеленгование по тени, отбрасываемой каким-нибудь вертикальным штырем, расположенным в центре лимба пеленгатора). В полете, набрав высоту около 800 м, штурман на произвольном курсе, вращая визир, находит тень самолета. Выдержав прямую, снимает курсовой угол тени самолета, записывая при этом показание компаса, часов и курсового угла пятки визира. Изменяя последовательно курсы на 45° , штурман выполняет полет по восьмиугольнику, выпол-

Рис. 17. Определение девиации по линейному ориентиру

няя указанные промеры на каждом курсе. Расчет девиации делается по формулам:

- 1) $\Phi МПТ - КУТ = МК,$
- 2) $МК - КК = \Delta к.$

Фактический магнитный пеленг тени ($\Phi МПТ$) складывается из измеренного перед полетом пеленга тени плюс градусная поправка на минутное перемещение тени за время от момента измерения пеленга девиационным пеленгатором до момента снятия курсового угла тени ($КУТ$). Расчет величины градусной поправки на перемещение солнца за 1 мин.

определяется на основании магнитных пеленгов солнца, измеренных до и после полета.

Пример. Магнитный пеленг тени солнца, измеренный в 14 час., равен $204^{\circ}40'$; в 15 час. равен $226^{\circ}20'$; разность $21^{\circ}40'$. Поправка на перемещение солнца за 1 мин. равна $21^{\circ}40' : 60 = 0^{\circ},37$. Курсовой угол тени, снятый в 14 час. 20 мин., равен 130° и $КК = 90^{\circ}$. Поправка на перемещение солнца равна $0^{\circ},37 \times 20 = 7^{\circ}$.

$$\Phi_{МПТ} = 205^{\circ} + 7^{\circ} = 212^{\circ}.$$

$$МК = 212^{\circ} - 130^{\circ} = 82^{\circ}.$$

$$\Delta\kappa = 82^{\circ} - 90^{\circ} = -8^{\circ}.$$

§ 19. Визир ОПБ-1

Визир ОПБ-1 — это оптический прицел для бомбометания, но он может быть с большим успехом применен и для аэронавигации.

Как аэронавигационный визир ОПБ-1 позволяет решать следующие задачи: 1) определять угол сноса и путевую скорость, 2) измерять курсовые углы (бортовые пеленги) ориентиров, 3) определять вертикальные углы ориентиров.

Визир ОПБ-1 представляет собой оптическую трубу (наподобие астрономической), дающую 1,2-кратное увеличение, с полем зрения в 32° . Внутри трубы (рис. 18), в ее фокусе, помещен сферический прозрачный уровень, служащий для приведения трубы в строго отвесное положение. Внизу, под объективной линзой, имеется неподвижная призма, которая принимает лучи, падающие от вращающейся призмы. Вращение призмы производится посредством рукоятки с градуированной градусной кольцевой шкалой. Благодаря такому устройству можно визировать через трубу любые земные объекты и совмещать их изображения

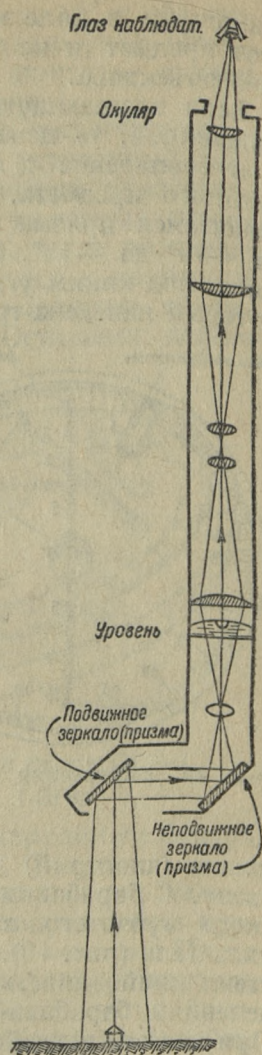


Рис. 18. Схема устройства визира ОПБ-1

с видимым в поле зрения трубы пузырьком уровня, хотя бы этот предмет и не находился на одной вертикали с центром объектива.

Если вращающуюся призму установить параллельно неподвижной, то центральный луч будет идти по вертикали, и в совпадение с пузырьком уровня придет изображение местного предмета, лежащего строго под самолетом. Вращающаяся призма позволяет изменять углы визирования от $+75^\circ$ до -15° . Таким образом, визиром можно определить, под каким углом к вертикали находится предмет, на который наведена труба и изображение которого совпадает с



Рис. 19. Внутренняя шкала визира ОПБ-1

пузырьком уровня, иначе говоря — можно измерить вертикальные углы ориентиров. Шкала вертикальных углов нанесена на окружности барабана-рукоятки, служащего для вращения призмы. В одну сторону шкала разбита на 75° , а в другую — на 15° . При установке нулевого деления шкалы против метки визирная линия идет по вертикали. Окуляр трубы допускает установку визира на наилучшую резкость изображения. Сбоку окуляра имеется шкала (диоптрий) для отметки подобранной установки по глазу. С барабаном-рукояткой связан посредством конического зубчатого зацепления (внутри трубы) подвижной указатель (рис. 19). В поле зрения трубы видна шкала (на стеклянной пластинке) с делениями, соответствующими делениям барабана-рукоятки от 15° до 0° и от 0° до 75° . При таком устройстве получается следующее: угол, под которым направлен визирный луч, может быть отсчитан по шкале барабана-рукоятки и в то же время по подвижному указателю, который на своей шкале указывает тот же угол, то же самое число градусов, которое стоит против метки шкалы барабана. Такое устройство дает возможность штурману не отрывать глаз от окуляра при отсчете визирных углов.

По диаметру поля зрения трубы на стеклянной пластинке

нанесена шкала вертикальных углов от 0° до 15° в обе стороны, что позволяет измерять и вертикальные углы объектов, выходящих за пределы установки призмы, причем пузырек уровня должен находиться в центре.

Вокруг окуляра расположено кольцо со шкалой градусных делений. С кольцом связан индекс, устроенный так, что он может проходить над шкалой поверх указателя. Этот индекс может быть установлен на желаемый отсчет вертикального угла по внутренней шкале, тогда вращение призмы будет происходить через этот отсчет с некоторой задержкой (щелчком); это позволяет останавливать вращение призмы на заранее указанном угле. Остальные детали визира таковы: секундомер для отметки времени при промерах путевой скорости и шпора для вставления визира в вилку пятки.

При пользовании визиром ОПБ-1 в ночном полете применяют электроосвещение пузырька уровня и внутренней шкалы. Для регулировки силы освещения служит реостат, помещаемый в верхней части трубы вблизи окуляра.

Питающая система освещения батарея от карманного фонаря укрепляется на самой трубе.

Пятка к визиру ОПБ-1 сконструирована с той целью, чтобы визир можно было применять для определения курсовых углов и углов сноса обратным визированием. Пятка укрепляется на полу кабины штурмана над отверстием для выпуска наружу призмы визира. Устройство пятки показано на рис. 20. Основание пятки представляет собою кольцо с несколькими отверстиями для болтов, посредством которых подставка крепится к самолету. На поверхности кольца имеются шкала сносов и индекс для отсчета курсовых углов. Внутри кольца помещается другое кольцо — подвижное. На нем имеются шкала с делениями на 360° и вилка для шпоры визира. Внутренние грани вилки параллельны диаметру $0-180^\circ$ подвижного круга. Внутри неподвижного круга имеется защелка, посредством которой

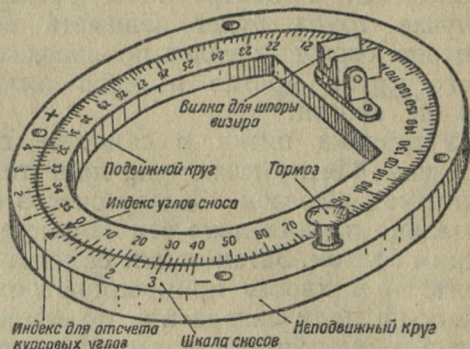


Рис. 20. Пятка к визиру ОПБ-1

подвижное кольцо устанавливается нулевым делением против индекса (курсовой черты) пятки. Для закрепления кольца на каком-либо отсчете служит ножной тормоз. При нажатии ногой на шляпку тормоз освобождает подвижное кольцо, а при опускании зажимает.

Пятка устанавливается в самолете таким образом, чтобы шкала сносов была обращена назад и диаметр пятки $0-180^\circ$ был точно параллелен оси самолета. Визир ОПБ-1 вставляется в пятку так, чтобы шпора легла в вилку подвижного круга. Для определения угла сноса обратным визированием трубу надо поворачивать на 180° . Во время промеров трубу надо держать таким образом, чтобы пузырек уровня находился в центре поля зрения трубы; только в этом случае труба будет занимать вертикальное положение. Отсчет курсовых углов производится по делениям подвижного круга против индекса пятки, а углов сноса — по шкале снососов.

Установка пятки в самолете производится следующим образом. Пятку кладут на подготовленное место на дне кабины над вырезом. Шкалу снососов обращают назад, приблизительно параллельно оси самолета, и временно закрепляют одним болтом. Затем ставят самолет в линию полета; к втулке винта и к хвосту прикрепляют отвесы и протягивают бечевку по полу ангара или по земле. После этого вставляют визир в вилку пятки и, закрепив подвижное кольцо на делении 0° , визируют в трубу на натянутую под самолетом бечевку. Вращая трубу вместе с пяткой, добиваются совпадения диаметральной нити трубы с плоскостью симметрии самолета, после чего отмечают место второго болта для окончательного закрепления пятки. В полете визир ОПБ-1 вставляется в пятку на время измерений. В остальное время визир находится в специальных гнездах у борта самолета. Визир ОПБ-1 требует бережного обращения. Ни в коем случае нельзя ударять прибор. Пыль с окуляра следует смахивать мягкой кисточкой, а нижнее стекло протирать замшей или чистой батистовой тряпочкой. В случае попадания влаги на прибор его вытирают досуха. В неполетное время прибор, уложенный в ящик, хранится в помещении. Пузырек уровня время от времени регулируется. Полагается, чтобы его величина была не более 3 мм в диаметре. Доливка уровня производится спиртом-ректификатом. Для доливки его вынимают из трубы и отвинчивают винт, имеющийся на оправе уровня. Затем посредством шприца, имеющегося в комплекте запасных частей к прибору, впускают

в уровень некоторое количество жидкости для получения пузырька требуемой величины. После доливки отверстие уровня тщательно завинчивается. Уход за пяткой заключается в том, что ее время от времени протирают тряпкой. Если круг ходит в пятке с большим трением, то ее разбирают и производят чистку и смазку шарикоподшипника.

§ 20. Навигационные бомбы

Навигационные бомбы применяются в полетах над морем для создания на поверхности воды искусственных визирных точек. Дневная навигационная бомба (рис. 21) состоит



Рис. 21. Дневная навигационная бомба

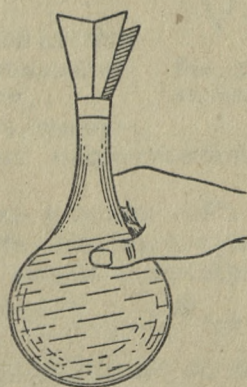


Рис. 22. Навигационная бомба с порошком алюминиевой бронзы

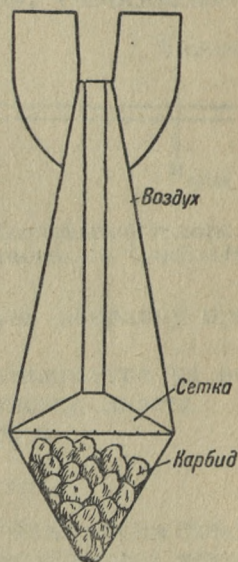


Рис. 23. Ночная навигационная бомба

из небольшой стеклянной колбы со стабилизатором из фанеры. В колбе имеется около 100 г дрови, вазелиновое масло и флуоресцеин. При падении на воду бомба разбивается, и на поверхности воды образуется цветное пятно (зеленое). В США применяются колбочки, наполненные порошком

алюминиевой бронзы. Такая бомба образует на поверхности воды светлое пятно, видимое на много миль (рис. 22).

Ночная навигационная бомба сделана из жести. Внутри ее имеются (рис. 23) воздушная камера (поплавок) и резервуар для карбида с добавлением вещества, самовоспламеняющегося при соединении с водой. При падении на воду она плавает, причем карбид выделяет газ (ацетилен), который зажигается указанным добавочным веществом.

*Коварный и хитрый враг распространяет
ложные слухи и стремится
дезорганизовать наш тыл. Работники тыла!
Не поддавайтесь на провокации! Будьте
на-чеку! Больше организованности
и большевистской бдительности!
Уничтожайте шпионов, диверсантов,
вражеских парашютистов!*

ГЛАВА III

ИЗМЕРЕНИЕ АЭРОНАВИГАЦИОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПОЛЕТЕ

§ 21. Определение высоты полета по высотомеру

Различают следующие высоты полета: *абсолютную*, *относительную* и *истинную*. Абсолютной высотой называется высота полета относительно уровня моря. Относительной высотой является высота относительно места вылета, где высотомер был поставлен на нуль. Истинной высотой является фактическая высота над пролетаемой местностью.

Расчет *относительной высоты* счетной линейкой производится следующим образом.

Пример. Показание высотомера, исправленное на инструментальную поправку прибора, равно 2 500 м.

Температура воздуха у земли -5° . Температура на высоте -15° . Определить относительную высоту полета.

Решение. Находим среднюю температуру:

$$\frac{-5^{\circ} + (-15^{\circ})}{2} = \frac{-20}{2} = -10^{\circ}.$$

Устанавливаем ромбический индекс линейки против цифры найденной средней температуры на шкале «Средняя температура».

Затем разыскиваем на шкале «Высота по прибору» деление 2 500 м и против него на шкале «Исправленная высота» читаем искомую относительную высоту: 2 340 м (рис. 24).

Для определения *истинной высоты* полета необходимо из относительной высоты вычесть поправку на рельеф местности.

Поправка на рельеф вычисляется в метрах и равна разности высот аэродрома и местности. При подготовке к полету

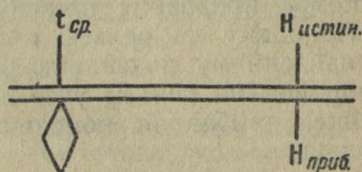


Рис. 24. Определение высоты по аэронавигационной линейке НЛ

поправки на рельеф надписываются на проложенном маршруте.

Если местность выше места взлета, поправка обозначается знаком плюс, а если ниже — знаком минус.

Пример 1. Относительная высота 2 340 м, поправка на рельеф +100 м. Найти истинную высоту полета.

Решение. $2\ 340 - (+100\ м) = 2\ 240\ м.$

Расчет показания высотомера для заданной истинной высоты полета производят следующим порядком.

Пример 2. Заданная высота 2 500 м. Определить, каково должно быть показание высотомера для сохранения самолетом заданной высоты, если температурные условия те же, что и в предыдущем примере.

Решение. Не сбивая предыдущей установки движка линейки, находим по шкале «Исправленная высота» деление 2 500 м и против него на шкале «Высота по прибору» читаем искомое показание прибора: 2 670 м.

Поправку на рельеф в этом случае следует прибавлять к найденному показанию высотомера, а в случае больших поправок на рельеф учет их производят до расчета на линейке, прибавляя поправку к заданной истинной высоте полета.

Это приходится делать потому, что высотомер указывает высоту относительно места взлета.

Пример. Заданная истинная высота полета 3 000 м. Поправка на рельеф +200 м. Следовательно, над аэродромом следует набрать высоту 3 200 м, т. е. $3\ 000 + (+200) = 3\ 200\ м.$

Наконец, может быть случай, когда даже при неизменном рельефе давление у земли будет другим, нежели в пункте вылета.

Если давление у земли в том пункте, для которого определяется истинная высота полета, известно, то в этом случае вместо поправки на рельеф вводится поправка на изменение давления у земли, а именно: на каждый миллиметр изменения давления вводится поправка в 10 м высоты со знаком +, если новое давление у земли стало больше прежнего, и со знаком — в обратном случае.

Правило. «Давление у земли стало меньше, — высота меньше».

Пример. Относительная высота 2 000 м при давлении у земли в пункте вылета 740 мм и давлении 760 мм в пункте, где производится расчет.

Решение. $2\ 000 + (760 - 740) \cdot 10 = 2\ 200\ м.$

В современных высотомерах, имеющих шкалу давления, эта поправка учитывается автоматически путем простой установки нуля шкалы высоты против нового значения давления у земли.

§ 22. Определение истинной высоты полета визиром

Высота полета обыкновенно измеряется высотомером, но может быть определена так называемым *кинематическим способом*. Этот способ заключается в том, что, визируя земной предмет, лежащий на пути самолета, штурман отсчитывает по секундомеру время пробега земным предметом определенного вертикального угла, например 45° . Техника измерения та же, что при определении путевой скорости по вертикальному углу и высоте полета. Чтобы рассчитать высоту полета, необходимо также знать путевую скорость самолета. Путевая скорость может быть найдена посредством измерения времени пролета измеренного по карте расстояния или с помощью ветрочета.

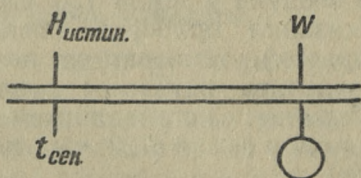


Рис. 25. Определение высоты по путевой скорости

Определение высоты производится счетной линейкой.

Пример. Путевая скорость самолета, измеренная по времени пролета известного по карте расстояния, равна 350 км/час . Время пробега визирной точкой вертикального угла в 45° равно 30 сек. Определить истинную высоту полета.

Решение. Устанавливаем круглый индекс линейки против деления 350 на шкале «Путевая скорость», после чего против деления шкалы «Время» 30 сек. на шкале «Пройденное расстояние» прочитываем истинную высоту полета, которая равна 1920 м (рис. 25).

Данный пример показывает расчет высоты для случая, когда визирный угол равен 45° . Если вертикальный угол иной, то расчет несколько усложняется; выгоднее брать этот угол именно в 45° .

§ 23. Определение высоты по времени падения навигационной бомбы

Высота полета по времени падения навигационной бомбы определяется путем пуска секундомера при сбрасывании

и остановкой его в момент падения бомбы на землю или на воду. Затем по графику «Время падения бомбы» данного типа с разных высот находится высота полета.

§ 24. Определение истинной воздушной скорости

Истинную воздушную скорость определяют с помощью навигационной счетной линейки. Для этого необходимо знать давление воздуха у земли, высоту полета (по высотомеру, — исправленную на инструментальную поправку), температуру воздуха на высоте и показание указателя скорости (исправленное на инструментальную поправку).

Пример. Отсчет по указателю скорости 350 км/час, давление воздуха у земли 720 мм, показание высотомера 2 000 м (показания приборов взяты с учетом инструментальных поправок), температура воздуха на высоте полета -10° . Определить истинную воздушную скорость.

Решение. Устанавливаем 0 шкалы высот на давление воздуха у земли (720 мм), визирку устанавливаем на высоту 2 000 м.

После этого совмещаем с визиркой температуру на высоте (-10°). Затем против показания указателя скорости (на шкале «Скорость по прибору») читаем искомую истинную скорость (рис. 26) (на шкале «Истинная скорость») — 388 км/час.

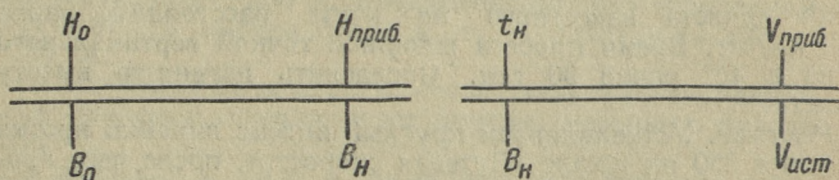


Рис. 26. Определение воздушной скорости по аэронавигационной линейке НЛ

В тех случаях, когда воздушная скорость самолета должна иметь определенную заданную величину, приходится вычислять показания указателя скорости. Например, если заданная истинная воздушная скорость равна 440 км/час, а высота полета 2 000 м, то для сохранения в полете заданной скорости прибор должен показывать скорость, значительно меньшую.

Какую именно скорость нужно держать по прибору, можно определить с помощью счетной линейки на основа-

нии заданной скорости, давления у земли, высоты и температуры воздуха на высоте полета.

Пример. Самолет должен идти с воздушной скоростью, равной 380 км/час, на высоте 3 000 м. Давление воздуха у земли 760 мм. Температура воздуха на высоте $+5^{\circ}$. Определить скорость по прибору.

Решение. Совмещаем на линейке 0 высоты с давлением у земли. Устанавливаем на высоту визирку. Совмещаем с визиркой температуру на высоте, после чего против истинной скорости читаем скорость по прибору: 323 км/час. Далее, с помощью графика поправок находим требуемое показание указателя скорости.

§ 25. Определение курса самолета

Один отсчет, произведенный по компасу, не дает возможности определить точный курс самолета. Даже при высокой тренировке летчика курс самолета подвержен постоянным колебаниям. Эти колебания складываются из мелких и частых рысканий на курсе и более крупных и редких уходов и приведений самолета на курс пилотом.

Поэтому, чтобы определить точный курс, что особенно важно во всяком дальнем полете без видимости земных ориентиров, штурман должен систематически наблюдать колебания курса и выводить средний курс самолета.

Весьма важно определять средний курс также в слепом полете и в плохих метеорологических условиях, когда отклонения от взятого курса могут быть весьма велики.

Определение среднего курса производят путем отсчетов показания компаса через определенные промежутки времени. Например, можно произвести несколько серий отсчетов с интервалами между сериями в 1 мин. После этого выводят среднее из каждой группы и среднее из всех групп отсчетов. Полученный средний курс записывают в бортовой журнал.

§ 26. Влияние ветра на полет самолета

Воздушная среда (атмосфера) никогда не находится в состоянии покоя. В ней постоянно происходят передвижения масс воздуха в горизонтальном и вертикальном направлении. Горизонтальные передвижения воздуха называются *воздушными течениями* (ветром), а вертикальные — *восходящими и нисходящими токами*. Возникновение воздушных

течений объясняется разницей в давлении воздуха в различных пунктах земного шара. Вертикальные движения в атмосфере возникают вследствие неровностей земной поверхности и различия в тепловом состоянии соседних масс воздуха.

Скорость движения воздушных масс называется скоростью ветра U и обычно выражается в километрах в час. Направление движения воздушных масс называется направлением ветра δ и измеряется в градусах, причем указывается точка горизонта, куда дует ветер. Метеорологические станции дают обратное направление: *откуда* дует ветер. На средних высотах полета скорость ветра в среднем составляет 30—40 км/час. При прохождении циклонов скорость ветра достигает 70—100 км/час. Скорость и направление ветра изменяются с течением времени и переменной места. На высоте полета скорость и направление ветра сохраняются приблизительно в течение 1—2 час. Скорость и направление ветра у земли и на высоте большей частью бывают неодинаковы. Как правило, с высотой наблюдаются усиление скорости ветра и изменение направления. Увеличение скорости ветра с высотой в среднем составляет 4 км/час на каждую тысячу метров. На высоте 2 000 м скорость ветра в среднем вдвое больше скорости у земли. Вертикальные движения в атмосфере возникают большей частью в теплое время года и суток, т. е. летом и днем. Влияние их на полет самолета сказывается в «болтанке» (качке самолета), затрудняющей сохранение режима полета. На больших высотах «болтанка» обычно отсутствует. Влияние воздушных течений на полет самолета заключается в изменении скорости и направления движения самолета.

Если самолет перемещается в неподвижном воздухе (т. е. при безветрии), то направление его оси точно совпадает с направлением его движения относительно земной поверхности, а воздушная скорость равна путевой скорости. При безветрии, для того чтобы совершить полет из одного пункта в другой, достаточно направить ось самолета на этот пункт и точно придерживать взятого курса.

Кроме того, при безветрии легко определить время прибытия в другой пункт, зная режим воздушной скорости и расстояние между пунктами.

Совершенно иное происходит при наличии ветра. При ветре направление оси самолета (курс самолета), вообще говоря, не совпадает с направлением движения самолета относительно земной поверхности, а скорость перемещения

относительно земной поверхности не равна его воздушной скорости.

Летающий самолет имеет, во-первых, воздушную скорость, заставляющую самолет перемещаться по направлению его оси, и, во-вторых, скорость воздушного течения, увлекающую его от этого направления. В результате сложения этих движений самолет перемещается по диагонали параллелограмма, построенного на скоростях самолета и ветра (рис. 27). Величина этой диагонали будет *путевой скоростью самолета* (обозначается буквой W), а направление ее — линией пути самолета относительно земной поверхности. Угол между меридианом и линией пути называется *фактическим путевым углом самолета* β . Фактический путевой угол измеряется в градусах и отсчитывается от меридиана по часовой стрелке до линии пути. Угол, заключенный между осью самолета и линией пути, называется *углом сноса* φ . Он измеряется в градусах от оси самолета до линии пути и представляет собою разность фактического путевого угла и курса. Легко сообразить, что в зависимости от направления ветра (относительно оси самолета) диагональ параллелограмма может быть направлена вправо или влево от оси самолета, т. е. снос может быть правый или левый. В первом случае угол сноса обозначают знаком $+$ (снос вправо), во втором знаком $-$ (снос влево). Величина угла сноса зависит от отношения скорости ветра и воздушной скорости самолета и *угла ветра*. Углом ветра ϵ называется угол между линией пути самолета и направлением ветра.

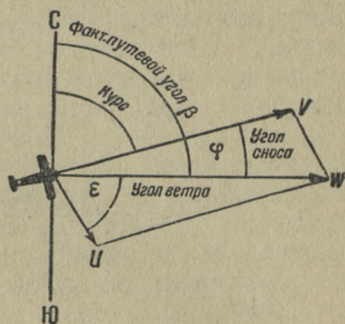


Рис. 27. Параллелограм скоростей

Чем больше скорость ветра и меньше воздушная скорость самолета, тем величина угла сноса при одном и том же ветре больше, и наоборот. Таким образом, при одном и том же ветре более быстроходный самолет будет иметь меньший угол сноса, чем самолет с меньшей воздушной скоростью. Величина путевого скорости зависит от воздушной скорости самолета, скорости ветра и угла ветра.

Чем больше скорость ветра и меньше воздушная скорость самолета, тем величина угла сноса при одном и том же ветре больше, и наоборот. Таким образом, при одном и том же ветре более быстроходный самолет будет иметь меньший угол сноса, чем самолет с меньшей воздушной скоростью. Величина путевого скорости зависит от воздушной скорости самолета, скорости ветра и угла ветра.

Чем больше воздушная скорость самолета и чем меньше угол ветра, тем путевая скорость больше, и наоборот. Из-

менение величины угла сноса и путевой скорости в зависимости от величины угла ветра показано на рис. 28.

Угол сноса и путевая скорость измеряются в полете с помощью визирных приборов и другими способами (например, по пройденному пути). Визирные приборы, применяе-

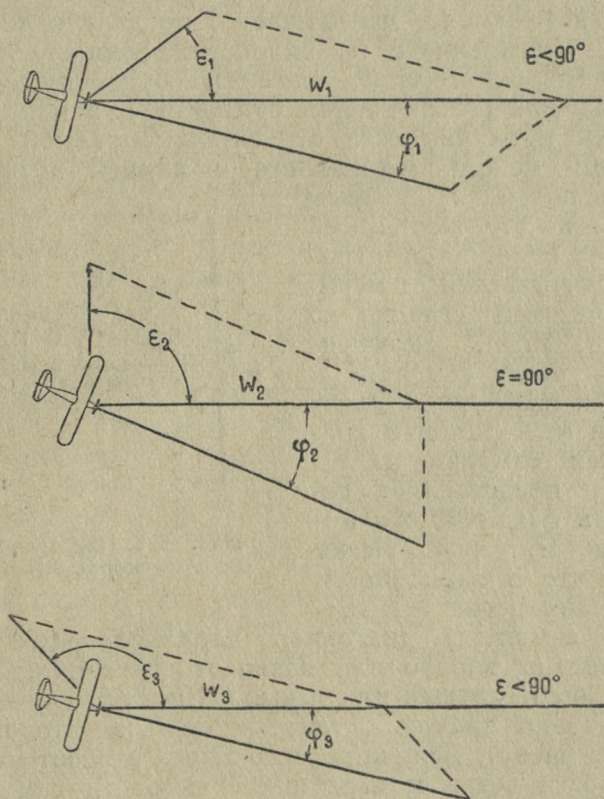


Рис. 28. Изменение величины угла сноса и путевой скорости в зависимости от угла ветра

мые для определения сноса и путевой скорости, называются *навигационными визирами*.

Чтобы совершить полет по заданному маршруту, необходимо учитывать влияние ветра и направлять самолет так, чтобы его фактический путевой угол совпадал с заданным путевым углом. Учесть влияние ветра можно в том случае, если известны его скорость и направление. Сведения о ско-

рости и направлении ветра на разных высотах можно получить из шаро-пилотных наблюдений, производимых аэрометеорологическими станциями. Однако эти данные редко могут служить достаточным основанием для расчета курса самолета, так как ветер меняет скорость и направление в связи с переменной места и течением времени. Наконец, длина маршрута может быть такова, что в пути встретятся ветры весьма различных скоростей и направлений. В силу этих причин необходимо определять и учитывать ветер в самом полете.

Определение ветра в полете является одной из основных задач воздушной навигации. Принцип определения ветра заключается в решении *треугольника скоростей*, основными элементами которого являются курс самолета, воздушная скорость, угол сноса и путевая скорость. Зная величину этих четырех элементов, можно всегда определить и последние два элемента: скорость и направление ветра. Треугольник скоростей может быть решен математическим способом или посредством графического построения. На самолете оба эти способа решения треугольника безусловно непригодны. Поэтому для решения треугольника скоростей применяются приборы — *ветрочеты*. Принцип их устройства заключается в механическом решении треугольника скоростей, что значительно упрощает и ускоряет работу в полете.

§ 27. Визирные точки

Измерение угла сноса и путевой скорости в полете основано на наблюдении земных визирных точек. Визирными точками называются различные мелкие объекты на земной поверхности (отдельные деревья, дома, кусты, пруды, пятна и т. д.). При нормальных условиях, днем, на земной поверхности вообще визирных точек много. Зимой хорошими визирными точками являются отдельные деревья, резко выделяющиеся на снегу. При полете на больших высотах количество визирных точек на земной поверхности уменьшается, так как мелкие земные объекты видны плохо.

На море при сильной волне появляются барашки и пятна пены. Однако они быстро скрываются, и визировать их затруднительно. Поэтому на море для образования визирных точек применяют навигационные бомбы: дымовые или дающие пятна на поверхности воды. Ночью над сушей количество визирных точек сокращается, особенно во вто-

рой половине ночи, когда световых точек очень мало. В ночных полетах над морем для образования визирных точек сбрасывают специальные навигационные бомбы, образующие огонь на поверхности воды (бомбы-поплавки).

§ 28. Измерение угла сноса в полете

Измерение угла сноса в полете является важнейшей задачей в аэронавигации. Зная угол сноса, можно определить направление движения самолета относительно земной поверхности (фактический путевой угол самолета), ветер, курс следования и путевую скорость. От точности измерения угла сноса зависит и точность самолетовождения.

Принцип измерения угла сноса в полете заключается в определении угла между осью самолета и направлением видимого перемещения земных предметов. Для этой цели параллельно движению земных предметов, проходящих под самолетом, устанавливают подвижную горизонтальную нить визирного прибора. Простой в сущности метод, он на практике встречает целый ряд затруднений. Основной причиной трудности определения угла сноса в полете является «рысканье» самолета на курсе. При малых углах сноса ошибка в измерении благодаря «рысканью» бывает особенно велика. Поэтому для получения наиболее достоверных данных измерение угла сноса всегда производят несколько раз и берут среднее из полученных отсчетов. Другой трудностью измерения угла сноса является отсутствие иногда хороших визирных точек на местности. Достижимая точность измерения угла сноса в полете составляет $\pm 2^\circ$. Лучшие результаты получаются при работе с оптическими визирами. При всех измерениях угла сноса необходимо записывать курс самолета в момент измерения.

Измерение угла сноса визиром НВ-5 может быть произведено тремя способами: 1) по способу бега земной поверхности, 2) по способу бега отдельного предмета и 3) по способу обратного визирования. Каждый из этих способов имеет свои преимущества и недостатки. Наиболее предпочтительным является способ *обратного визирования*.

Штурман, желая определить угол сноса и прикинув на глаз направление сноса, вставляет прибор в гнездо соответствующего борта.

Если снос правый, то прибор устанавливают с левого борта, а если левый, то с правого борта самолета. Рамка прибора в обоих случаях направляется к хвосту самолета.

Направление сноса на-глаз определяют следующим образом: если предметы земной поверхности выходят из-под правого борта, визир надо установить на правый борт; если из-под левого, визир надо установить на левый борт.

После установки и закрепления визира на борту штурманом подается команда «промер». Это значит, что во время определения угла сноса летчик должен особо тщательно выдерживать режим и курс самолета.

При способе бега земной поверхности штурман следит за движением земных предметов, проходящих под самолетом, и поворачивает рамку прибора так, чтобы нить шла по направлению видимого движения земной поверхности; после этого он запирает зажим и отсчитывает показания на шкале сносов, одновременно отсчитывая показание компаса. Описанный способ измерения сноса применим главным образом в полете на малых высотах и при отсутствии хорошо заметных для визирования объектов. На больших высотах (3 000—4 000 м) этот способ неприменим вследствие чрезвычайно малой скорости видимого перемещения земной поверхности.

Способ бега отдельного предмета заключается в том, что штурман устанавливает рамку визира по направлению бега какого-либо отчетливо видимого земного объекта так, чтобы этот предмет бежал вдоль нити рамки. Отсчет производится, как обычно, по шкале. Этот способ дает несколько лучшие результаты по сравнению со способом бега земли. Однако для достижения хороших результатов необходимо измерение сноса делать несколько раз подряд (не менее 3 раз) и брать среднее из полученных отсчетов. Способ бега отдельного предмета применяется при полете на малых и средних высотах. На малых высотах для определения угла сноса приходится визировать под некоторым углом от вертикали, так как бег земных предметов при визировании вниз слишком быстрый.

Способ *обратного визирования* заключается в следующем. Штурман смотрит в визир по вертикали вниз и ждет, когда появится хорошо заметный земной объект (визирная точка). Выждав, когда визирная точка уйдет от самолета на некоторое расстояние и будет видна под углом градусов в 45 (от вертикали), штурман быстро наводит на нее рамку визира и производит на шкале отсчет угла сноса, одновременно отсчитывая показание компаса. Наводить рамку на визируемый объект следует, смотря через прорезь и нить рамки. Для получения достаточно точных результатов необходимо измерение сноса проделать несколько раз и взять среднее

из записанных отсчетов. Применяя способ обратного визирования, следует брать только те визирные точки, которые точно прошли под самолетом (рис. 29). Если визировать точки, прошедшие в стороне от самолета, то такое измерение, конечно, будет неправильным. Способ обратного визирования особенно рекомендуется для полета на средних и больших высотах, так как дает хорошие результаты. Применение этого

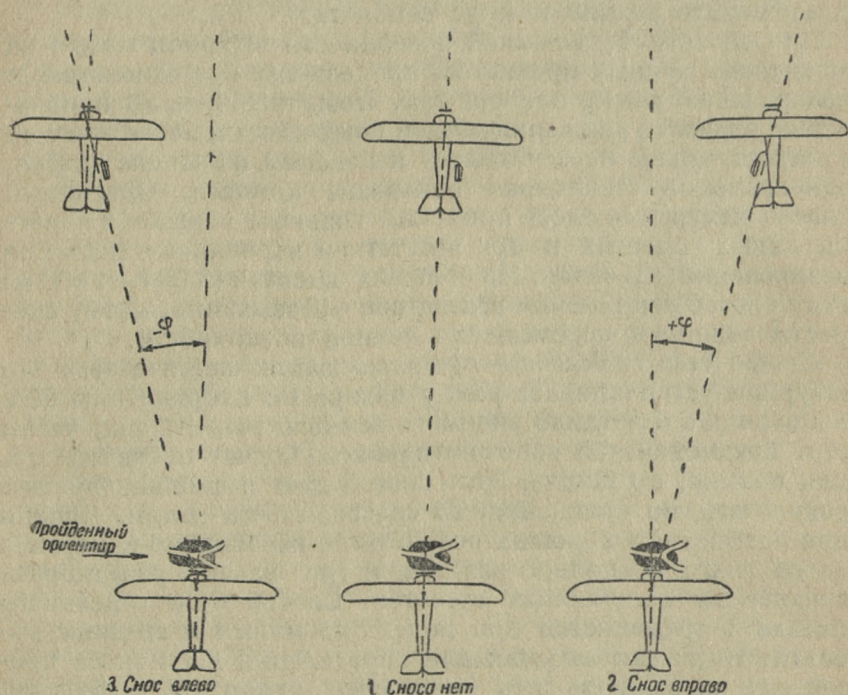


Рис. 29. Обратное визирование

способа бывает невозможно, если на местности отсутствуют достаточно заметные объекты для визирования.

Измерение сноса визиром ОПБ-1 по бегу земных предметов производится следующим образом.

Штурман устанавливает трубу в пятке так, чтобы обзор был в хвост (визир поворачивается на 180°). Затем устанавливает призму визира на вертикальное визирование (0°) и, вращая окуляр трубы, добивается резкости изображения земной поверхности. После этого, визируя в трубу, устанавливает диаметрально нить визира по направлению види-

мого перемещения земной поверхности. Угол сноса отсчитывает по шкале пятки. Данный способ применим в полетах на малых и средних высотах; на больших высотах он дает плохие результаты.

Измерение сноса по бегу отдельного предмета производится так; штурман, установив призму визира на вертикальное визирование, смотрит в трубу и замечает какой-либо объект, попавший в пузырек уровня. Затем этот объект отпускается на некоторое расстояние, но штурман должен продолжать следить за ним через трубу, чтобы не потерять его. Когда визируемый объект удалится градусов на 45 от вертикали, он поворачивает трубу в пятку и вращает призму так, чтобы объект совместился с пузырьком уровня, после чего отсчитывает угол сноса на шкале пятки (рис. 30). Для получения точных результатов промер угла сноса делается несколько раз и берется среднее из отсчетов. Способ обратного визирования дает хорошие результаты в измерении угла сноса как на больших, так и на средних и малых высотах. При определении сноса на малых высотах визируемый объект сперва наблюдается по борту, затем отпускается в хвост, после этого наблюдается в трубу и совмещается с пузырьком уровня.

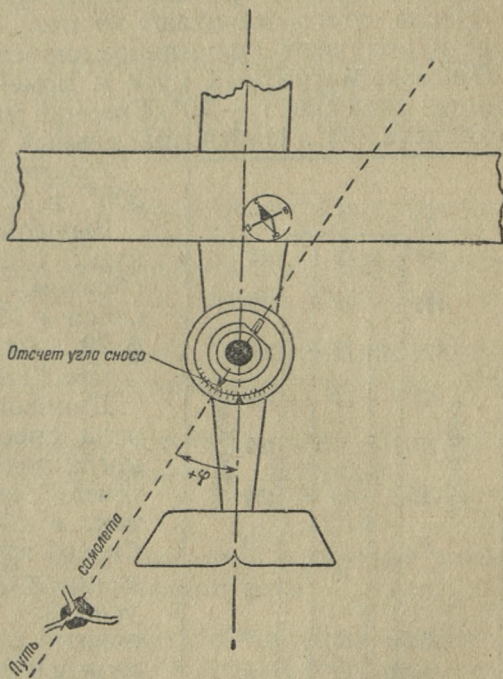


Рис. 30. Измерение угла сноса визиром ОПВ-1

При определении сноса на малых высотах визируемый объект сперва наблюдается по борту, затем отпускается в хвост, после этого наблюдается в трубу и совмещается с пузырьком уровня.

При ночных полетах измерение угла сноса оптическим визиром можно производить лишь по светящимся визирным точкам.

Измерить ночью угол сноса по неосвещенным объектам можно при помощи бортовых визиров.

При всех измерениях угла сноса обязательно одновременно отсчитывается курс самолета по компасу.

При ограниченном количестве визирных точек угол сноса определяют по фактическому путевому углу и среднему курсу самолета. Способ состоит в том, что после выбора визирной точки под самолетом определяют средний курс самолета, а когда визирная точка уйдет достаточно далеко, наводят на нее нить визира, одновременно отсчитывая показание компаса. Затем складывают магнитный курс с углом сноса и получают фактический путевой угол.

После этого вычитают из полученного ФМПУ средний курс и получают правильное значение угла сноса.

Пример. Магнитный курс в момент промера 300° , измеренный угол сноса $+10^\circ$. Средний магнитный курс до момента отсчета 295° . Найти правильный угол сноса.

Решение. Находим ФМПУ:
 $300^\circ + 10^\circ = 310^\circ$.

Вычитаем из ФМПУ средний курс: $310^\circ - 295^\circ = +15^\circ$. Таким образом, действительный угол сноса $+15^\circ$.

§ 29. Определение угла сноса по боковой визирной точке

Данный способ определения угла сноса удобен в тех случаях, когда под самолетом нет визирных точек, например в ночных полетах, в облачную погоду и т. д. Способ заключается в следующем: визир устанавливают на курсовой угол 45° , если визирование производят с правого борта, и на курсовой угол 315° , если — с левого.

В момент прихода визирной точки на нить визира пускают секундомер. В момент визирования этой же точки под курсовым углом 90° (с правого борта) или 270° (с левого борта) замечают показание секундомера. Через такой же промежуток времени отсчитывают третий курсовой угол той же точки. С полученным третьим курсовым углом входят в график (рис. 31) и против него прочитывают угол сноса. Знак угла сноса указан на графике.

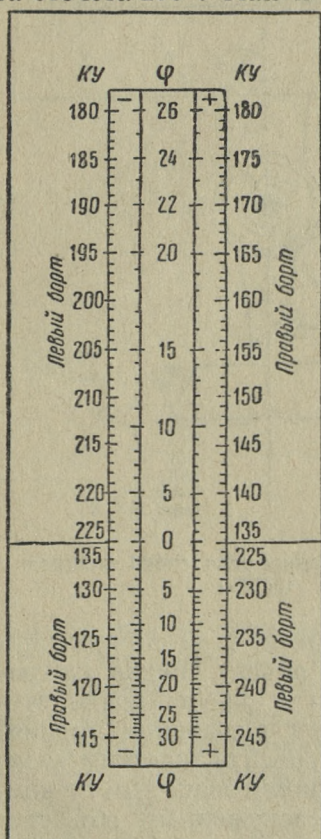


Рис. 31. График для определения углов сноса по боковой визирной точке

Пример. Третий курсовой угол 140° . Найти по графику угол сноса.

Решение. Угол сноса $+5^\circ$.

Во время всего пеленгования летчик должен строго выдерживать курс и скорость.

§ 30. Определение угла сноса визированием вперед под углом 45°

Визир разворачивается в пятке подвижной призмой вперед (обзор вперед возможен на 75° от вертикали).

При положении визира в пятке на нуле забросить луч зрения (петельку) вперед на 45° и заметить в пузырьке уровня какую-либо визирную точку.

Удерживая визирную точку в передней части поля зрения, медленным поворотом трубы (отжимая ногой тормоз) и поворотом барабана углов визирования установить прицел на курсовой угол $90-270^\circ$, а луч зрения (петельку) поставить на 0° .

Заметить деление дополнительных вертикальных углов курсовой черты, которое пересечет визирная точка. Этот угол и будет углом сноса.

При прохождении визируемой точки справа от курсовой черты визира снос будет левый, и наоборот.

§ 31. Определение угла сноса по двум курсовым углам при равном вертикальном угле

Под курсовыми углами, близкими к 45° (с правого борта) или 315° (с левого борта), измерить первый курсовой угол $KУ_1$ визирной точки под любым вертикальным углом.

Поворотом одной лишь трубы визира (ногой отжимается тормоз) удерживать визирную точку в передней части поля зрения.

В момент, когда точка снова попадет в пузырек уровня, вращение визира прекратить и, заметив показание компаса, отсчитать второй курсовой угол $KУ_2$.

Угол сноса рассчитывается по формулам:

С левого борта

$$УС = \frac{KУ_1 + KУ_2}{2} - 270^\circ;$$

С правого борта

$$УС = \frac{KУ_1 + KУ_2}{2} - 90^\circ.$$

§ 32. Измерение угла сноса на море по навигационной бомбе

В полете над морем измерение угла сноса производят по сброшенной с самолета навигационной бомбе, визируя пятно, образовавшееся на поверхности воды при падении бомбы (днем), или по образовавшейся светящейся точке (ночью).

Во избежание ошибок от бокового уклонения бомбы визирование следует производить при самом удаленном положении визирной точки.

Кроме того, для учета этой ошибки применяется специальный график, имеющийся в штурманских справочниках.

§ 33. Определение фактического путевого угла

Фактический путевой угол определяется в полете с целью контроля пути; если фактический путевой угол самолета совпадает с заданным путевым углом, то, следовательно, самолет идет в правильном направлении. В противном случае величина расхождения фактического путевого угла с заданным указывает, насколько самолет уклоняется от заданного маршрута.

Фактический путевой угол определяется следующими способами:

- 1) по измеренному углу сноса,
- 2) непосредственным определением по карте и
- 3) по боковому уклонению.

Иногда фактический путевой угол определяют путем пеленгации.

Определение фактического путевого угла по измеренному углу сноса производится по правилу: *фактический путевой угол равен курсу плюс угол сноса.*

Фактический путевой угол может быть истинным, магнитным или компасным, смотря по тому, от какого меридиана он измеряется.

Пример 1. Магнитный курс самолета равен 185° . Угол сноса, измеренный на этом курсе, равен $+12^\circ$. Определить фактический путевой угол.

Решение. $185^\circ + 12^\circ = 197^\circ$.

Пример 2. Магнитный курс самолета равен 317° . Угол сноса на этом курсе равен -8° . Определить фактический путевой угол.

Решение. $317^\circ - 8^\circ = 309^\circ$.

Пример 3. Фактический путевой угол самолета равен 270° . Угол сноса равен $+20^\circ$. Найти курс самолета.

Решение. $270^\circ - 20^\circ = 250^\circ$.

Определение фактического путевого угла по карте производится посредством отметки на карте действительных точек местонахождения самолета.

Отмеченные на карте точки соединяются прямой, после чего транспортиром измеряется фактический путевой угол.

Расстояние между отметками должно быть не менее 10 см , независимо от масштаба карты.

Фактический путевой угол может быть определен по боковому уклонению при пролете контрольного ориентира. Для этого необходимо знать линейное боковое уклонение в километрах и длину пройденного этапа. На основании этих данных определяют счетной линейкой угловое уклонение от линии пути. Прибавляя к заданному путевому углу найденное уклонение, получают фактический путевой угол (боковое уклонение обозначается знаком плюс при проходе правее ориентира и знаком минус при проходе левее его).

§ 34. Измерение путевого скорости

Путевая скорость измеряется в полете следующими способами:

- 1) визиром, по бегу земных предметов,
- 2) по пройденному пути и времени и
- 3) ветрочетом.

Кроме того, существует так называемый синхронный способ измерения путевого скорости, заключающийся в том, что в плоскости визира перемещается вспомогательная визирная точка с равномерной скоростью, установленной летчиком. Летчик может при помощи особого приспособления согласовать движение этой точки с движением визирных точек на земной поверхности и таким образом определить путевую скорость. Принцип синхронизации применяется в некоторых иностранных визирах. Для летчиков, выполняющих полет без штурмана, этот способ представляет известные удобства.

§ 35. Измерение путевого скорости визиром

Принцип измерения путевого скорости визиром основывается на том, что скорость движения земных предметов относительно самолета по своей величине равна скорости

движения самолета относительно земной поверхности.

Путевая скорость определяется визиром посредством измерения времени пробега визирной точкой какого-либо определенного вертикального угла (например, 45°); тогда пройденное самолетом расстояние (база) будет равно высоте полета или определенной ее части.

Обыкновенно для определения путевой скорости берут угол, равный 45° , при котором пройденное самолетом расстояние равно истинной высоте полета (рис. 32). Так как мерная база равна высоте полета, то высота должна быть известна весьма точно.

Таким образом, если определить по секундомеру промежуток времени, в течение которого визируемый земной объект, замеченный по вертикали, пройдет до угла в 45° , то пройденное самолетом расстояние можно определить из прямоугольного треугольника, одним катетом которого будет высота полета, а другим катетом — пройденный самолетом путь за время визирования. Пройденное самолета

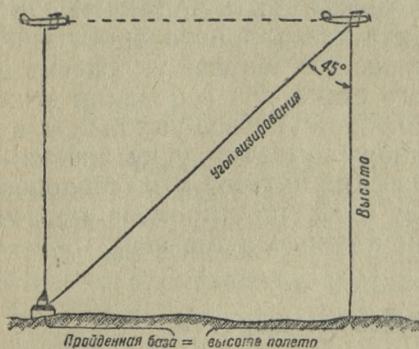


Рис. 32. Измерение путевой скорости в полете с помощью визира

летом расстояние, деленное на время, дает путевую скорость самолета.

Измерение путевой скорости визиром НВ-5 производится следующим порядком. Определяют по высотомеру истинную высоту полета. Затем штурман устанавливает визир с того борта, из-под которого появляются земные предметы, и поворачивает рамку визира в хвост. После этого, сообщив летчику команду «промер», устанавливает рамку приблизительно по бегу земли и, смотря по вертикали вниз, ожидает, когда в створе появится визирная точка (земной объект). Заметив визирную точку по вертикали, штурман пускает секундомер. Продолжая следить за движением визирной точки через верхнюю нить визира, штурман останавливает секундомер в тот момент, когда предмет будет виден под углом 45° . Полученный отсчет времени по секундомеру штурман записывает. Так как при визировании возможны ошибки в отсчетах времени, то промер делают несколько раз и берут среднее из полученных

отсчетов по секундомеру. Расчет путевой скорости штурман производит аэронавигационной счетной линейкой или по формуле $\frac{3600 \cdot H}{t}$, где H — истинная высота в километрах, t — время пролета базы в секундах.

Пример 1. Истинная высота полета 2 300 м. Время прохождения визирной точкой вертикального угла 45° равно 36 сек. Определить путевую скорость.

Решение (по формуле): $\frac{3600 \cdot 2,3}{36} = 230 \text{ км/час.}$

Пример 2. Истинная высота полета 1 800 м. Время прохождения визирной точкой вертикального угла 45° равно 52 сек. Определить путевую скорость.

Решение (линейкой). Установить движок линейки цифровой 52 против деления 180 на шкале «Путевая скорость», после чего против круглого индекса прочесть искомую путевую скорость, равную 125 км/час (рис. 33).

Измерение путевой скорости визиром ОПБ-1 производится следующим порядком. Штурман определяет по показанию высотомера истинную

высоту полета. Устанавливает визир в пятке так, чтобы обзор был в хвост. Призму устанавливает на вертикальное визирование (на 0°). Затем сообщает летчику о начале промера. Смотря через визир на землю и повернув диаметрально нить примерно по бегу земли, штурман ожидает появления визирной точки на нити. В момент прохождения визирной точки через центр пузырька пускает в ход секундомер. Не упуская из виду визирную точку, устанавливает внутренний индекс на вертикальный угол 45° . После этого, вращая призму, удерживает визирную точку впереди пузырька (на краю поля зрения). Когда рукоятка попадет на установленную задержку (45°), вращение призмы прекращает и, как только визирная точка попадет в центр пузырька, останавливает секундомер.

Для получения точных результатов промер производят несколько раз и берут среднее из отсчетов.

Определение путевой скорости производится при помощи аэронавигационной счетной линейки.

При измерении путевой скорости данным способом необходимо знать истинную высоту полета. Так как поправки

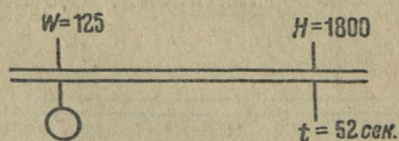


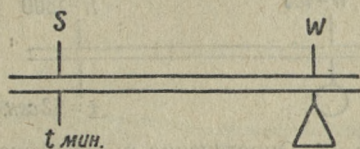
Рис. 33. Определение путевой скорости по аэронавигационной линейке НЛ

высоты на рельеф часто бывают неизвестны, то в определении путевой скорости получают ошибки. Поэтому более надежным следует считать способ определения путевой скорости по пройденному расстоянию и времени.

§ 36. Определение путевой скорости по пройденному расстоянию и времени

Путевую скорость самолета можно определить по времени пролета расстояния между двумя известными по карте ориентирами. Для этого штурман должен отсчитать по часам или по секундомеру время пролета расстояния между двумя какими-либо ориентирами, лежащими на линии пути. Затем он должен измерить по карте расстояние между пройденными ориентирами. Определение путевой скорости может

быть произведено с помощью счетной линейки или по формуле:



$$W = \frac{S}{t},$$

Рис. 34. Определение путевой скорости по пройденному пути и времени

где W — путевая скорость, S — пройденный путь и t — время.

Пример. Расстояние между ориентирами, равное 40 км, пройдено самолетом за 6 мин. Определить путевую скорость.

Решение. Совмещаем отсчет 6 мин. на шкале «Время» с отсчетом 40 км на шкале «Пройденное расстояние», после чего против треугольника (индекса) прочитываем искомую путевую скорость, равную 400 км/час (рис. 34).

Данный способ определения путевой скорости дает весьма хорошие результаты в полетах на средних высотах. Ошибки в определении путевой скорости данным способом в среднем составляют 2%. Точность определения зависит от длины взятого для промера участка пути. На слишком малых и слишком больших дистанциях промеры производить не рекомендуется. Лучшей дистанцией для промера следует считать расстояние в 20—30 км.

Для промера путевой скорости лучше всего брать участки маршрута, ограниченные поперечными линейными ориентирами. Определять путевую скорость этим способом может не только штурман, но и летчик.

§ 37. Расчет пройденного пути и путевого времени

Если известна путевая скорость, то можно легко рассчитать пройденный путь за любой интервал времени. Расчет производят счетной линейкой.

Пример 1. Путевая скорость 390 км/час. Определить пройденный самолетом путь за 19 мин.

Решение. Устанавливаем треугольный индекс линейки против путевой скорости 390 км/час, после чего против 19 мин. читаем пройденный путь: 123 км.

Пример 2. Путевая скорость самолета 350 км/час. Определить пройденный путь за 29 сек.

Решение. Устанавливаем круглый индекс против путевой скорости 350 км/час, после чего против 29 сек. читаем пройденный путь: 2 800 м.

Зная путевую скорость и длину пути, можно рассчитать время, необходимое для пролета этого расстояния (путевое время).

Пример 3. Путевая скорость 320 км/час. Длина пути 480 км. Найти путевое время.

Решение. Устанавливаем треугольный индекс на путевую скорость 320 км/час и против расстояния 480 км читаем путевое время: 1 час 30 мин.

§ 38. Определение ветра в полете

Определение ветра в полете производится штурманом. Летчик может определить ветер только при помощи специального визира или глазомерно. Определение ветра в полете является одной из основных работ штурмана. Ветер определяется для нахождения курса следования, угла сноса и путевой скорости. Для определения ветра существует несколько способов, применение которых обуславливается обстановкой полета. Наиболее надежным способом определения ветра в полете является способ трех углов сноса. Точность определения ветра, достижимая в полете, в среднем составляет 5 км/час по скорости и 10—15° по направлению.

Для определения ветра в полете необходимы визир и ветрочет.

Каждое найденное значение ветра может приниматься в расчет только для той высоты полета, на которой он был определен.

§ 39. Определение ветра по углу сноса и путевой скорости при данных воздушной скорости и курсе

Принцип определения ветра данным способом заключается в решении треугольника скоростей. Это легко уяснить из следующего примера.

Пример. Курс самолета 70° , истинная воздушная скорость 140 км/час , угол сноса $+15^\circ$ и путевая скорость 180 км/час . Определить графическим способом скорость и направление ветра.

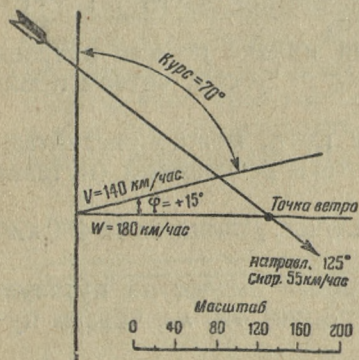


Рис. 35. Графическое определение вектора ветра по углу сноса и путевой скорости

Решение. Построение треугольника производим на листе бумаги в каком-либо масштабе, например, можно взять в 1 см 20 км/час (рис. 35).

Посредине листа проводим меридиан и от поставленной на нем точки по транспортиру строим линию курса самолета. На линии курса откладываем в масштабе воздушную скорость самолета. Затем у той же точки строим угол сноса и линию пути самолета. На линии пути откладываем в масштабе путевую скорость самолета. После этого

через концы полученных отрезков проводим прямую, изображающую собой направление ветра (в нашем примере направление ветра равно 125°).

Определяем скорость ветра, измеряя длину отрезка (масштабом построения), заключенного между воздушной и путевой скоростями (в данном примере скорость ветра будет равна 55 км/час). Этот отрезок, выражающий скорость и направление ветра, называется *вектором ветра*. Точка, где сходятся вектор ветра и вектор путевой скорости, называется *точкой ветра*. Эта точка, как мы увидим дальше, имеет особое значение: нанесенная на круге ветрочета, она своим положением определяет скорость и направление ветра на высоте полета.

Определение ветра по этому способу производится следующим образом. Штурман сообщает летчику о начале промера и указывает ему курс и воздушную скорость. Курс можно указать любой. Когда летчик возьмет заданный режим и курс,

штурман с помощью визира промеряет несколько раз угол сноса и время пролета базы, отсчитывая при этом компасный курс, показания высотомера и указателя скорости. После этого штурман сообщает летчику, что промер окончен, и приступает к вычислению ветра. Переводит компасный курс в магнитный. Определяет с помощью линейки истинную воздушную скорость. Вычисляет истинную высоту полета. Рассчитывает путевую скорость. Получив магнитный курс, истинную воздушную скорость, угол сноса и путевую скорость, берет ветрочет и вычисляет точку ветра.

Порядок решения этой задачи ветрочетом следующий:

1) установить лимб ветрочета на истинную воздушную скорость, 2) установить против курсовой черты магнитный курс, 3) установить линейку ветрочета на измеренный угол сноса, 4) на линейке отыскать деление путевой скорости, определенной во время промера, и против этого деления на лимбе ветрочета отметить точку ветра. Чтобы отсчитать направление и скорость ветра, ставят линейку ветрочета на 0° шкалы сносов и поворачивают лимб так, чтобы точка ветра подошла под рабочий обрез линейки выше центра лимба. Направление ветра отсчитывают против курсовой черты, а скорость — по числу делений линейки между точкой ветра и центром лимба (или по делениям лимба) (рис. 36).

Пример. Промер производился на магнитном курсе, равном 153° . Истинная воздушная скорость при промере была равна 344 км/час , угол сноса равен -11° и путевая скорость — 352 км/час . Определить скорость и направление ветра.

Решение. Устанавливая на ветрочете указанные величины, находим, что скорость ветра равна 60 км/час и направление — 64° .

Результаты промеров и вычисления ветра записывают в бортовой журнал.

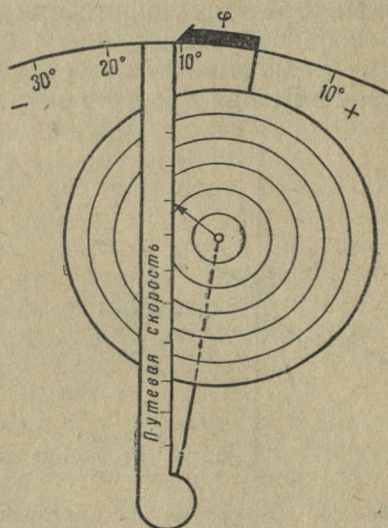


Рис. 36. Нахождение на ветрочете точки ветра по углу сноса и путевой скорости

§ 40. Определение ветра по двум углам сноса на двух данных курсах и воздушной скорости

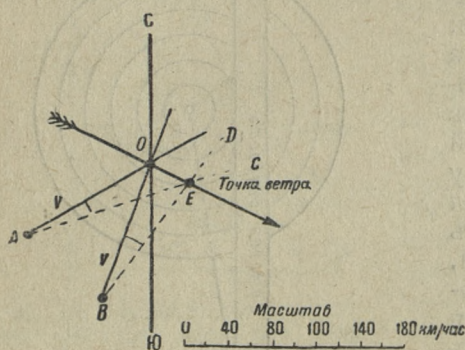
Для того чтобы уяснить сущность этого способа, необходимо ознакомиться с его теоретическим обоснованием. Когда мы определяли ветер по одному углу сноса и путевой скорости, то посредством промера находили необходимые величины элементов навигационного треугольника, а затем решали этот треугольник при помощи ветрочета. При данном способе во время промера определяют величины элементов двух навигационных треугольников и затем решают ветрочетом эти два треугольника. Легко сообразить, что в этих

двух треугольниках будет общая сторона — вектор ветра, а две другие стороны — векторы воздушной скорости — равны между собою.

Принцип решения двух треугольников может быть понятен из графического построения.

Пример. На магнитном курсе, равном 20° , промером найден угол сноса, равный $+5^\circ$; на втором магнитном курсе, равном 60° , угол сноса $+10^\circ$. Воздушная скорость при промерах была равна 340 км/час . Определить скорость и направление ветра.

Рис 37. Графическое определение вектора ветра по двум углам сноса



душная скорость при промерах была равна 340 км/час . Определить скорость и направление ветра.

Решение. На бумаге проводим меридиан и посередине его отмечаем точку O . Затем, пользуясь транспортиром, проводим линию первого курса так, чтобы она шла в точку O (рис. 37; на рисунке показан принцип графического построения). На линии курса от точки O откладываем в выбранном масштабе истинную воздушную скорость и получаем точку A . Из точки A , как из начала вектора воздушной скорости, строим угол сноса, полученный на первом курсе, и проводим AC — первую путевую линию. После этого строим линию второго курса, чтобы она также шла в точку O , на ней откладываем точно так же воздушную скорость (в том же масштабе) и получаем точку B .

Из точки B , как из начала вектора воздушной скорости, строим угол сноса, полученный на втором курсе, и проводим

вторую путевую линию BD . Так как конец вектора ветра должен лежать одновременно на обеих путевых линиях, то полученное пересечение линий AC и BD будет точкой ветра (точка E). Если мы проведем прямую через центр O и через точку ветра, то отрезок OE будет вектором ветра. Измеряя масштабом величину отрезка OE , мы можем узнать скорость ветра (в нашем примере 60 км/час); измеряя направление отрезка относительно меридиана, получаем направление ветра (в нашем примере 175°).

Если бы в задаче был дан третий курс и измеренный на нем угол сноса, то третья путевая линия точно так же прошла бы через точку ветра. Вообще, сколько бы курсов ни было взято, все путевые линии должны пересечься в одной точке. При решении данной задачи, кроме ветра, можно узнать и путевые скорости самолета, которые были во время промеров.

Отрезки путевых линий AE и BE являются путевыми скоростями самолета: AE на первом и BE на втором курсе.

Определение ветра по способу двух углов сноса в полете производится следующим порядком. Штурман сообщает летчику о начале промера и указывает ему какой-либо курс. Летчик должен держать заданный курс и сохранять неизменными воздушную скорость и высоту полета.

На данном курсе штурман промеряет угол сноса и записывает в бортовой журнал курс, угол сноса и показание указателя скорости. Затем указывает летчику второй курс, отличающийся от первого на $40\text{--}50^\circ$, и промеряет на нем угол сноса, записывая в бортовой журнал курс и угол сноса. После этого сообщает летчику, что промер окончен, переводит компасные курсы, записанные во время промера, в магнитные, вычисляет истинную воздушную скорость по показанию указателя скорости при промере.

Получив первый магнитный курс, угол сноса на первом курсе, второй магнитный курс, угол сноса на втором курсе и истинную воздушную скорость, штурман приступает к решению задачи ветрочетом.

Порядок решения этой задачи ветрочетом следующий: 1) установить лимб ветрочета на истинную воздушную скорость, 2) установить против курсовой черты первый магнитный курс самолета, 3) поставить линейку на угол сноса при первом курсе и по обрезу ее провести на лимбе первую путевую линию, 4) повернуть лимб ветрочета и установить против курсовой черты второй магнитный курс и 5) поставить линейку на угол сноса при втором курсе и

по обрезу ее провести на лимбе вторую путевую линию. Пересечение путевых линий дает точку ветра. Скорость и направление ветра отсчитываются обычным порядком. Направление ветра будет магнитным (рис. 38).

Пример. Промер производился по способу двух углов сноса. На первом магнитном курсе, равном 318° , измерен угол сноса, равный $+8^\circ$; на втором магнитном курсе, равном 280° , угол сноса $+10^\circ$. Истинная воздушная скорость при промерах была равна 330 км/час . Определить скорость и направление ветра.

Решение. Устанавливая указанные величины на ветрочете и проводя обе путевые линии, находим, что скорость ветра равна 55 км/час , а направление 23° .

Результаты промеров и вычисления ветра записывают в бортовой журнал.

При решении задачи на определение ветра по двум углам сноса можно найти путевые скорости самолета на первом и втором курсах.

Для того чтобы узнать путевую скорость на первом курсе, лимб ветрочета устанавливают на первый курс, а линейку — на угол

сноса на этом курсе, после чего на линейке, против точки ветра, отсчитывают путевую скорость. Для определения путевой скорости на втором курсе на ветрочете устанавливают второй курс и угол сноса и против точки ветра отсчитывают путевую скорость.

Способ определения ветра по двум углам сноса считается наиболее точным по сравнению с другими двумя способами. Он не зависит от высоты полета, которая, как известно, в некоторых случаях не может быть определена точно. Для получения хороших результатов важно, чтобы во время промеров строго сохранялись режим и курс полета.

В этом способе все зависит от точности измерения углов сноса, поэтому предпочтительнее работать с визиром ОПБ-1.

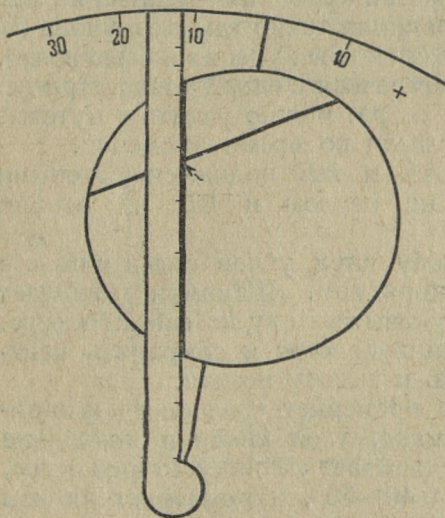


Рис. 38. Нахождение на ветрочете точки ветра по двум углам сноса

Вероятная ошибка в определении ветра по способу двух углов сноса в среднем составляет 5 км/час по скорости и 10° по направлению.

Что касается недостатков этого способа, то основной недостаток его заключается в ломке курса. Если брать при промерах курсы, мало отличающиеся друг от друга, то пересечение путевых линий на лимбе ветрочета получается под слишком острыми углами, так что положение точки отмечается неточно. Поэтому при промерах берут разницу между курсами не менее 40° и не более 120° . В условиях маршрутного полета иногда такое изменение курса нежелательно, что заставляет прибегать к другому способу определения ветра, например по углу сноса и путевой скорости, или брать второй курс в сторону, обратную сносу, чтобы самолет не слишком уклонился от заданной линии пути. Для ускорения работы по определению ветра этим способом иногда на ветрочете устанавливают не истинную воздушную скорость, а любую воздушную скорость (например, отсчет по указателю скорости). Полученная при расчете точка ветра в этом случае будет называться *относительной точкой ветра*. Она правильно указывает направление ветра, скорость же ветра получается относительно установленной на ветрочете воздушной скорости. Относительная точка ветра служит для расчета курса следования. Расчет путевой скорости по относительной точке делать нельзя. Чтобы перейти от относительной точки к истинной, вычисляют истинную воздушную скорость и устанавливают ее на ветрочете. Затем прочерчивают радиус направления ветра через центр лимба и относительную точку. Лимб ветрочета устанавливают на курс самолета, а линейку — на угол сноса на этом курсе. После этого по обрезу линейки проводят путевую линию. Точка пересечения путевой линии с радиусом направления ветра будет истинной точкой ветра.

Пример. При определении ветра по двум углам сноса на ветрочете получена относительная точка ветра с направлением 307° . Магнитный курс самолета 160° , угол сноса $+5^\circ$, истинная воздушная скорость 330 км/час. Определить истинную точку ветра.

Решение. Отмечаем на ветрочете относительную точку ветра и проводим радиус направления ветра. Устанавливаем на ветрочете истинную воздушную скорость, магнитный курс и угол сноса, проводим путевую линию и получаем истинную точку ветра: скорость ветра 45 км/час, направление 307° .

§ 41. Определение ветра по двум путевым скоростям, измеренным на двух курсах

Принцип определения ветра этим способом точно так же основывается на решении двух треугольников скоростей. Это можно объяснить примером с графическим построением.

Пример. На магнитном курсе, равном 82° , измерена путевая скорость, равная 360 км/час ; на втором магнитном курсе, равном 52° , путевая скорость — 340 км/час . Истинная воздушная скорость при промерах была равна 330 км/час . Найти скорость и направление ветра.

Решение. Строим меридиан и на нем отмечаем точку O (рис. 39). Проводим линию первого курса так, чтобы она

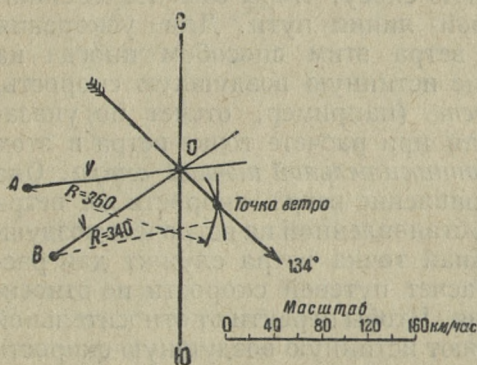


Рис. 39. Графическое определение вектора ветра по двум путевым скоростям

и получаем точку B . Из точки B радиусом, равным путевой скорости на втором курсе, проводим вторую дугу окружности. Пересечение дуг дает искомую точку ветра. В нашем примере скорость ветра будет равна 45 км/час , а направление 134° .

Определение ветра в полете по этому способу производится следующим образом. Штурман сообщает летчику о начале промера и указывает ему какой-либо курс. Летчик должен держать заданный курс и сохранять неизменными воздушную скорость и высоту полета. На данном курсе штурман промеряет путевую скорость. Затем дает летчику другой курс, отличающийся от первого не менее чем на 40° и не более чем на 120° , и снова производит промер путевой скорости (новый курс дается в сторону, обратную замеченному сносу). При промерах записывает в бортовой журнал курсы, путе-

шла в точку O . На линии курса откладываем в масштабе воздушную скорость 330 км/час и получаем точку A — начало вектора воздушной скорости. Из точки A , как из центра, проводим дугу окружности радиусом, равным путевой скорости, измеренной на первом курсе.

Затем проводим линию второго курса, откладываем на ней ту же воздушную скорость

вые скорости, воздушную скорость и высоту полета. По окончании промера штурман переводит записанные компасные курсы в магнитные, определяет истинную воздушную скорость и высоту полета, вычисляет обе путевые скорости.

Получив первый магнитный курс, путевую скорость на первом курсе, второй магнитный курс, путевую скорость на втором курсе и истинную воздушную скорость, штурман решает задачу ветрочета. Порядок решения следующий: 1) установить на ветрочете истинную воздушную скорость, 2) установить против курсовой черты первый магнитный курс, 3) отвести линейку в крайнее положение, 4) прижать острие карандаша к обрезу линейки у деления путевой скорости, найденной на первом курсе, и провести на лимбе первую дугу, 5) повернуть лимб и установить против курсовой черты второй магнитный курс и провести вторую дугу. Полученное пересечение дуг на лимбе ветрочета будет точкой ветра. Скорость и направление ветра отсчитываются обычным порядком (рис. 40).

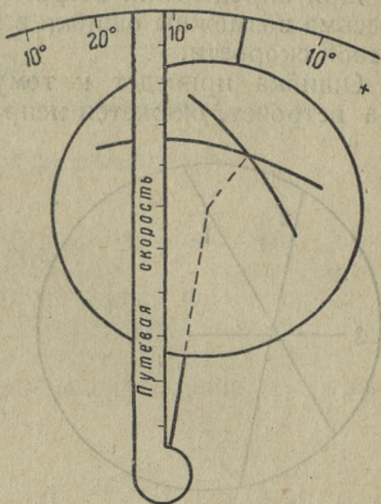


Рис. 40. Нахождение на ветрочете точки ветра по двум путевым скоростям

Пример. Промер производится по способу двух путевых скоростей.

На первом магнитном курсе, равном 47° , измерена путевая скорость, равная 350 км/час . На втором магнитном курсе, равном 359° , путевая скорость — 320 км/час . Воздушная скорость при промерах была равна 330 км/час . Определить скорость и направление ветра.

Решение. Устанавливая на ветрочете указанные величины и проводя обе дуги, находим, что скорость ветра равна 36 км/час и направление ветра — 110° .

Результаты промера и вычисления ветра записывают в бортовой журнал.

Описанный способ не отличается особой точностью, так как требует точного знания высоты полета. Он применяется в тех случаях, когда угол сноса точно определить невозможно, например при сильной «болтанке».

Лучше всего пользоваться этим способом при полете по ломаному маршруту. В этом случае берутся путевые скорости, найденные по времени пролета известных расстояний на различных курсах.

§ 42. Контроль измерения ветра

При определении ветра по одному из описанных способов весьма возможны ошибки в измеренном угле сноса или в путевой скорости.

Ошибка приведет к тому, что точка ветра, нанесенная на ветрочет, окажется неправильной. Поэтому, чтобы иметь

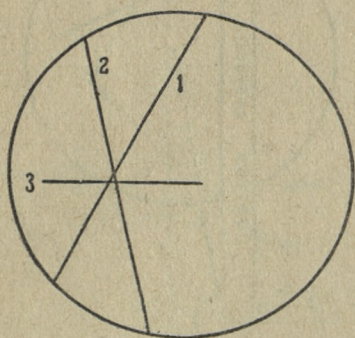


Рис. 41. Определение точки ветра по трем углам сноса

твердую уверенность в правильности найденной точки ветра, необходимо производить проверку точки ветра. Проверка заключается в нанесении на лимб ветрочета дополнительных путевых линий или путевых дуг. Например, при определении ветра по двум углам сноса берут третий курс и измеряют на нем угол сноса. Третью путевую линию точно так же проводят на лимбе ветрочета. Если бы промеры углов сноса были произведены абсолютно точно, то все три путевые линии пересеклись бы в одной точке. Однако случается это очень редко.

Обыкновенно пересечение путевых линий на ветрочете образует треугольник (рис. 41). Центр этого треугольника принимают за истинную точку ветра. Чем меньше величина полученного треугольника, тем точнее определена точка ветра. Считают, что точка ветра определена удовлетворительно, если сторона треугольника не более 1 см (рис. 42).

Если треугольник слишком велик или одна из путевых линий проходит совершенно в стороне от ранее полученной точки ветра, то это указывает на грубую ошибку в промерах углов сноса. В таком случае промер следует произвести заново, тщательно измеряя углы сноса. Если промер производился более чем на трех курсах, то пересечение путевых линий на ветрочете образует многоугольник. В этом случае ве-

роятное положение точки ветра считают в центре полученной фигуры или в месте наиболее густого пересечения путевых линий (рис. 43). Проверку точки ветра, полученной по способу

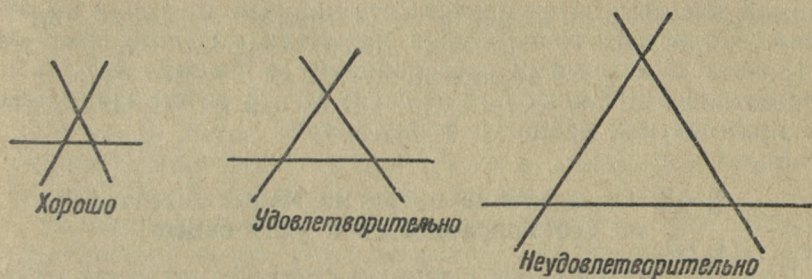


Рис. 42. Оценка точности определения ветра

двух углов сноса, можно произвести и другим способом — посредством проведения на ветрочете одной или нескольких путевых дуг. Для этой цели при промере угла сноса одновременно измеряют путевую скорость. Пересечение двух путевых линий и путевой дуги дает возможность судить о точности произведенного определения ветра. Предыдущий способ про-

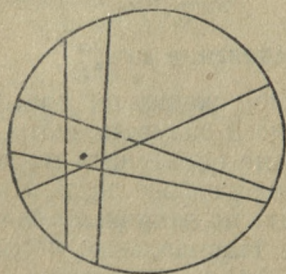


Рис. 43. Вероятная точка ветра — центр многоугольника

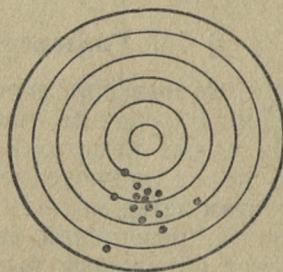


Рис. 44. Рассеивание точек ветра на ветрочете

верки точки ветра, однако, предпочтительнее, так как путевые линии, полученные из углов сноса, надежнее, чем дуги путевых скоростей, полученные на высоте полета. Дуги же путевых скоростей, полученные на основе промера времени прохода известного расстояния, достаточно надежны.

Измеряя ветер в полете, следует помнить, что его направление и скорость подвержены некоторым колебаниям около какого-то среднего направления. Если одновременно послать в воздух несколько самолетов для определения ветра на заданной высоте и затем нанести все полученные точки на ветроочет, то всегда точки будут ложиться на лимб (рис. 44) ветрочета с известным рассеиванием (в среднем 40° по направлению и 20 км/час по скорости). Центр рассеивания можно принять как среднюю точку ветра.

§ 43. Определение ветра на малых высотах по его направлению и углу сноса

Для определения ветра данным способом штурман отсчитывает показание компаса на старте, находит магнитный курс и прибавляет к нему 180° . Затем устанавливает на ветроочете истинную воздушную скорость и из центра лимба ветрочета проводит радиус направления ветра. После взлета берут курс, перпендикулярный направлению ветра, и измеряют на нем угол сноса. Установив на ветроочете магнитный курс при промере, а линейку — на найденный угол сноса, точку ветра получают на пересечении обреза линейки с радиусом направления ветра. Этот способ применяется в полетах на высотах до 100 м .

§ 44. Глазомерное определение ветра

Летчик, не имеющий в своем распоряжении визира, может глазомерно определить направление и скорость ветра в полете. На малых высотах ветер можно определить по дыму и пыли, а также наблюдением за поверхностью воды. На средних высотах ветер можно определить по величине угла сноса при данной воздушной скорости. Направление ветра летчик может определить выходом в плоскость ветра.

§ 45. Нанесение на ветроочет ветра, полученного из шаро-пилотных наблюдений

При совершении полета на короткие дистанции в некоторых случаях возможно пользоваться сведениями о ветре, получаемыми из аэрометеорологических наблюдений. В этих случаях ветер (точка ветра) может быть нанесен на ветроочет до полета. Техника нанесения точки ветра такова: 1) лимб ветрочета установить на какой-либо отсчет воздушной скорости, например

на 340 км/час; 2) установить против курсовой черты направление ветра; 3) установить линейку на 0° шкалы сносов и, пользуясь делениями линейки, отсчитать от центра круга вниз число километров в час, соответствующее данной скорости ветра (метеорологические станции дают направление ветра, *откуда* дует ветер, поэтому, устанавливая против курсовой черты отсчет направления ветра и откладывая скорость ветра от центра вниз, мы тем самым откладываем точку ветра в сторону, *куда* дует ветер); 4) полученную точку отметить крестиком и возле нее приписать высоту, для которой был дан ветер.

Аэрометеорологические станции обычно дают истинное направление ветра, а на ветрочете для решения последующих задач удобнее нанести магнитное направление ветра. Для перехода от истинного направления к магнитному — к истинному направлению придают магнитное склонение с обратным знаком.

§ 46. Определение вектора изменения ветра

Вектором изменения ветра называется отрезок прямой, идущей от точки старого ветра (измеренного в начале пути) к точке нового ветра (измеренного на маршруте).

Вектор изменения ветра определяется ветрочетом.

Пример. На ветрочете имелась точка ветра: направление 123° и скорость 25 км/час.

При контроле пути найдена новая точка: направление 160° и скорость 45 км/час.

Определить вектор изменения ветра.

Решение. Лимб и линейку ветрочета устанавливаем так,

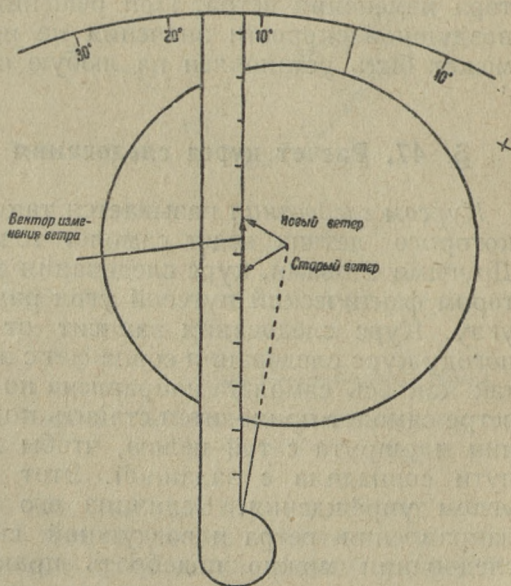


Рис. 45. Определение вектора изменения ветра

чтобы обе точки ветра оказались у обреза линейки и чтобы старая точка ветра была расположена ближе к основанию линейки. Затем обе точки соединяем прямой линией. Полученный отрезок прямой будет искомым вектором изменения ветра. Теперь остается измерить его величину и направление. Величина вектора изменения ветра определяется в километрах в час по делениям линейки ветрочета. В данном случае он равен 32 км/час.

Направление вектора изменения ветра считается от старой точки ветра к новой. Чтобы узнать направление ветра в градусах, необходимо, не сдвигая с места лимб и линейку, произвести отсчеты по курсовой черте и по линейке на шкале сносов. Оба отсчета сложить (со своими знаками). Полученный результат будет искомым направлением вектора изменения ветра. При решении этой задачи величина воздушной скорости значения не имеет, и лимб ветрочета может быть установлен на любую скорость (рис. 45).

§ 47. Расчет курса следования и путевой скорости

Курсом следования называется такой курс, придерживаясь которого летчик ведет самолет точно по заданному пути. Другими словами, курс следования есть такой курс, при котором фактический путевой угол равен заданному путевому углу. Курс следования зависит от ветра. В безветреную погоду курс следования совпадает с заданным путевым углом, так как ось самолета направлена по маршруту. При боковом ветре самолет приходится ставить под некоторым углом к линии маршрута с той целью, чтобы линия его фактического пути совпадала с заданной. Этот угол сноса называется углом упреждения. Величина его зависит от скорости и направления ветра и воздушной скорости самолета. Курс следования можно подобрать практически, на-глаз, устанавливая самолет под некоторым углом к маршруту. В особенности это легко сделать, если полет происходит вдоль линейного ориентира. В остальных случаях глазомерный подбор является отнюдь не легким делом, поэтому курс следования рассчитывают с помощью ветрочета.

Принцип расчета курса следования и путевой скорости заключается в решении навигационного треугольника скоростей. Для решения треугольника необходимо знать: 1) воздушную скорость самолета, 2) заданный путевой угол, 3) скорость и направление ветра.

Искомыми элементами являются курс следования и путевая скорость. Скорость и направление ветра, необходимые для расчета курса следования, как правило, определяются в полете или, как исключение, берутся из аэрометеорологических наблюдений.

Пример. Воздушная скорость самолета равна 340 км/час. Направление ветра 130°, скорость ветра 40 км/час. Заданный путевой угол маршрута 60°. Рассчитать курс следования и путевую скорость для полета по заданному маршруту.

Решение (рис. 46).

Задачу решаем с помощью транспортира, циркуля и линейки. На листе бумаги проводим линию, изображающую меридиан пункта вылета. Посередине меридиана отмечаем точку O . Из этой точки с помощью транспортира откладываем линию заданного пути OA . Через точку O проводим (по транспортиру) стрелку, обозначающую направление ветра, и на ней откладываем в каком-либо масштабе скорость ветра в километрах в час. Скорость ветра откладывается от точки O в

сторону, куда дует ветер. Отложенный отрезок будет вектором ветра, а точка B — точкой ветра. После этого даем ножкам циркуля растворение, равное воздушной скорости (в том же масштабе, что и скорость ветра), и из точки ветра засекаем линию заданного пути.

Полученную точку D соединяем с точкой ветра. Для наглядности построения из точки O проводим линию OE , параллельную линии BD . Угол EOD будет углом сноса. Линия OE будет линией курса самолета. Если установить ось самолета (при данном ветре) в направлении линии OE , то он будет перемещаться по линии заданного пути OA . Угол между меридианом и линией OE будет искомым курсом следования, равным 54°. Чтобы узнать путевую ско-

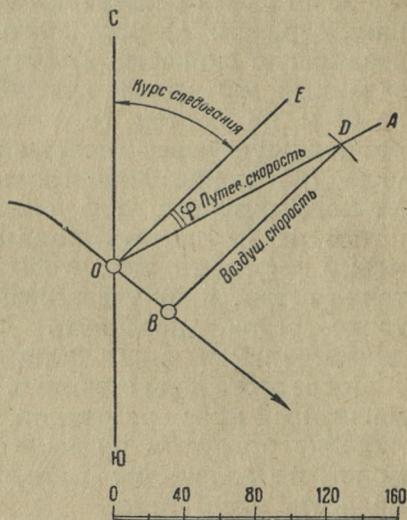


Рис. 46. Графическое определение курса следования

рость самолета на данном курсе следования, измеряем длину отрезка OD в том же масштабе и получаем 352 км/час. Вычисленный таким образом курс называется *курсом следования*.

Если при графическом построении было отложено магнитное направление ветра и магнитное направление линии пути, то в результате получаем магнитный курс следования. Чтобы взять его по компасу, необходимо *перевести в компасный курс следования*.

Расчет курса следования ветрочетом производится следующим образом: 1) установить лимб ветрочета на истинную воздушную скорость; 2) установить против курсовой черты заданный магнитный путевой угол; 3) поставить линейку на 0° и по обрезу ее проложить диаметральною линию, проходящую через отсчет заданного (магнитного) путевого угла (на конце диаметральной линии около отсчета заданного путевого угла следует поставить стрелку, чтобы потом не перепутать концы диаметральной линии); 4) линейку поставить так, чтобы она рабочим обрезом коснулась точки ветра, и 5) удерживая линейку рабочим обрезом на точке ветра, повернуть лимб так, чтобы проведенная диаметральною линия была параллельна обрезу линейки.

После этого надо отсчитать против курсовой черты искомый магнитный курс следования. Затем против точки ветра на линейке отсчитать путевую скорость, с которой пойдет самолет по заданному пути, и, наконец, на шкале сносов прочесть угол сноса.

Результаты расчета записывают в бортовой журнал.

§ 48. Измерение курсовых углов ориентиров в полете

Курсовым углом (КУ) называется угол (рис. 47) между направлением оси самолета и направлением на какой-либо объект (ориентир). Курсовые углы отсчитываются от оси самолета, по часовой стрелке, от 0° до 360° . Измерение курсовых углов производится с помощью навигационных визиров.

Пеленгом называется угол между северным направлением меридиана и направлением на какой-либо объект. Пеленг отсчитывается, так же как и курс, от меридиана, по часовой стрелке, от 0° до 360° . В зависимости от меридиана пеленг может быть истинным, магнитным и компасным. *Пеленг равен курсовому углу плюс курс. Обратный пеленг* — угол между северным направлением меридиана и

направлением от какого-либо объекта на место наблюдателя. Обратный пеленг равен прямому пеленгу плюс 180° .

Измерение курсовых углов ориентиров производится с помощью визира. В момент измерения курсового угла необходимо строго выдерживать заданный курс. Штурман наводит нити визира на ориентир и по шкале отсчитывает курсовой угол, одно-

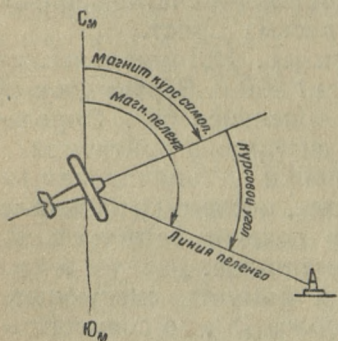


Рис. 47. Курсовой угол и пеленг

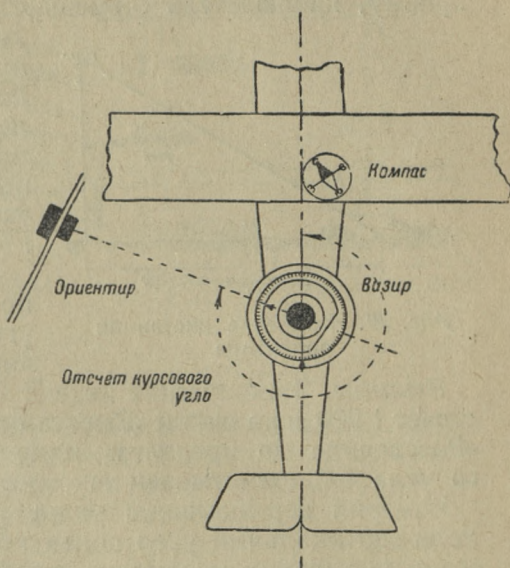


Рис. 48. Измерение курсового угла ориентира

временно замечая показание компаса. При работе с визиром ОПБ-1 отсчет курсового угла производят по пятке визира (рис. 48).

§ 49. Измерение дистанций в полете

Дистанцией называется расстояние на земле от объекта до места, над которым проходит самолет. Измерение дистанций ориентиров производится с целью определения местоположения самолета. Определение дистанции основано на принципе измерения вертикального угла, под которым виден визируемый ориентир с самолета (рис. 49). Расчет дистанции может быть произведен путем решения прямоугольного треугольника, в котором один катет является высотой полета, а другой — искомой дистанцией.

В полете расчет дистанций производится аэронавигационной линейкой.

Измерение дистанций визиром ОПБ-1 производится следующим образом.

Держа трубу в строго вертикальном положении и вращая призму, наблюдатель совмещает визируемый предмет с пузырьком уровня. После этого производит отсчет вертикального угла по внутренней шкале визира, заметив по часам момент промера, и измеряет истинную высоту полета. Расчет дистанции счетной линейкой весьма прост.

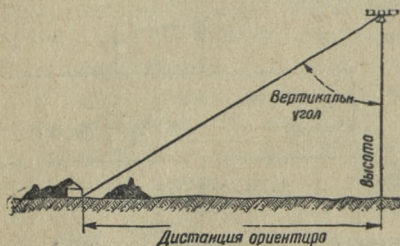


Рис. 49. Измерение дистанции ориентира

Пример. Истинная высота полета 1 900 м. Вертикальный угол ориентира 69° . Определить дистанцию ориентира.

Решение. Ромбический индекс линейки устанавливаем на отсчет 1 900 м на шкале «Высота полета», после чего на шкале «Расстояние до предмета» напротив деления вертикального угла 69° отсчитываем искомую дистанцию, равную 5 км.

Измеряя вертикальные углы, надо помнить следующее. Если вертикальный угол ориентира более 75° , то совместить его с пузырьком уровня не удастся. В этом случае надо навести нить визира на объект и добавок к 75° отсчитать по делениям, имеющимся на диаметральной нити.

Результат измерения дистанции зависит от точности измерения высоты полета (относительно визируемого ориентира) и от точности определения вертикального угла: чем вертикальный угол ближе к 90° , тем меньше точность. Весьма часто практикуется одновременное измерение курсового и вертикального углов ориентира. При этом трубу держат вертикально, диаметральной нить наводят на предмет и, совместив его с пузырьком, производят отсчеты курсового угла на шкале пятки и вертикального угла — по внутренней шкале визира.

Измерение дистанций ориентиров производят также дальномерами.

§ 50. Расчет времени нагона при опоздании

Расчет времени, необходимого для погашения опоздания, производится с помощью счетной линейки.

Пример. Самолет при воздушной скорости 380 км/час опаздывает на 3 мин. Возможно увеличить скорость до 400 км/час. Определить время, необходимое для погашения опоздания.

Решение. Устанавливаем треугольный индекс линейки на воздушную скорость 380 км/час и против времени опоздания находим дистанцию 9 км (рис. 50). После этого устанавливаем треугольный индекс против избытка скорости 20 км/час и против дистанции 9 км читаем время, необходимое для погашения опоздания, — 27 мин.

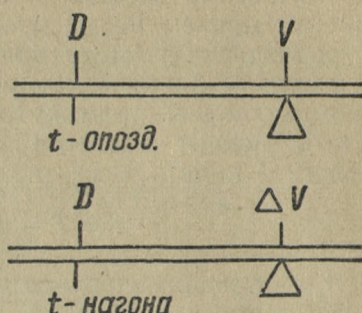


Рис. 50. Расчет времени нагона по аэронавигационной линейке НЛ

§ 51. Прибытие в назначенный срок

Чтобы прибыть в заданный пункт в назначенное время, зная ветер, оставшееся время и расстояние до пункта, нужно найти требуемую путевую скорость (счетной линейкой) и подобрать на ветрочете воздушную скорость.

Расчет производят следующим порядком: 1) проложить диаметр путевого угла; 2) нанести точку ветра; 3) удерживая линейку на точке ветра и сохраняя параллельность ее диаметру путевого угла, передвигать лимб ветрочета до тех пор, пока точка ветра подойдет к отсчету путевой скорости на линейке; 4) поставить линейку на нуль и против центра лимба прочесть на линейке искомую истинную воздушную скорость.

Пример. До цели осталось 64 км и 12 мин. до назначенного срока. Магнитный путевой угол 40° . Ветер: направление 9° , скорость 330 км/час. Определить необходимую воздушную скорость для прибытия к цели в назначенный срок.

Решение. С помощью счетной линейки находим требуемую путевую скорость: 320 км/час. По ветрочету определяем необходимую (минимальную) воздушную скорость: 295 км/час.

§ 52. Расчет петли для погашения избытка времени

Сущность способа петли заключается в следующем. Предположим, самолет подошел к пункту А ранее назначенного срока на время Т.

Чтобы начать дальнейшее движение от пункта А в назначенное время, летчик должен погасить избыток времени. Это погашение времени производится полетом по петле в сторону, причем общее время пребывания на петле должно равняться избытку времени T , тогда самолет подойдет к пункту А в назначенное время. Чтобы пробыть на петле точно желаемый промежуток времени T , необходимо рассчитать момент поворота обратно. Искомый промежуток времени t полета туда определится по формуле:

$$t = T - t_p \cdot \frac{W_2}{W_1 + W_2},$$

где t_p — продолжительность разворота;

W_1 — путевая скорость туда;

W_2 — путевая скорость обратно.

В полете расчет производят счетной линейкой на шкалах 11 и 12 (воздушная скорость).

Пример. Самолет прибыл к пункту на 5 мин. раньше срока. Определить время разворота на петле для погашения имеющегося избытка времени. $W_1 = 200$ км/час, $W_2 = 250$ км/час, $t_p = 1$ мин.

Решение. Устанавливаем цифру 450 движка (т. е. $W_1 + W_2$) против цифры 250, после чего против цифры 4 (т. е. $T - t_p$) читаем искомое время: 2,2 мин.

**Воин Красной Армии в плен не сдается.
Фашистские варвары истязают, пытаются
и зверски убивают пленных. Лучше смерть,
чем фашистский плен.**

ГЛАВА IV

НАВИГАЦИОННАЯ ПОДГОТОВКА К ПОЛЕТУ

§ 53. Выбор карты

Навигационная подготовка к полету заключается: *в выборе и склейке карты, прокладке маршрута, подъеме карты и изучении маршрута, расчете полета, изучении метеорологической обстановки по всему маршруту и подготовке оборудования.* Навигационную подготовку обязан выполнять каждый летчик и штурман. В случае полета летчика со штурманом подготовку к полету они производят совместно. При полете без штурмана летчик готовится к полету самостоятельно. Получив задание, необходимо выбрать карты, соответствующие маршруту и характеру задания. Принято для полетов без посадки на расстояние до 600 км и когда условия погоды позволяют ориентироваться по земным объектам пользоваться 10-верстной картой. Для дальних полетов, когда ориентировка по земным предметам ограничивается, а условия погоды заставляют применять астро- и радиоориентировку, пользуются картой 25 верст в дюйме или аэронавигационной картой в масштабе 10 км в 1 см. Карта в масштабе 40 верст в дюйме берется в полет как запасная карта всего района, на случай потери ориентировки.

В полетах по определенным маршрутам (трассам) пользуются специальными маршрутными картами. При выполнении специальных заданий, например по фотографированию, разведке, бомбометанию, с собой берут отдельный лист карт более крупного масштаба: 2-верстку, топографическую карту в масштабе 2 км в 1 см и др. Такие карты берутся только на район, в котором производится выполнение этого задания. К месту выполнения задания летят, пользуясь 10- или 25-верстными картами. В случае полета над морем и вдоль побережья пользуются «генеральными морскими» картами.

После выбора карты производят отбор листов, захватывающих маршрут полета. Отобранные листы склеивают. При склеивании необходимо тщательно подгонять листы друг к другу, без просветов и перекрытий, так чтобы имеющиеся линейные ориентиры переходили с одного листа на другой без разрывов. В особенности важно получить хорошее совмещение в том месте склейки, где проходит линия пути. Следует обращать внимание на аккуратность склейки, так как оставленные на карте капли клея могут служить причиной порчи карты в полете.

§ 54. Прокладка пути на карте

Прокладкой пути называется построение на карте линии, обозначающей заданный путь полета. Прокладка производится на основании задания, в котором обыкновенно перечисляются пункты, над которыми должно пролетать. Прокладку ведут от *исходного пункта маршрута (ИПМ)*. В качестве исходного ориентира выбирают характерный, хорошо заметный с воздуха объект, лежащий в 10—20 км от места взлета. Выбор *ИПМ* на таком расстоянии позволяет набрать высоту в пути и произвести до *ИПМ* промеры, необходимые для вывода самолета на линию пути.

При совершении полетов на дальние расстояния, когда в задании указываются пункт прилета и общее направление маршрута, путь полета выбирается таким образом, чтобы он был возможно прямее и проходил вблизи крупных населенных пунктов. Если в направлении маршрута лежат хорошие линейные ориентиры, то весьма выгодно путь проложить вдоль них. Если длина пути превышает дальность беспосадочного полета, то намечают промежуточные пункты посадок, а затем уже производят выбор и прокладку пути. Вообще, производя прокладку пути, следует помнить, что прямой путь с навигационной стороны будет легче выполнить, чем путь со многими изломами, особенно при совершении полета в трудных метеорологических условиях. Однако при боевых полетах в расположение противника эти правила не всегда применимы по тактическим соображениям (обман противника).

§ 55. Расчет полета

Предварительный расчет полета имеет целью: выбор высоты, наиболее выгодной для выполнения задания; выбор предполагаемого режима воздушной скорости, необ-

ходимой для совершения полета в указанные сроки; определение предполагаемой продолжительности полета и запаса горючего; расчет сроков вылета и прибытия с учетом наступления темноты или рассвета и восхода луны.

Высота полета обыкновенно указывается в задании.

Высота выбирается в зависимости от тактических, местных, атмосферных и навигационных условий.

Боевой высотой разведывательного полета является высота 3 000—6 000 м. Такая высота обеспечивает успешность ориентировки и наблюдения, а также известную безопасность в случае обстрела с земли. В случае вынужденной посадки высота дает возможность выбрать подходящую площадку. При полетах над неблагоприятной местностью необходимо набирать достаточную высоту, чтобы в случае вынужденной посадки иметь время и пространство для выбора площадки. В случае полета в гористой местности высоту выбирают в зависимости от рельефа местности. Атмосферные условия на больших высотах более благоприятны для самолетовождения, нежели у земли. На малых высотах в жаркую и ветреную погоду (при порывистом ветре) сильно «болтает», вследствие чего затрудняются вождение самолета по компасу и производство аэронавигационных промеров (определение угла сноса и т. п.). На малых высотах ориентироваться труднее. В случае вынужденной посадки с малой высоты трудно выбрать подходящее место для приземления. Сплошная облачность часто заставляет совершать полет ниже уровня облаков. Данные шаро-пилотных наблюдений дают возможность выбрать такую высоту полета, на которой путевая скорость полета будет наибольшей. Иногда распределение ветров бывает таково, что полет можно совершить туда и обратно с попутным ветром.

На практике выбор наивыгоднейшей высоты полета с наибольшей путевой скоростью производится с помощью ветрочета. Для этой цели на лимбе ветрочета отмечают точки ветра, соответствующие разным высотам, согласно последним шаро-пилотным наблюдениям. Затем проводят диаметр заданного путевого угла. После этого, поступая точно таким же порядком, как и при определении курса следования, находят, на какой высоте ветер дает наибольшую путевую скорость в заданном направлении.

Пример. Данные шаро-пилотных наблюдений:

| | | | |
|---|-------|-------|-------|
| Высота в м | 1 000 | 1 500 | 2 000 |
| Скорость ветра в км/час | 25 | 32 | 46 |
| Направление ветра (откуда дует) | 220° | 250° | 280° |

Заданный путевой угол 330° . Истинная воздушная скорость 330 км/час . Найти наивыгоднейшую высоту полета.

Решение. Отложив на ветрочете точки ветра и проведя диаметр заданного путевого угла, находим путевые скорости сперва для полета туда: на высоте $1\,000 \text{ м}$ — 320 км/час , на $1\,500 \text{ м}$ — 325 км/час , на $2\,000 \text{ м}$ — 358 км/час .

Следовательно, наивыгоднейшей высотой в данном случае является высота $2\,000 \text{ м}$, так как самолет будет иметь наибольшую путевую скорость, равную 358 км/час . Точно таким же порядком находим, что возвращаться выгодно на высоте $1\,000 \text{ м}$ — с наибольшей путевой скоростью 338 км/час .

Режим воздушной скорости выбирается в зависимости от высоты полета, запаса горючего и срока прибытия к месту назначения. Чаще всего пользуются *наивыгоднейшей воздушной скоростью*, при которой самолет может пройти наибольшее расстояние при данном запасе горючего. Если перелет требуется совершить в кратчайшее время, то берут *максимальную воздушную скорость*, при которой самолет сможет пройти данное расстояние в кратчайший срок. Наибольшую воздушную скорость можно развить на расчетных высотах мотора, поэтому в таких случаях полет производят на расчетной высоте мотора.

Предполагаемую продолжительность полета можно определить приближенно на основании длины маршрута и выбранной воздушной скорости (деля общую длину пути на скорость и добавляя $10\text{—}15\%$ запаса к полученному времени). Более точно продолжительность полета определяется на основании путевых скоростей, которые будут на участках маршрута. Путевые скорости вычисляются ветрочетом на основании данных о ветре. Расчет продолжительности полета заключается в определении времени пролета каждого этапа маршрута и в подсчете общей продолжительности.

Время, потребное для пролета участков маршрута, определяется по длине участка и путевой скорости на этом участке. Расчет производят с помощью навигационной счетной линейки.

Пример 1. Длина пути 40 км . Путевая скорость 220 км/час . Вычислить линейкой время, потребное для пролета данного участка пути.

Решение. Устанавливаем треугольный индекс линейки на деление путевой скорости 220 км/час . Отыскиваем на шкале «Пройденное расстояние» цифру 40 км и против нее на шкале «Время» читаем 11 минут. Общая продолжитель-

ность полета вычисляется на основании времени пролета всех участков плюс время, необходимое на выполнение задания (бомбометание и т. п.). К вычисленной таким образом общей продолжительности полета прибавляется некоторый запас времени на возможное расхождение расчетных данных с фактическими, на набор высоты и спуск и на всякого рода случайности. Средний запас составляет 10% от вычисленного общего времени.

Пример 2. Длина участков маршрута в километрах: 80, 175, 156. Путевые скорости на этих участках в километрах в час: 380, 310, 340.

Определить общую продолжительность полета.

Решение. Находим время полета по участкам:

| | |
|---------------|---------|
| I | 13 мин. |
| II | 34 » |
| III | 27 » |

Итого 1 час 14 мин.

Прибавляем запас 10% 8 мин.

Получаем общую продолжительность полета 1 час 22 мин.

На основании предполагаемой продолжительности полета намечается необходимый запас горючего и смазочного материалов.

Запас горючего определяется следующим образом: зная предполагаемую продолжительность полета и воздушную скорость самолета, с помощью навигационной линейки определяют общую длину пути относительно воздуха. Найденное число километров умножают на расход горючего на километр воздушного пути. Результат даст запас горючего; к нему прибавляют от 10 до 20% резерва.

Пример. Предполагаемая продолжительность полета 3 часа 20 мин. Истинная воздушная скорость 360 км/час. Расход горючего на 1 км воздушного пути 0,5 кг. Определить потребный запас горючего.

Решение. Устанавливаем треугольный индекс счетной линейки на 360 км/час, после чего против предполагаемой продолжительности полета 3 часа 20 мин. прочитываем длину воздушного пути: 1 200 км. Умножаем $1\ 200 \times 0,5$ и получаем 600 кг. Прибавляем резерв 20%, равный 120 кг. Отсюда необходимый запас горючего равен $600 + 120 = 720$ кг.

При определении запаса горючего для тяжелых самолетов учитывают полетный вес, расход горючего при различных

режимах и воздушный путь. Подсчет загрузки тяжелого самолета горючим производят с помощью особых графиков.

Допустимая дальность полета в километрах при данном запасе горючего определяется по правилу: произведение путевых скоростей (туда и обратно) разделить на их сумму и результат умножить на запас горючего, выраженный в часах, при данных крейсерских скоростях (расход горючего в час определяется путем умножения расхода на 1 км на данную истинную воздушную скорость).

Пример. Запас горючего на 7 час. Путевая скорость при полете туда 335 км, при полете обратно 380 км/час. Определить дальность полета.

Решение.

$$\frac{335 \cdot 380 \cdot 7}{335 + 380} = 1\ 250 \text{ км.}$$

Продолжительность полета туда (время поворота обратно определяется делением дальности на путевую скорость туда) из нашего примера: $1\ 250 : 335 = 3$ часа 45 мин.

Расчет срока вылета производится на основании заданного срока прибытия минус время, потребное на совершение полета.

Срок прибытия к назначенному месту определяется на основании срока вылета плюс время, потребное на совершение полета.

Пример 1. Самолет должен прибыть в пункт назначения в 10 час. Длина пути 440 км. Путевая скорость, вычисленная по метеорологическому ветру, составляет 210 км/час.

Определить срок вылета.

Решение. Расстояние в 440 км самолет с путевой скоростью в 210 км/час пройдет за 2 часа, а с надбавкой 20% времени — за 2 часа 24 мин. Следовательно, вылететь необходимо не позже 7 час. 36 мин.

Пример 2. Самолет вылетает в 15 час. Путевая скорость, вычисленная по метеорологическому ветру, равна 365 км/час. Длина пути 550 км. Определить срок прибытия к месту назначения.

Решение. Самолет пройдет данный путь за 1 час 30 мин., а с прибавкой 20% — за 1 час 48 мин. Поэтому прибытие к месту назначения произойдет в 16 час. 38 мин.

Иногда в задании указаны и срок вылета и срок прибытия; в таких случаях приходится рассчитать необходимую скорость полета. Расчет скорости производят следующим образом: сперва находят необходимую путевую скорость, чтобы

пройти заданный путь в назначенное время; затем с помощью ветрочета определяют истинную воздушную скорость, какую необходимо держать в полете, чтобы получить данную путевую скорость. Порядок работы с ветрочетом при этом следующий: 1) проложить на ветрочете диаметр заданного путевого угла; 2) нанести точку ветра (по данным шаро-пилотных наблюдений); 3) передвигать лимб ветрочета, удерживая линейку на точке ветра и сохраняя параллельность линейки диаметру путевого угла, пока точка ветра не укажет на линейке требуемого отсчета путевой скорости; 4) перевести линейку к центру лимба и отсчитать по ней искомую величину истинной воздушной скорости.

Пример. Экипажу приказано вылететь в 8 час. с целью прибытия в назначенное место к 10 час. Длина пути 720 км. Заданный путевой угол 115° . Ветер по данным шаро-пилотных наблюдений: направление 220° (откуда дует) и скорость 30 км/час. Определить, какую воздушную скорость должен иметь самолет для того, чтобы прибыть к месту назначения в указанный срок.

Решение. Самолет должен покрыть расстояние в 720 км в 2 часа, следовательно, его путевая скорость должна быть не менее 360 км/час ($720 : 2 = 360$). Установив на ветрочете заданный путевой угол и точку ветра, решаем задачу и находим, что воздушная скорость, которую надо держать в полете, чтобы путевая была равна 360 км/час, должна быть 355 км/час.

Данные расчета полета: срок вылета, предполагаемая продолжительность, выбранная высота, воздушная скорость и запас горючего записываются летчиком (штурманом) в навигационный план полета.

§ 56. Изучение метеорологической обстановки

Метеорологические условия полета выясняют путем ознакомления с метеорологическими и аэрологическими бюллетенями и картами погоды, путем запроса о погоде метеорологических станций, расположенных по линии пути, и консультации со специалистами метеорологической службы. В результате изучения метеорологических данных необходимо получить полное представление о состоянии атмосферы на всем протяжении маршрута и о возможных изменениях на ближайшее будущее. Особое внимание при изучении метеорологической обстановки обращают на распределение ветров и облачности по высотам (в интересах выбора наивы-

годнейшей высоты полета), место расположения и возникновения туманов и возможность встречи в пути со шквалами, грозами и метелями. При совершении полетов на близкие расстояния достаточно ограничиться просмотром метеорологических бюллетеней. При совершении дальних полетов производятся запросы о погоде. Запрос посылается с таким расчетом, чтобы к моменту вылета получить возможные свежие сведения о погоде.

*Кровожадные фашисты зверствуют над
мирным населением и пленными.
Отомстим врагу! Уничтожим фашистских
бандитов!*

Г Л А В А V

ВЫПОЛНЕНИЕ ПОЛЕТА

§ 57. Основной порядок самолетовождения

Основной порядок самолетовождения заключается в следующем.

1. Отмечается время взлета и набирается заданная высота.
2. Самолет подводится к исходному пункту маршрута с одновременным нахождением курса следования.
3. В бортовом журнале штурмана (в блокноте летчика) отмечается время прохода над исходным пунктом.
4. Взятый курс следования проверяется и доводится до такой величины, чтобы фактический путевой угол был равен заданному. Окончательный курс следования отмечается в бортовом журнале (в блокноте летчика).
5. Рассчитывается время подхода к первому контрольному ориентиру.
6. Наблюдением за местностью отмечается фактический путь самолета красными крестиками (отметки *ДМ*).
7. При проходе контрольного ориентира отмечается действительная точка прохода самолета, записывается время в бортовой журнал (летчик записывает на карте) и, если требуется, определяется величина бокового отклонения.
8. По пройденному этапу рассчитывается путевая скорость и записывается в бортовой журнал.
9. По полученной путевой скорости рассчитывается время подхода к следующему контрольному ориентиру и время прибытия к цели.
10. В зависимости от величины бокового отклонения на первом этапе определяется поправка и берется новый курс следования либо на следующий контрольный ориентир, либо на цель.

Такой порядок продолжается вплоть до прибытия к цели. В тех случаях, когда контроль пути не может быть осуществлен наблюдением за местностью, производится расчетное определение местонахождения самолета.

Расчетное определение заключается в:

- 1) определении местонахождения по расчету времени и учету изменений ветра по маршруту;
- 2) определении местонахождения пеленгацией далеких, сличимых с картой ориентиров;
- 3) определении местонахождения по радиомаякам и радиопеленгацией;
- 4) определении местонахождения астрономическим способом.

Далее подробно рассматриваются перечисленные приемы работы в воздухе.

§ 58. Нахождение курса следования в полете (вывод самолета на путь)

Существуют следующие способы нахождения курса следования: 1) по линейному ориентиру; 2) по створу ориентиров; 3) подбором курса по сносу; 4) выходом на путь с курсом, рассчитанным по шаро-пилотным данным; 5) расчетом курса по точке ветра, найденной в полете.

Применение того или иного способа в значительной степени зависит от характера полета и состава экипажа. Летчик, выполняющий полет без штурмана, может пользоваться первыми четырьмя способами. Для штурмана основным методом является последний способ. При применении этого способа затрачивается несколько больше времени на его осуществление, но по точности и надежности он занимает первое место среди других способов. Остальные способы отличаются простотой, быстротой и несколько меньшей точностью. Для летчиков, выполняющих полет без штурмана, весьма удобен способ подбора курса по сносу.

§ 59. Подбор курса по линейному ориентиру

Этот способ применяется в том случае, если вблизи линии пути и параллельно ей идет линейный ориентир: железная дорога или шоссе. После взлета самолет ведут вдоль этого ориентира так, чтобы не отклоняться (рис. 51) от него ни вправо, ни влево. При безветрии, а также при попутном или

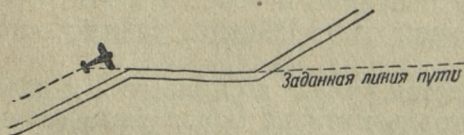


Рис. 51. Подбор курса по линейному ориентиру

встречном ветре ось самолета будет совпадать с направлением выбранного ориентира. При боковых ветрах летчику приходится ставить самолет под некоторым углом к ориентиру, иначе самолет не будет перемещаться параллельно ориентиру. Когда это достигнуто, летчику остается заметить компасный курс и в дальнейшем вести самолет с этим курсом. Таким образом, способ заключается в глазомерном подборе угла сноса. Применяя данный способ, следует быть осторожным, чтобы не допустить грубой ошибки, — выйти на курс по другому линейному ориентиру. Для устранения возможности такой ошибки следует проверять направление по компасу и по соседним ориентирам. Например, при отлете из больших городов можно легко ошибиться в выборе линейного ориентира (рис. 52), так как обыкновенно от больших городов расходится много дорог по всем направлениям.

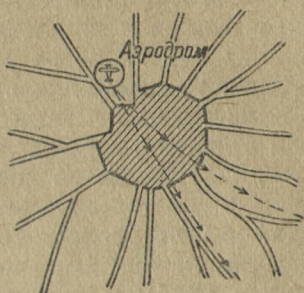


Рис. 52. Возможная ошибка при выходе на путь следования при отлете из большого города

Данный способ можно применять в полетах на малых и средних высотах.

§ 60. Подбор курса по створу ориентиров

Створом называется прямая линия, соединяющая два каких-либо ориентира. Если с самолета два ориентира видны лежащими на одной прямой линии, то говорят, что самолет в данный момент находится в створе этих ориентиров. Створом ориентиров иногда пользуются для подбора курса следования.

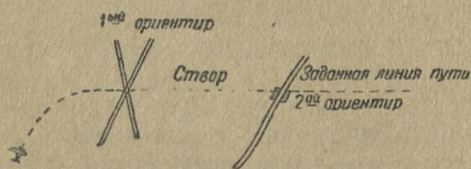


Рис. 53. Подбор курса следования по створу ориентиров

Вывод самолета на путь по створу ориентиров производится следующим образом.

На линии пути намечают два точечных ориентира, хорошо заметных издали (селение, перекресток дорог, небольшое озеро и т. п.), линия створа которых совпадает с намеченной на карте линией пути (рис. 53). Расстояние между выбранными ориентирами, лежащими в створе, должно быть не

менее 3—5 км. Створ получается точнее, если ориентиры расположены не слишком близко друг от друга.

После взлета летчик направляет самолет к первому ориентиру створа и старается зайти в створ за 3 км до него. Если высота полета более 1 000 м и створные ориентиры хорошо видны, то заход делается с большего расстояния. Выйдя на линию створа, летчик старается удержать самолет так, чтобы оба ориентира и самолет находились на одной прямой. Если направление ветра совпадает с линией створа, то ось самолета окажется направленной как раз по линии створа. При боковом ветре, для того чтобы самолет смещался по линии створа, летчику приходится ставить ось самолета под некоторым углом к линии створа.

В момент подхода к первому ориентиру летчик замечает показание компаса и продолжает вести самолет с этим курсом. При проходе второго створного ориентира проверяется правильность найденного курса. Если самолет пройдет точно над вторым ориентиром, то это служит указанием правильности взятого курса следования.

Полет продолжают с найденным курсом. При полете со штурманом последний замечает момент прохождения первого ориентира створа по часам. Когда самолет пойдет по створу, штурман отсчитывает несколько раз показание компаса, берет среднее из отсчетов и записывает в бортовой журнал. Найденный курс будет искомым компасным курсом следования. Вычитая найденный курс из заданного путевого угла, штурман получает угол сноса.

Отметив время пролета створных ориентиров, штурман определяет путевую скорость по времени и расстоянию между ориентирами.

Данный способ применяется в тех случаях, когда на самолете нет измерителя сноса, а местность позволяет наметить створ ориентиров, или когда не может быть затрачено время на определение ветра. Если летчик имеет известный опыт в удержании створа, то результаты применения этого способа бывают вполне хорошими. Сам по себе этот способ прост, точен и быстр. Данные, полученные при способе створа (курс, угол сноса и путевая скорость), дают возможность определить ветер.

§ 61. Подбор курса по сносу

Подбор курса следования по сносу производят следующим порядком.

1. От исходного пункта берут магнитный курс, равный заданному путевому углу или с учетом упреждения сноса на-глаз (например, если известно, что ветер дует справа, берут упреждение $5-10^\circ$ в зависимости от скорости ветра) (рис. 54).

2. На этом курсе измеряют угол сноса и складывают его с курсом. Если результат получается *больше* заданного путевого угла, курс убавляют на соответствующее число градусов; если *меньше*, — курс увеличивают.

3. После этого вторично измеряют угол сноса. Если второй угол сноса в сумме со вторым курсом снова не дает заданного путевого угла, следует прибавить или убавить курс на последнюю разницу. При этих расчетах компасный курс необходимо предварительно переводить в магнитный. Подбор продолжают до тех пор, пока будет найден курс, при кото-

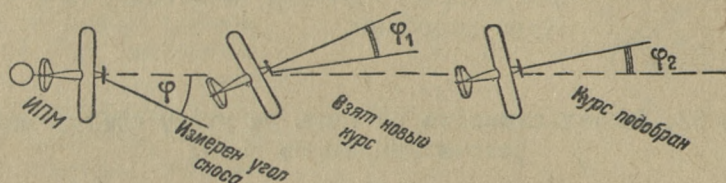


Рис. 54. Подбор курса следования по сносу

ром фактический путевой угол будет равен заданному путевому углу (магнитный курс плюс угол сноса равен фактическому магнитному путевому углу).

При благоприятных условиях (слабых ветрах) курс следования может быть найден после двух приемов.

Нахождение курса следования этим способом может производить и летчик, выполняющий полет без штурмана, при наличии навигационного визира на самолете.

Подбор курса следования применяется при дневных полетах в ясную погоду, при благоприятных условиях для измерения сноса и если имеется возможность проверить найденный курс пролетом ориентиров. Положительные качества этого способа — простота и быстрота благодаря отсутствию вычислений.

Подбор курса по сносу особенно применим в полетах на больших высотах, когда самолет необходимо выводить на путь на режиме подъема. Точность способа зависит от качества измерения сноса. Лучшие результаты получаются при измерении сноса оптическим визиром по способу обратного визирования.

Пример. Заданный магнитный путевой угол 230° .

1-й промер. Магнитный курс 230° ,
угол сноса — 10° ,
фактический путевой угол 220° .
Недостаток 10° : прибавить к курсу 10° .

2-й промер. Магнитный курс 240° ,
угол сноса — 8° ,
фактический путевой угол 232° .
Избыток 2° : убавить курс на 2° .

3-й промер. Магнитный курс 238° ,
угол сноса — 8° ,
фактический путевой угол 230° .
Курс подобран.

§ 62. Вывод самолета на путь по курсу следования, рассчитанному на земле

Если предположено вывести самолет на путь по курсу, рассчитанному по данным шаро-пилотных наблюдений, то перед полетом следует получить самые свежие данные о ветре. На основании этих данных следует рассчитать необходимый магнитный курс следования для полета и перевести его в компасный.

В полете, держа рассчитанный курс, точно проходят над исходным ориентиром. Рассчитанный на земле курс следования будет верен только в том случае, если ветер был определен непосредственно перед полетом, а высота полета и истинная воздушная скорость будут соответствовать принятым в расчет. Поэтому при выходе на курс, рассчитанный по шаро-пилоту, необходимо проверять соответствие действительного угла сноса с расчетным. В случае обнаруженной разницы в курс вносят поправку так, чтобы магнитный курс плюс снос равнялся заданному магнитному путевому углу. Летчик может проверить пригодность вычисленного курса посредством наблюдения пролетаемых ориентиров и внести в него необходимую поправку. Проверку курса необходимо делать сразу же после выхода на путь. Данный способ применяется в ясную погоду при полетах на средних высотах.

§ 63. Вывод самолета на путь с определением ветра и расчетом курса следования в полете

Определение ветра и последующий расчет курса следования являются *основным методом штурмана для вывода самолета на путь*.

Этот метод применяется при не вполне удовлетворительных условиях погоды, когда имеется облачность и т. п., при дальних полетах, полетах над морем и ночных полетах.

Способ заключается в следующем.

Перед полетом штурман намечает маневр для измерения ветра по трем углам сноса. Для этой цели он намечает два курса — между местом

(рис. 55), где будет самолет в конце набора высоты, и исходным пунктом маршрута.

Курсы намечаются с таким расчетом, чтобы к концу второго промера самолет находился вблизи исходного пункта маршрута.

Весьма удобно наметить курсы вблизи какого-либо линейного ориентира, чтобы обеспечить ориентировку.

Важно также, чтобы в местах промеров имелись визирные точки. Третий промер производится после исходного пункта маршрута на самом курсе следования. Курсы, выбранные для промера, должны отличаться друг от друга не менее чем на 40° и не более 120° . Нельзя для промера брать курсы 0° и 180° , так как на этих курсах компас ведет себя неспокойно.

Нахождение курса следования производится следующим порядком.

1) Тотчас после набора высоты рассчитать истинную воздушную скорость и установить ее на ветрочете.

2) Сообщить летчику первый курс промера.

3) Как только успокоится компас, измерить угол сноса и провести на ветрочете линию сноса.

4) Дать летчику второй курс. Проверить, в каком направлении находится самолет от исходного ориентира.



Рис. 55. Выход на курс следования с определением ветра по трем углам сноса

5) Измерить угол сноса на втором курсе, нанести на ветроочет и по точке пересечения линий сносов рассчитать обычным способом магнитный курс следования.

6) Перевести магнитный курс в компасный и выходить на исходный пункт маршрута.

7) В момент прохода исходного ориентира записать время в бортовом журнале.

8) Пройдя ИПМ, измерить третий угол сноса, визируя на ИПМ.

На основании этого угла сноса проверить фактический путевой угол ($\text{ФПУ} = \text{МК} + \text{УС}$). В случае необходимости поправить курс следования.

9) Нанести на ветроочет третью линию сноса и отметить точку ветра. Рассчитать путевую скорость. Результат окончательного расчета (курс, снос, путевая скорость) записать в бортовой журнал.

§ 64. Сохранение режима полета

При выполнении навигационных промеров, а также в пути летчик должен сохранять заданный режим полета, т. е. курс, высоту и воздушную скорость.

При благоприятных атмосферных условиях и хорошо отрегулированном самолете удержание курса не представляет особых затруднений, — достаточно периодически взглядывать на компас для проверки взятого курса. При этом надо знать, что ведение самолета по прямой всегда сопровождается некоторыми вынужденными колебаниями оси самолета, благодаря чему картушка компаса во время прямолинейного полета кажется колеблющейся в пределах $3-5^\circ$.

Точность ведения самолета по компасу зависит также от тренировки летчика. Мало тренированные летчики держат курс с колебаниями до $\pm 10-12^\circ$. Опытные летчики удерживают курс с точностью до $\pm 3-5^\circ$. Для удобства ведения самолета по курсу летчик может выбрать ориентир, лежащий впереди на горизонте, и вести самолет так, чтобы капот самолета находился в определенном положении относительно этого ориентира.

При неблагоприятных атмосферных условиях, например при «болтанке» и порывистом ветре, колебания картушки довольно значительны, но все же можно держаться некоторого среднего курса и вести самолет по прямой. Особенно трудно вести самолет на северном и южном курсах. На этих курсах картушка компаса особенно беспокойна, поэтому при измерении углов сноса этих курсов следует избегать. Причиной

неспокойного поведения картушки является креновая девиация (северная поворотная ошибка), возникающая при виражах самолета.

В этих случаях весьма необходимо иметь на самолете гироскопический компас, который помогает сохранять курс в таких условиях.

Сохранение определенной воздушной скорости имеет важное значение в самолетовождении. Особенно важно сохранять режим воздушной скорости при промерах. Величину воздушной скорости устанавливают в зависимости от аэродинамических свойств самолета, высоты полета, нагрузки и т. д.

Выбранный режим воздушной скорости должен сохраняться в течение всего полета.

Удерживать постоянную воздушную скорость по показаниям указателя скорости довольно легко. Небольшие колебания стрелки в пределах 2—3 км/час для сохранения режима воздушной скорости значения не имеют.

Сохранение высоты полета не требует особого труда от летчика. Для удержания высоты не требуется непрерывного наблюдения за показанием прибора, особенно при нормальном сохранении воздушной скорости. Для удобства сохранения высоты на высотомере имеется метка, которую летчик может установить на заданный отсчет высоты и затем следить, чтобы стрелка прибора совпала с этой меткой. Кроме того, заданную высоту можно сохранять, пользуясь вариометром.

Сохранение заданной высоты полета весьма необходимо, так как с высотой меняется ветер и, следовательно, могут измениться угол сноса и другие навигационные элементы.

Сохранение навигационного режима в общем нельзя признать простым делом, так как от летчика требуется одновременное наблюдение за показаниями нескольких приборов. Навык в этом можно получить после достаточной тренировки. Особенно же трудно сохранять режим в случаях полета в тумане, в сплошных облаках и ночью, когда вести самолет приходится только по приборам (слепой полет). В этих случаях нельзя полагаться на свои ощущения, а необходимо пилотировать самолет, наблюдая показания указателя скорости, тахометра, указателя поворота и высотомера.

§ 65. Контроль пути

Несмотря на правильность расчета курса следования и остальных навигационных элементов, при продолжитель-

ном маршрутном полете самолет постепенно отклоняется от заданной линии пути вследствие изменения ветра, особенностей пилотажа и т. п. Поэтому важно, чтобы экипаж самолета умел обнаруживать эти отклонения и в случае надобности исправлять их.

Не все отклонения от линии пути представляют одинаковую опасность для точности выхода на цель (контрольный ориентир).

В каждом отдельном случае экипаж должен решить, на какие отклонения стоит обращать внимание и какими можно пренебречь.

Основой контроля пути является ориентировка, т. е. определение места самолета на карте.

Ориентировка осуществляется разными способами: 1) непосредственным сличением карты с пролетаемой местностью, 2) комбинацией сличения карты с местностью с расчетом времени и 3) определением местонахождения по движению самолета (пеленгацией, радио- и астрономической ориентировкой). Первый и второй способы дают действительное место самолета (*ДМ*), третий — расчетное место (*РМ*).

Посредством ориентировки можно получить ту или иную точность определения местоположения. Все зависит от обстановки полета, задания и применяемого метода ориентировки. В некоторых случаях достаточно знать приблизительно, в каком месте маршрута находится самолет в данное время. В других случаях требуется точное указание местоположения самолета (например, при определении отклонения). Поэтому различаются следующие виды ориентировки: 1) *общая ориентировка*, при которой экипаж самолета знает, в какой части маршрута он находится (с точностью до 10—15 км) и в каком направлении он летит; 2) *детальная ориентировка*, при которой экипаж знает свое местоположение совершенно точно.

Общая ориентировка применяется главным образом в маршрутных полетах, когда контроль пути ведется по крупным ориентирам, когда нет особой надобности в уточнении определения своего местоположения.

Детальная ориентировка необходима при выполнении боевых заданий, как-то: разведки, фотосъемки, корректирования стрельбы и т. п., затем в маршрутных полетах, в случае обнаружения значительного отклонения от линии заданного пути и при восстановлении потерянной ориентировки.

§ 66. Ориентировка по карте и земным ориентирам

Для успешности ориентировки по карте и земным ориентирам необходимо: 1) уметь «читать» карту и представлять себе объект, изображенный на карте, в его виде на местности; 2) уметь ориентировать карту по компасу; 3) уметь различать похожие земные объекты по вторичным признакам; 4) уметь находить обнаруженный ориентир на карте, и обратно: находить на местности намеченный на карте ориентир. Местность, изображенная на карте в условных знаках, мало похожа на действительный вид земли с высоты полета. Это обстоятельство весьма затрудняет сличение карты с местностью и требует предварительного изучения вида местных предметов с воздуха, а также практической полетной тренировки в ориентировке.

Ниже дается описание вида некоторых местных предметов с высоты полета.

Рельеф местности. Незначительные неровности земной поверхности весьма трудно различаются с самолета. Неопытному наблюдателю даже более выдающиеся неровности почвы кажутся плоскими. Разница в высотах распознается только с небольшой высоты и при низко стоящем солнце — по отбрасываемой тени, по извилинам дорог, неправильным фигурам полей и т. п. Зимой, при снежном покрове и солнечном свете, рельеф различается довольно хорошо. В гористой местности отдельные выступающие над горным хребтом вершины хорошо видны на далеком расстоянии.

Развитию способности различать рельеф местности с самолета способствует изучение аэрофотоснимков.

Вода. Реки и пруды в незамерзшем состоянии весьма хорошо видны с самолета. Они сильно выделяются на фоне окружающей местности, особенно по блеску воды при свете солнца. Каналы хорошо различимы благодаря своей прямолинейности. Большие водные пространства (озера, берега морей, широкие реки и разливы) видны на очень большие расстояния. Мокрые болота опознаются благодаря воде, искрящейся между стеблями травы. Зимой, в замерзшем состоянии, покрытые снегом водные пространства с самолета почти не отличимы от окружающей местности. Реки зимой могут быть опознаны благодаря воде, выступающей у берегов, или благодаря растительности (кусты, деревья), обычно покрывающей их берега.

Весной и осенью реки иногда сильно разливаются, так что становится трудно определить основное их направление.

Леса, особенно хвойные, хорошо различаются на больших расстояниях. Хвойные леса отличаются своей темнозеленой окраской. Лиственные леса выделяются на фоне окружающей местности особенно хорошо осенью благодаря пестрой окраске при увядании (желтые, оранжевые и красные тона). Весной и поздней осенью, когда опадает лист, лиственные леса менее отличаются от местности из-за отсутствия разницы в окраске. В зимнее время небольшие лиственные леса на дальнем расстоянии можно принять за селения (благодаря грязновато-серому цвету).

Луга опознаются с самолета благодаря светлозеленой окраске и неправильности контуров.

Поля. Засеянные поля различаются благодаря окраске, отличающейся от окружающей местности, и правильности (прямоугольности) контуров. Свежевспаханное поле при наблюдении с самолета в солнечную погоду кажется светлого цвета. Поле, распаханное уже давно, имеет темносерую окраску с ясно видимыми сверху бороздами.

Сухие болота, заросшие травой, распознаются с трудом благодаря сходству с лугом.

Обыкновенные дороги. Шоссе отлично видны и распознаваемы с самолета благодаря белому цвету и прямолинейности. Иногда шоссе бывают обсажены с обеих сторон деревьями. Грунтовые дороги и тропинки тоже хорошо видны с самолета, в особенности в сухую погоду и при солнечном освещении. Они имеют белую или светлую окраску. После дождя дороги имеют темный цвет, благодаря чему слабее выделяются и видны не так ясно. Ранней весной, во время таяния снега, грунтовые дороги весьма плохо заметны и иногда почти сливаются с фоном местности.

Дороги, пролегающие в высоких лесах, часто видны только при вертикальном полете над ними. Зимой наезженные дороги видны хорошо и узнаются по грязно-серому цвету.

Железные дороги различаются благодаря темному цвету, а при небольшой высоте и солнечном свете — по блеску рельсов. Более хорошо выделяются двухколейные железные дороги. Узкоколейки различить довольно трудно.

Населенные пункты. Большие города в ясную погоду видны на дальние расстояния. Сверху хорошо различаются отдельные здания, улицы и сады. Небольшие города и крупные селения летом видны хорошо благодаря пестрой окраске стен домов и крыш (белые, красные и зеленые тона). Зимой населенные пункты различимы на более близком расстоянии благодаря общей грязновато-серой ок-

раске. Небольшие селения достаточно хорошо видны с самолета на близких дистанциях.

Общий вид местности с самолета в различное время года не одинаков. Летнее время наиболее благоприятно для распознавания местных предметов благодаря яркости и разнообразию тонов в их окраске. В зимнее время, при снежном покрове, условия для распознавания несколько менее благоприятны.

Ранней весной и поздней осенью, когда местность частично покрыта снегом, условия для распознавания местных предметов крайне неблагоприятны. Пятна снега и земли, чередующиеся между собою и имеющие неправильную форму, представляют своеобразный камуфляж, чрезвычайно затрудняющий ориентировку.

Вид местности с различных высот не одинаков. С малых высот местные предметы и рельеф различаются легко. Со средних высот (3 000—5 000 м) местные предметы видны хорошо, а рельеф местности различается с трудом. С больших высот (5 500—7 000 м) местные предметы видны в весьма уменьшенном виде, что затрудняет их распознавание (например, плохо видны мелкие селения и проселочные дороги).

Следует различать *ортогональный* и *перспективный вид с самолета*. Местные предметы, наблюдаемые с самолета под углом до 45° (от вертикали), видны в плане; предметы же, наблюдаемые под большим углом, видны перспективно.

Предметы, находящиеся под самолетом и вблизи него, хорошо видны во всех своих очертаниях. Предметы, лежащие на некотором удалении от самолета и видимые перспективно, различаются хуже, так как об их очертаниях издали судить довольно трудно. Например, дорога с изгибом при перспективном наблюдении иногда кажется совершенно прямой и т. п. Необходимо научиться хорошо распознавать местные предметы как при ортогональном, так и при перспективном наблюдении.

Ориентировка по карте заключается в том, что летчик (штурман), сличая карту с местностью, опознает имеющиеся на местности ориентиры и по взаимному их расположению определяет свое местоположение. Для того чтобы успешно ориентироваться, летчик должен уметь отлично читать карту и иметь навык в сопоставлении условных знаков карт с зрительными впечатлениями местности.

Так как в полете высота меняется в довольно широких пределах и в зависимости от этого видимый масштаб мест-

ных предметов тоже меняется, то сопоставление карты с местностью, естественно, затрудняется. Поэтому к летчику предъявляется требование уметь ориентироваться в полетах на разной высоте. Скорость движения самолета весьма велика, причем особенно быстро проходят ориентиры под самолетом; поэтому летчик должен развивать в себе способность тратить на ориентировку минимальное время. Успешности ориентировки способствует хороший обзор с самолета, в особенности вперед. Хорошим обзором отличаются самолеты с расположением экипажа в носовой части. На двухместных самолетах разведывательного типа передний обзор в некоторой степени ограничен плоскостями самолета.

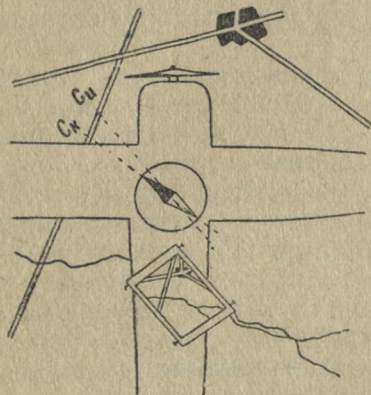


Рис. 56. Ориентировка карты по компасу

При ориентировке летчик должен смотреть вперед (между плоскостями самолета) и по сторонам. Внимание его не должно сосредоточиваться исключительно на ориентирах, лежащих непосредственно под самолетом, но должно захватывать возможно больший радиус, насколько позволяют условия видимости. Неопытные летчики склонны при ориентировке смотреть главным образом вниз, вследствие чего пропускают ориентиры (из-за быстроты движения) и даже вовсе теряют ориентировку. Карту при ориентировке надо держать так, чтобы она была ориентирована по странам света. Ориентируют карту по компасу, установленному в самолете, определяя по нему примерное положение истинного меридиана (рис. 56).

В полете ориентировка производится периодически через известные промежутки времени, в зависимости от обстановки полета. Найденное на карте действительное место самолета отмечается красным крестиком.

При ориентировке могут иметь место следующие случаи: 1) самолет находится над ориентиром или вблизи него; 2) самолет находится вблизи линейного ориентира и 3) ориентиры имеются на некотором удалении от самолета. В первом случае местоположение самолета определить сравнительно легко, в особенности если ориентир имеет характерные признаки, например город или озеро какой-либо особой

формы (рис. 57). Различать похожие ориентиры надлежит при точно ориентированной карте, по направлению линейных ориентиров и по детальным признакам (рис. 58).

Если самолет проходит вблизи линейного ориентира (дорога, река), направление или название которого штурману известно, то для определения местоположения самолета необходимо видеть вспомогательный ориентир, лежащий на линии линейного ориентира или вблизи него. Такими ориентирами, определяющими положение самолета, могут быть изгибы реки или дороги, перекрестки и стыки дорог, мосты, селения и т. п. Необходимость вспомогательных ориентиров очевидна, так как линейные ориентиры обыкновенно имеют большое протяжение. При отсутствии ориентиров вблизи самолета

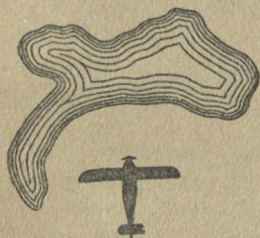


Рис. 57. Самолет у характерного ориентира

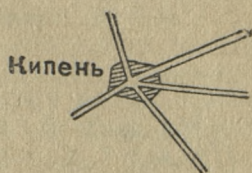
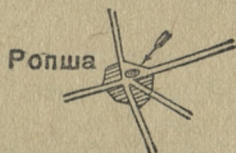


Рис. 58. Похожие ориентиры различаются по детальным признакам

определение местоположения производится по ориентирам, лежащим на некотором удалении от него. В этом случае для определения местоположения необходимо видеть одновременно два или три ориентира.

Найдя на карте ориентиры и мысленно оценивая удаление их от самолета, а также направление, в котором они находятся, можно определить, в каком месте примерно находится самолет в момент ориентирования. Для этого необходимо мысленно построить треугольник, вершинами которого являются два замеченных ориентира и самолет или все три ориентира, оценить положение самолета в этом треугольнике и затем отметить место на карте. Таковы основные правила общей и детальной ориентировки (рис. 59).

Особенности общей ориентировки заключаются в том, что при ней наблюдают главные ориентиры, причем сторона

ориентирного треугольника может доходить до 20—30 км. При детальной ориентировке уточнение мест положения производится по вспомогательным и детальным ориентирам;

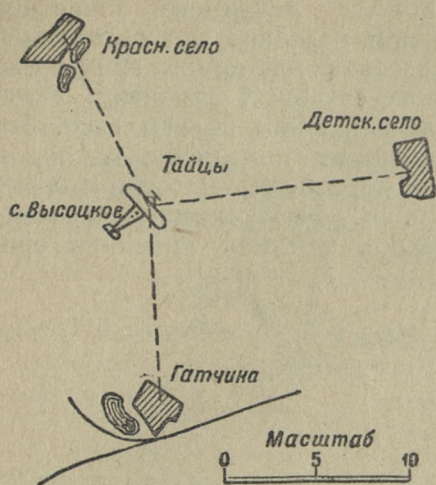


Рис. 59. Ориентировка

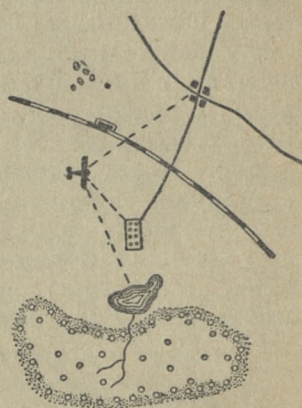


Рис. 60. Детальная ориентировка

в этом случае стороны ориентирного треугольника уменьшаются до 5—6 км.

Пример 1. Самолет, летящий из Красного села, проходит над селением, которое по конфигурации и по расположению дорог можно одинаково принять за Ропшу или за Кипень. При внимательном рассматривании ориентира в центре его замечен небольшой пруд. Судя по карте, пруд имеется в Ропше; следовательно, самолет пролетает над Ропшей.

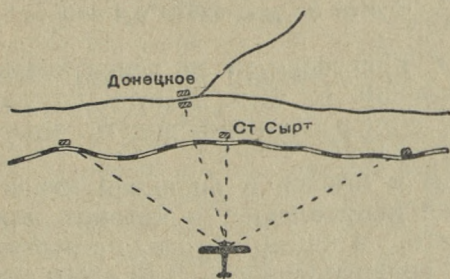


Рис. 61. Детальная ориентировка

Пример 2 (рис. 60). Самолет летит вдоль железной дороги, видна станция. Слева группа небольших озер и селение; справа усадьба и озеро. На карте группы озер и усадьбы нет, однако признаков достаточно для определения, что самолет в настоящий момент находится у станции.

Пример 3. Самолет должен выйти на ст. Сырт (рис. 61). На линии железной дороги видны три станции; которая из них ст. Сырт, по внешним признакам определить трудно. Обращая внимание на вспомогательные ориентиры, замечаем, что на карте вблизи ст. Сырт грунтовая дорога имеет некоторый изгиб и находится с. Донецкое. Следовательно, найти ст. Сырт уже не составит труда.

Пример 4. С самолета слабо видны контуры Детского села и несколько яснее Гатчина (опознана благодаря озеру). По сопоставлению видимости и положения ориентиров по карте находим, что самолет должен находиться примерно в районе Высоцкое — Тайцы. Для точного установления местоположения самолета необходимо наблюдать вспомогательные ориентиры (рис. 59).

Для успешности ориентировки летчик и штурман должны быть натренированы в любой момент в определении направления на север, независимо от курса самолета. Затем успешности ориентировки помогает общая ориентировка по площадным удаленным ориентирам, например группа озер на горизонте, большой лесной массив с какой-либо стороны маршрута и т. д.

Найденное на карте место самолета называется действительным местом (*ДМ*) и отмечается красным крестиком. Крестик ставят так, чтобы точка пересечения точно отмечала место на карте. Размер крестика около 1 см. Отметки места помечаются соответствующим показанием часов. Время указывается по 24-часовой системе.

В отличие от действительного места, всякое место, отмеченное на карте по каким-либо расчетам, называется расчетным местом (*РМ*).

§ 67. Определение местоположения самолета по расчету времени

Определение местоположения самолета по расчету времени является простейшим видом контроля пути, доступным не только штурману, но и летчику, совершающему полет без штурмана. Для применения этого способа необходимо знать путевую скорость и время прохода последнего ориентира. Чтобы определить время прохода какого-либо впереди лежащего ориентира, необходимо найти по карте расстояние до него и по путевой скорости рассчитать счетной линейкой продолжительность полета до него. Полученный интервал времени прибавить к записанному времени прохода по-

следнего ориентира (штурман записывает в боржурнал, летчик отмечает на карте). После этого следует ожидать в рассчитанное время проход ориентира, наблюдая за местностью и часами. Если действительное время прохода ориентира не совпадает с расчетным временем более чем на 1 мин., необходимо заново рассчитать путевую скорость, после чего определить момент прохода следующего ориентира.

При полетах над местностью, бедной ориентирами (степь, сплошные леса, море, льды), определяют расчетное место самолета за какой-либо интервал протекшего времени. Расчет производят счетной линейкой на основании путевой скорости и времени прохода последнего ориентира или последнего расчетного места.

Пример 1. Самолет прошел ИППМ в 6 час. Путевая скорость 380 км/час. От исходного пункта до следующего ориентира 142 км. Определить, когда будет пройден этот ориентир.

Решение. Устанавливаем треугольный индекс линейки на путевую скорость 380 км/час и против длины пути 142 км читаем: 22 мин. Следовательно, ориентир будет пройден в 6 час. 22 мин.

Пример 2. Самолет летит по маршруту Уил — Актюбинск — Орск. Актюбинск пройден в 10 час. 25 мин.; путевая скорость самолета 320 км/час. Местность — степь, ориентиров почти нет. Определить, где будет находиться самолет в 11 час.

Решение. Определяем интервал протекшего времени, вычитая из данного времени время прохождения ориентира (Актюбинска):

$$11 \text{ час.} - 10 \text{ час. } 25 \text{ мин.} = 35 \text{ мин.}$$

С помощью счетной линейки вычисляем пройденный путь. Для этого устанавливаем треугольный индекс линейки против деления 320 км/час на шкале «Путевая скорость», затем против цифры 35 мин. на шкале «Пройденный путь» читаем пройденное расстояние, равное 186 км. Найденное пройденное расстояние с помощью масштабной линейки откладываем на карте и получаем местоположение самолета для 11 час.

Точность определения местонахождения по расчету времени при отсутствии характерных ориентиров хороша в начале пути и на расстояниях до 100 км. Если длина этапа пути более 200 км, то точность понижается. Величина возможной ошибки (радиус вероятного местоположения) при этом способе достигает 2—3% длины пути.

Место самолета, найденное по расчету времени (*РМ*), отмечается на карте треугольником.

§ 68. Контроль пути наблюдением за изменением угла сноса

Сущность данного способа заключается в периодических измерениях угла сноса для того, чтобы знать, идет самолет по заданной линии пути или отклоняется от нее в сторону.

Если курс самолета оставался неизменным, а угол сноса изменился, то это значит, что фактический путевой угол самолета не совпадает с заданным путевым углом.

Контрольные промеры углов сноса производят не реже чем через 20 мин., особенно при полете в резко меняющуюся погоду.

Так как при промерах угла сноса почти всегда возможна ошибка в $1-2^\circ$, то при контрольных промерах обращают внимание главным образом на систематическое расхождение углов сноса расчетного и измеренного в полете, если это расхождение превышает 2° .

Контроль пути посредством измерения угла сноса является самым распространенным способом проверки направления движения самолета. Он применяется во всех дневных полетах.

Весьма необходимо применять данный способ в полетах над местностью, бедной ориентирами, а также в полетах над облаками, если при этом имеется возможность периодически производить промеры угла сноса и путевого скорости по времени прохода известных расстояний.

В этих случаях контрольные промеры угла сноса производят через каждые 10—15 мин. полета.

§ 69. Контроль пути посредством наблюдения за изменением ветра

Необходимость контроля пути, как известно, вызывается тем обстоятельством, что установленная в начале полета величина навигационных элементов по мере движения самолета по маршруту постепенно изменяется. Основной причиной, вызывающей изменения элементов, является перемена ветра. Скорость и направление ветра на высоте полета примерно сохраняются в течение $1-1\frac{1}{2}$ час. и в зоне, рав-

ной 100—200 км. Однако бывают случаи, когда на коротких дистанциях ветер меняется на 180° , например при движении шквала или грозы. В практике полетов имели место случаи, когда на протяжении 300—400 км пути скорость ветра изменялась от почти полного штиля до 50 км/час (рис. 62).

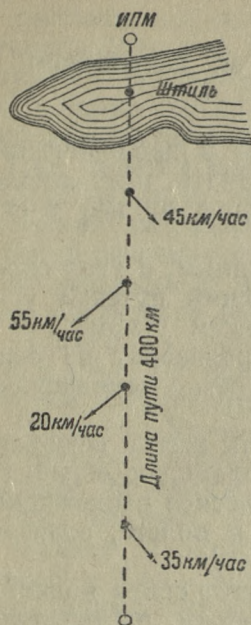


Рис. 62. Изменение ветра в маршрутном полете

Контрольные промеры ветра штурман производит не реже чем через каждый час полета. Лучшим способом определения нового значения ветра в маршрутном полете является способ измерения угла сноса и путевой скорости, проверенный пролетом контрольного ориентира. Можно также определять ветер по трем углам сноса, применяя маневр зигзага, при котором первый угол сноса измеряется на курсе следования, второй — на курсе, измененном на 30° , а третий — на курсе, измененном на 60° в обратную сторону. Продолжительность второго и третьего курсов берется примерно одинаковой. Для уменьшения возможного отклонения от линии пути зигзаги делаются поочередно в разные стороны (рис. 63).

Определив новое значение ветра, штурман находит средний ветер между только что определенным и ветром, полученным при предшествующем промере. Для этого старая и новая точки ветра соединяются прямой, посередине которой и будет средняя точка ветра. Для определения местонахождения самолета с

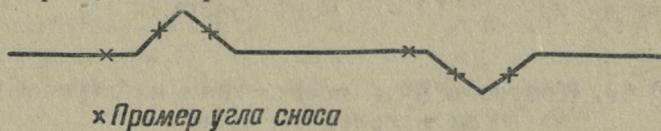


Рис. 63. Схема полета с периодическим промером углов сноса на трех курсах

учетом изменения ветра от последнего действительного или расчетного места делают прокладку пути по среднему ветру. Прокладка производится по путевому углу и путевой скорости, снятым по среднему ветру.

Данный способ контроля пути применяется при полетах над местностью, бедной ориентирами, и над морем. При этом способе контроля пути желательнее сохранять постоянную высоту, иначе прокладка усложнится изменением ветра по высоте.

Определить место самолета при изменении ветра возможно также посредством вектора изменения ветра.

Прямая линия, соединяющая две точки ветра на лимбе ветрочета, называется *вектором изменения ветра*. Величина и направление вектора указывают величину и направление отклонений.

Зная вектор изменения ветра, можно определить, в каком направлении и с какой скоростью самолет удаляется от заданной линии пути и где он в данный момент находится.

Чтобы нанести на карту местонахождение самолета, нужно определить величину смещения в километрах за истекший промежуток времени с момента предыдущего определения ветра (старой точки ветра) и затем с помощью транспорта отложить *половину его* от расчетного местонахождения на линии пути в направлении смещения. Найденная точка будет вероятным местонахождением самолета в данный момент времени.

Пример. Найденный вектор изменения ветра имеет направление 191° , скорость 32 км/час .

Определить величину вероятного смещения самолета за 30 мин. полета.

Решение. Самолет, отклоняясь от расчетных мест на линии пути со скоростью 32 км/час , за 30 мин. переместится на 16 км . Поэтому для определения местонахождения самолета нужно от места на маршруте, рассчитанного для данного момента полета, отложить в направлении 191° половину найденного смещения, т. е. 8 км . Полученная точка будет искомым вероятным местонахождением самолета.

Точность определения местоположения самолета описанным способом зависит от качества определения ветра и от систематичности промеров. Половина вектора изменения ветра берется потому, что ветер в пути меняется постепенно, исключая случаи грозы или шквала, и, следовательно, отклонение накапливается не сразу, а по мере изменения ветра. Если принять полное значение вектора изменения ветра, то местонахождение, найденное по этому вектору, будет ошибочным.

Данный способ контроля пути применяется в маршрутных полетах днем, при неблагоприятных условиях для ориентировки, когда не удастся каким-либо другим путем определить отклонение от линии пути, например когда полет происходит на небольшой высоте вследствие низкой сплошной облачности, когда полет происходит над облаками и земля видна изредка в разрывах (окнах) между облаками.

§ 70. Исправление курса следования в полете

Исправление курса следования в полете необходимо производить в том случае, если достоверно известно отклонение самолета от линии пути и величина его может повлечь за собой значительное отклонение от цели

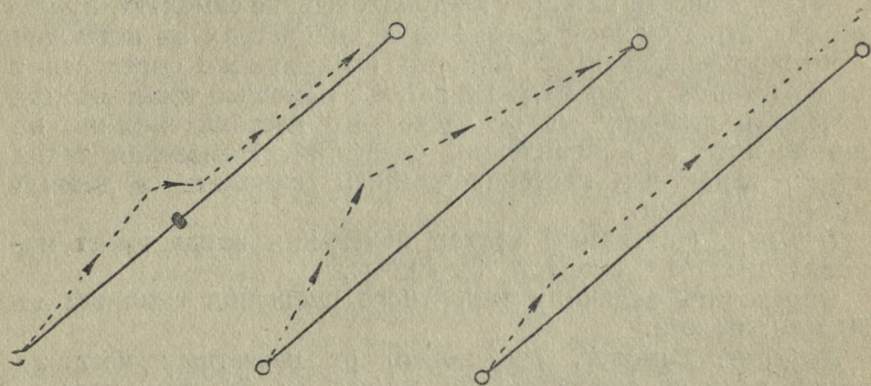


Рис. 64. Возможные способы исправления пути

(например, можно пройти вне видимости пункта прилета). При небольших отклонениях самолета от линии пути исправления курса можно не делать, так как еще возможно отклонение в обратную сторону, особенно при длинных этапах.

Определение отклонения от заданной линии пути производят у контрольных ориентиров. Летчик может определить величину отклонения по карте. Штурман определяет отклонение по карте или с помощью визира (по вертикальному углу и высоте полета).

Зная отклонение, можно на-глаз оценить, каково оно будет при выходе на следующий контрольный ориентир или пункт прибытия. Например, если в середине пути самолет

отклонится на 3 км, то в конце пути возможно отклонение на 6 км, и т. д. Определив вероятное отклонение в конце пути, следует решить, допустимо ли оно и нужно ли исправлять курс следования.

Если при прохождении контрольного ориентира замечено небольшое отклонение (1—2 км), то имеет смысл подойти к этому ориентиру и продолжать полет с тем же курсом следования.

Если обнаружено большее отклонение, то курс исправляют, причем полет продолжают либо от той точки, в которой находился самолет, либо выходят на ориентир и от него продолжают полет с исправленным курсом следования (рис. 64).

Летчик для исправления курса может пользоваться отметками, сделанными на карте при подготовке к полету. Определив место прохода самолета, он исправляет курс на величину поправки, указанной на карте.

Штурман определяет величину поправки с помощью счетной линейки.

При изменении курса от точки, в которой находился самолет при отклонении, поправка берется за пройденный и на оставшийся путь. При изменении курса от контрольного ориентира берется поправка только за пройденный путь. Поправка за пройденный путь заставляет самолет перемещаться параллельно линии пути. Поправка на оставшийся путь заставляет самолет двигаться на цель, сближаясь с заданной линией пути (рис. 65). После выхода на контрольный ориентир вторая поправка должна быть отброшена.

Пример. Пройдя с курсом 85° 120 км, самолет отклонился от контрольного ориентира влево на 6 км. До цели осталось 75 км. Определить поправку в курс.

Решение. Устанавливаем ромбический индекс счетной линейки на пройденный

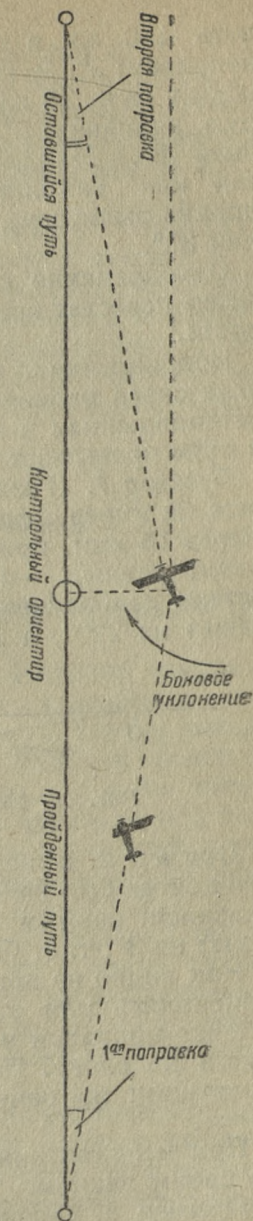


Рис. 65. Исправление курса следования по боковому отклонению

путь 120 км и против отклонения 6 км читаем первую поправку: 3° . Затем устанавливаем этот же индекс на оставшийся путь 75 км и против отклонения 6 км читаем вторую поправку: 5° . Следовательно, общая поправка должна быть 8° . Найденную поправку прибавляем к курсу, так как самолет отклонился влево (при отклонении вправо вычитаем), и получаем исправленный курс следования 83° .

Одновременно с изменением курса следования производится пересчет времени пролета ориентиров по путевой скорости.

Исправление курса по результатам контрольных промеров угла сноса производится в том случае, если разница между установленным в начале полета углом сноса и измеренным в пути превышает 2° .

Пример 1. (Разница в углах сноса $2-3^\circ$.) В начале полета на курсе следования в 220° угол сноса был равен -8° . Через 15 мин. при контрольном измерении угол сноса оказался равным -10° . Чтобы исправить курс следования, летчик доворачивает самолет на 2° , т. е. берет курс следования не 220° , а 222° (рис. 66).

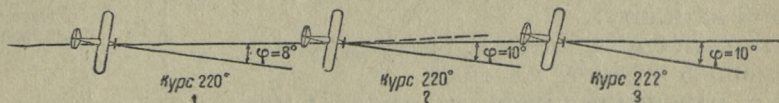


Рис. 66. Исправление курса следования по сносу

Пример 2. В начале полета на курсе следования в 70° угол сноса был равен $+11^\circ$. Через 20 мин. полета угол сноса оказался равным $+14^\circ$. Тогда летчик доворачивает самолет на 3° , т. е. берет курс следования не 70° , а 67° .

Как видно из примера, разницу в углах сноса приходится прибавлять или отнимать от курса следования.

Учет поправки в курс производится по правилу подбора курса по сносу. Поправка в курс получается посредством вычитания из ранее измеренного угла сноса нового угла сноса.

При исправлении курса поправка прибавляется к курсу со своим знаком.

Пример 3. (Разница между углами сноса более $5-6^\circ$.) Заданный путевой угол маршрута равен 168° . Магнитный курс следования 158° , угол сноса $+10^\circ$. Через 18 мин. полета при контрольном измерении угол сноса оказался рав-

ным $+17^\circ$. Тогда летчик доворачивает самолет на 7° , т. е. берет курс, равный 151° . После перемены курса тотчас же измеряет угол сноса и сравнивает фактический путевой угол с заданным. В случае их расхождения вновь изменяет курс, пока разница между заданным и фактическим путевым углом будет наименьшая.

При обнаружении значительного отклонения от линии пути (на 10 км и более) определяют новый заданный путевой угол на ближайший контрольный ориентир и рассчитывают (или подбирают) курс следования. Определение нового заданного путевого угла рекомендуется делать непосредственно транспортным. Так же поступают, когда известно не действительное, а расчетное место самолета (например, при контроле пути прокладкой по среднему ветру).

§ 71. Ведение бортового журнала при контроле пути

Результаты промеров при контроле пути штурман записывает в бортовой журнал.

Правильные и регулярные записи в бортовом журнале избавляют штурмана от необходимости запоминать ряд цифр и весьма облегчают контроль пути. В случае потери ориентировки бортовой журнал является важным средством для определения своего местонахождения. Поэтому штурман должен уметь правильно заполнять бортовой журнал. Записи ведутся по горизонтальным строкам и в соответствующих графах. Для каждого момента (промера и определения ветра, для расчета курса, контроля, исправления пути и т. п.) отводится целая строка. Никим образом нельзя смешивать все в одной строке, потому что в таком случае записи не будут понятны даже самому записывающему. Не обязательно заполнять сплошь все строки, если величина ранее записанных навигационных элементов не изменилась.

В бортовой журнал записываются только фактические данные. Расчетные данные записываются на карте у соответствующего ориентира. Затем в каждой строке должно быть записано время по часам (момент промеров или прохождения ориентиров) и место на заданной линии пути.

В графу «Заметки» вписывают все то, что необходимо запомнить и что не предусматривается графами бортового журнала.

Пример. Взлет 8 час. 20 мин. Давление воздуха на земле 760 мм, температура $+10^{\circ}$. В 8 час. 30 мин. пройден ИПМ с курсом 302° . Снос $+12^{\circ}$. Путевая скорость 365 км/час.

В 9 час. 15 мин. пройден ориентир Абакумово с отклонением 3 км влево. Исправленный курс 306° . Снос $+10^{\circ}$. В 10 час. 1 мин. пройден ориентир Кожаново. Курс 304° , снос $+14^{\circ}$, путевая скорость 372 км/час.

§ 72. Точность самолетовождения

При правильном использовании навигационных методов точность выхода самолета на цель обеспечена. Величина бокового уклонения при выходе на цель в среднем равна 1—2 км, а расхождение во времени не превышает 1—2 мин. при любом пройденном расстоянии от места вылета (при длине этапов 100—150 км).

При неблагоприятных атмосферных условиях точность выхода несколько понижается, но остается достаточной для успешного завершения полета.

Случай потери ориентировки при точном соблюдении правил контроля пути мало вероятны. Например, если на расстоянии 100 км вести самолет по курсу, равному заданному путевому углу, то при угле сноса в 10 — 12° он уклонится от цели на 18—20 км. Если при этом конечный ориентир достаточно велик и хорошо виден издали, то полет можно даже считать выполненным, так как самолет пройдет в зоне видимости ориентира.

Если же определить ветер и рассчитать курс следования, то самолет почти точно придет в назначенное место. Например, при угловом отклонении в середине пути на 1° боковое отклонение от ориентира будет менее 1 км.

Если допустить грубую ошибку в определении ветра или в расчете курса следования, то это весьма неблагоприятно отразится на выполнении полета. Например, если неправильно учесть большое магнитное склонение (10 — 15°), то самолет уклонится от цели на значительное расстояние. Если ошибиться в направлении ветра на 180° , то курс следования, рассчитанный по данному ветру, приведет самолет на 40—50 км в сторону от заданного ориентира (на дистанции в 100 км).

Применяя методы контроля пути, можно даже при ошибочных расчетах во-время обнаружить ошибку, исправить курс и привести самолет к месту назначения.

20 сентября 1941 г. Часть
 БОРТЖУРНАЛ №..... Летчик
 Ком. экипажа Штурман

| МАРШРУТ | M | ТЕМНОТА: | | | M | ВОСХОД ЛУНЫ: | | | M | ЗАХОД ЛУНЫ: | | | M |
|--|-----|----------|---|---|---|--------------|-----------|---|---|-------------|----|-----|---|
| | | H | V | W | | S | t | M | | Курсы | УС | МПУ | |
| ИПМ | МПУ | Н | В | W | S | t | М | Е | С | T | О | Г | О |
| ИПМ | | | | | | | Взлет | | | | | | |
| | | | | | | | ИПМ | | | | | | |
| | | | | | | | Абакумово | | | | | | |
| КПМ | | | | | | | Козаново | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | |
| Всего по маршруту | | | | | | | | | | | | | |
| Общая продолжительность полета | | | | | | | | | | | | | |
| Запас горючего на ч. м. | | | | | | | | | | | | | |
| избыток на ч. м. | | | | | | | | | | | | | |
| Порядок самолетовождения | | | | | | | | | | | | | |
| Особые указания | | | | | | | | | | | | | |
| Погода по маршруту | | | | | | | | | | | | | |
| Посадка | | | | | | | | | | | | | |
| $\delta = 268^\circ$ $U = 30$ км/час Откл. 3 км влево | | | | | | | | | | | | | |

Продолжительность полета час,-мин.

Подпись

Задание:

§ 73. Контроль пути посредством пеленгации

Сущность данного метода контроля пути заключается в определении с самолета *курсовых углов и дистанций* ориентиров, положение которых может быть найдено на карте.

Одновременное измерение курсового угла и дистанции ориентира дает возможность отметить на карте местоположение самолета, а два последовательных измерения позволяют определить фактический путевой угол и путевую скорость самолета.

Определение курсовых углов и дистанций производится визиром ОПБ-1 или навигационным визиром НВ-5.

Для удобства нанесения на карту линий пеленгов курсовые углы переводятся в истинные обратные пеленги. Это весьма необходимо, так как положение самолета неизвестно, и линии пеленгов проводят не от самолета, а от известного по карте ориентира. Переход от курсового угла к истинному пеленгу производится по формуле:

$$ИОП = КУ + ИК + 180^\circ,$$

где *ИОП* — истинный обратный пеленг, *КУ* — курсовой угол, *ИК* — истинный курс.

Если при сложении результат получается больше 360° , то из него вычитают 360° .

Пример. На истинном курсе, равном 315° , измерен курсовой угол ориентира, равный 105° .

Найти истинный обратный пеленг этого ориентира.

Решение. Истинный обратный пеленг равен:

$$315^\circ + 105^\circ + 180^\circ = 600^\circ - 360^\circ = 240^\circ.$$

Нанесение линии пеленга на карту производится с помощью транспортира. Для этой цели через пеленгуемый ориентир проводят отрезок истинного меридиана и от него по найденному значению истинного обратного пеленга строят линию пеленга.

Способов контроля пути посредством пеленгации имеется несколько. Основные способы таковы: 1) контроль пути пеленгом и дистанцией бокового ориентира; 2) контроль путевого угла последовательным пеленгованием визирной точки; 3) контроль путевого угла и путевой скорости последовательным пеленгованием и измерением дистанций боковой визирной точки; 4) контроль пути последовательным пеленгова-

нием одного ориентира; 5) контроль пути одновременным пеленгованием двух ориентиров.

Контроль пути посредством пеленгации и измерения дистанций применяется в маршрутных полетах для точного определения местоположения самолета с целью последующего исправления пути. Главным образом он применяется при продолжительных полетах над местностью, бедной ориентирами, полетах над морем вблизи берегов и в ночных полетах. Основным условием для применения этого метода является наличие хорошо сличимых с картой ориентиров.

Точность определения местоположения самолета посредством пеленгации зависит от точности измерения, вычисления и нанесения на карту линий пеленгов. Средняя точность определения курсового угла с самолета составляет 2° . Средняя точность дистанции (по высоте полета) составляет $+0,1$ высоты полета (при условии, если известен рельеф местности). Радиус возможной ошибки при определении местоположения в среднем достигает 3—5 км.

При всяком пеленговании необходимо точно записывать время отсчетов, так как найденное по пеленгам местоположение самолета будет соответствовать местоположению в момент отсчетов.

§ 74. Определение места самолета по пеленгу и дистанции бокового ориентира

Метод определения местоположения самолета по пеленгу и дистанции является наиболее простым по сравнению с остальными способами пеленгации. Он заключается в том, что штурман с помощью визира измеряет одновременно курсовой и вертикальный углы контрольного ориентира, записывая при этом момент измерения и истинный курс самолета. После этого, пользуясь счетной линейкой, рассчитывает дистанцию ориентира (по истинной высоте и измеренному вертикальному углу) и переводит отсчитанный курсовой угол в истинный обратный пеленг. Далее, он проводит на карте от соответствующего контрольного ориентира линию обратного пеленга и на ней откладывает в масштабе карты отрезок, равный найденной дистанции. Полученная на карте точка будет искомым местоположением самолета в момент пеленгования. На практике этим приемом пользуются для определения бокового отклонения от линейного ориентира, т. е. производят определение вертикального угла в тот момент, когда курсовой угол ориентира близок к 90 или 270° .

Пример. В 15 час. на истинном курсе самолета, равном 100° , с высоты 1 500 м измерены курсовой и вертикальный углы ориентира оз. Кум-Кум (рис. 67). Первый оказался равным 60° , второй — 80° . Определить по этим данным местоположение самолета.

Решение. Находим истинный обратный пеленг: $100^\circ + 60^\circ + 180^\circ = 340^\circ$. Рассчитываем счетной линейкой дистанцию, равную 8,5 км (по высоте полета и вертикальному углу 80°). Проводим через ориентир отрезок истинного



Рис. 67. Определение места самолета по пеленгу и дистанции

меридиана и строим при нем линию пеленга. На линии пеленга откладываем расстояние, равное измеренной дистанции 8,5 км, и получаем искомое местонахождение самолета для 15 час.

Описанный способ пеленгации в маршрутных полетах применяется для контроля и исправления пути, если фактическое местоположение самолета не может быть точно определено непосредственной ориентировкой по карте. Этот способ выгоден в

том случае, если удаление бокового ориентира от линии пути менее 15 км; при больших дистанциях целесообразно применять способ последовательного пеленгования. Точность данного способа зависит от точности измерения курсового угла, точности определения высоты и от величины дистанции. В среднем радиус возможной ошибки составляет 10% измеренной дистанции. Основным условием применения этого способа являются видимость и возможность сличения с картой одного ориентира.

§ 75. Контроль путевого угла последовательным пеленгованием визирной точки

Для определения фактического путевого угла штурман производит измерения через произвольные, но равные промежут-

быть также произведена при помощи вспомогательного построения (рис. 69). Для этого на одной из крайних линий

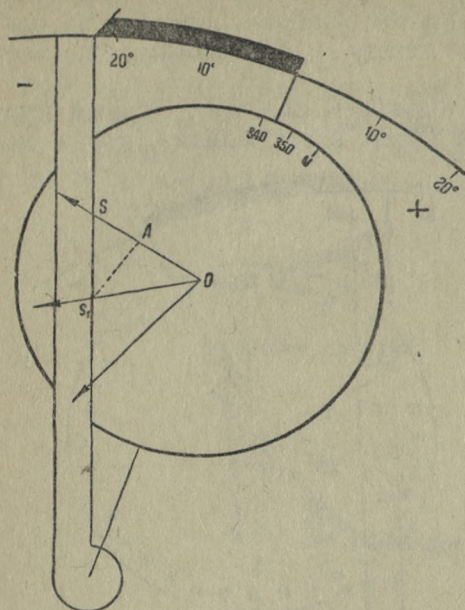


Рис. 69. Определение фактического путевого угла пеленгацией (2-й вариант)

берега, в тех случаях, когда визирные точки расположены далеко от самолета.

§ 76. Контроль путевого угла и путевой скорости последовательным пеленгованием и измерением дистанций одного ориентира

Сущность данного метода заключается в последовательных измерениях курсовых углов и дистанций какой-либо визирной точки с целью построения на карте линии фактического пути самолета.

Работа происходит следующим образом.

Штурман замечает боковую визирную точку, измеряет ее курсовой и вертикальный углы, записывая при этом момент измерения и истинный курс самолета. Примерно через 2 мин. после первого измерения вторично измеряет курсовой и вертикальный углы той же точки. После этого проводит на карте

пеленгов откладывают от центра ветрочета отрезки OA и OS , причем OS вдвое больше OA . Из точки A проводят прямую, параллельную другой крайней линии пеленга, до пересечения со средней линией пеленга (точка S_1). Линейка ветрочета устанавливается так, чтобы обрез ее проходил через точки S и S_1 .

Определение угла сноса по боковой визирной точке может быть произведено и без последующей обработки на ветрочете способом, указанным в § 29.

Описанный способ определения фактического путевого угла применим для контроля пути при полетах ночью и полетах над морем, когда видны

(или листе бумаги) через условно намеченную визирную точку отрезок истинного меридиана, строит при нем обе линии пеленгов и откладывает на них измеренные дистанции. Полученные точки местоположения самолета соединяет прямой линией. Эта прямая будет линией фактического пути самолета. Измерив направление ее относительно меридиана, получим фактический путевой угол самолета. Измерив длину отрезка в масштабе карты и зная промежуток времени между обеими пеленгациями, вычисляем путевую скорость с помощью счетной линейки.

Для получения более точных результатов весьма полезно производить третье контрольное измерение курсового угла и дистанции той же визирной точки. Найденное третье положение самолета дает возможность проверить точность предыдущих измерений. Если прямая, соединяющая две точки местоположения самолета, проходит через третью точку и путевые скорости, найденные для каждого двух наблюдений, примерно равны, то измерения и расчеты считаются произведенными достаточно точно.

Обработка результатов пеленгации по данному способу может быть произведена не только на листе бумаги, но и на ветрочете. Последнее даже удобнее в условиях работы в кабине самолета.

В тех случаях, когда требуется найти только фактический путевой угол (без определения путевой скорости), дистанции визирной точки могут быть рассчитаны по произвольной, но одинаковой высоте полета (условные дистанции).

Порядок работы с ветрочетом при обработке результатов пеленгации следующий.

1) Установить лимб ветрочета на произвольную воздушную скорость.

2) Установить лимб ветрочета на отсчет первого курсового угла, а линейку на 0, после чего, пользуясь шкалой линейки, отложить в любом масштабе от центра лимба вниз первую дистанцию, отметив ее точкой.

3) Установить лимб ветрочета на отсчет второго курсового угла и точно таким же образом отложить вторую дистанцию и наметить вторую точку.

4) Установить лимб ветрочета на N , а линейку — параллельно прямой, соединяющей обе точки, после чего на шкале сносов отсчитать угол сноса (рис. 70).

5) Найти фактический магнитный путевой угол, прибавив угол сноса к магнитному курсу самолета.

б) Измерить линейкой (в принятом масштабе) длину отрезка, заключенного между точками, и на основании времени, прошедшего между обеими пеленгациями, рассчитать путевую скорость.

Пример. На магнитном курсе, равном 250° , произведено два последовательных измерения курсовых углов и дистанций бокового ориентира:

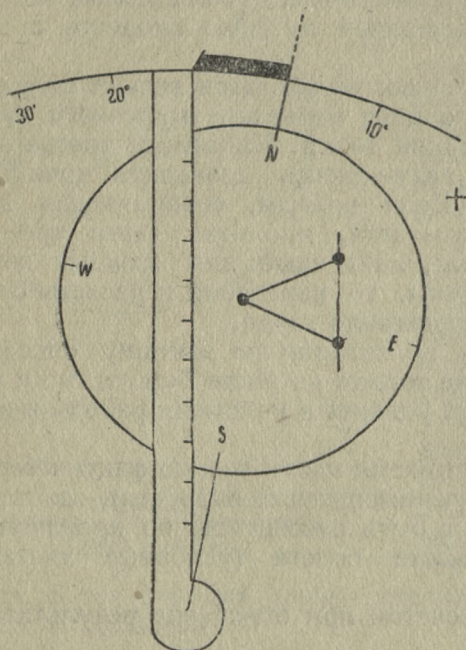
первый курсовой угол равен 225° и дистанция — 15 км; второй курсовой угол равен 235° и дистанция — 13 км.

Второе измерение было сделано через 3 мин. после первого. Определить угол сноса, фактический магнитный путевой угол и путевую скорость самолета.

Решение. Устанавливаем на ветрочете произвольную воздушную скорость. Ставим лимб ветрочета на первый курсовой угол и, пользуясь линейкой, отмечаем на лимбе первую дистанцию. Затем устанавливаем лимб на второй курсовой угол и отмечаем вторую дистанцию (выбираем масштаб:

Рис. 70. Определение путевого угла по пеленгам и дистанциям

10 км/час линейки равны 5 км дистанции). Соединяем обе точки линией. Устанавливаем лимб на *N*. Не сдвигая лимба, устанавливаем линейку параллельно линии, соединяющей обе точки, после чего на шкале сносов читаем угол сноса -4° . Измеряем принятым масштабом длину отрезка, заключенного между точками, и получаем 7 км, т. е. расстояние, пройденное самолетом за 3 мин. С помощью счетной линейки рассчитываем путевую скорость, равную 140 км/час. Прибавляя найденный угол сноса к магнитному курсу самолета, получаем фактический магнитный путевой угол, равный 236° .



Данный способ контроля пути применяется в маршрутных полетах при неблагоприятных атмосферных условиях, когда пространство под самолетом закрыто облаками и видны лишь боковые визирные точки. С большим успехом этот способ может быть применен ночью для определения сноса и путевой скорости по боковым светящимся точкам. Особенностью данного способа является то, что для определения сноса, путевого угла и путевой скорости не требуется знать положение точки. Это весьма удобно для ночного полета.

§ 77. Контроль пути последовательным пеленгованием ориентира

Способ последовательного пеленгования одного ориентира заключается в следующем.

Штурман, заметив сличимый с картой ориентир, измеряет его курсовой угол, записывает момент измерения и истинный курс самолета. Затем через некоторый промежуток времени, достаточный для того, чтобы курсовой угол ориентира изменился градусов на 50, измеряет второй раз курсовой угол того же ориентира, отмечая при этом момент измерения. После этого штурман переводит измеренные курсовые углы в истинные обратные пеленги, проводит через запеленгованный ориентир отрезок меридиана и строит при нем линии обоих пеленгов. Далее проводит через ориентир линию фактического путевого угла самолета и на ней откладывает (в направлении движения) путь, пройденный самолетом за промежуток времени между обеими пеленгациями. Через полученную точку проводит прямую, параллельную линии первого пеленга, и в точке пересечения ее с линией второго пеленга получает искомое местоположение самолета в момент взятия второго пеленга.

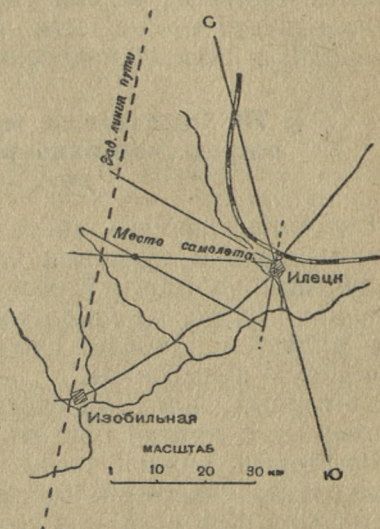


Рис. 71. Определение места самолета по двум пеленгам одного ориентира

Пример. Фактический путевой угол самолета 207° . Первый обратный пеленг ориентира г. Илецк измерен в

8 час. 30 мин. и оказался равным 318° . Второй обратный пеленг того же ориентира измерен в 8 час. 36 мин. и оказался 270° . Путевая скорость самолета 130 км/час.

Определить местоположение самолета в момент взятия второго пеленга.

Решение. Проводим отрезок истинного меридиана через запеленгованный ориентир и строим при нем обе линии пеленгов (рис. 71). Проводим через ориентир линию фактического путевого угла самолета. Определяем расстояние, пройденное самолетом за промежуток времени между обеими пеленгациями — 13 км, — и откладываем его на линии путевого угла в направлении движения самолета. Через полученную точку проводим линию первого пеленга (параллельную прямую) и получаем искомое местоположение самолета в 8 час. 36 мин.

Данный способ применяется в том случае, когда пеленгуемый ориентир весьма удален от самолета. Точность способа зависит от точности знания путевого угла и путевой скорости в момент измерения.

§ 78. Определение местоположения самолета посредством одновременного пеленгования двух ориентиров

Сущность данного способа заключается в одновременном измерении курсовых углов двух ориентиров с целью получения на карте пересечения линий пеленгов, определяющих положение самолета в момент пеленгации. Этот способ является наиболее сложным по сравнению с другими способами пеленгации.

Во-первых, при этом способе необходимо выбирать два сличимых с картой ориентира.

Во-вторых, важно, чтобы курсовой угол одного из ориентиров мало изменялся от движения самолета, т. е. лежал в направлении носа или хвоста самолета.

В-третьих, необходимо, чтобы ориентиры находились на достаточном угле удалении друг от друга (не менее 30° и не более 150°).

Для получения точных результатов определения местоположения по этому способу необходимо измерение курсовых углов производить по возможности одновременно. Иногда бывает достаточно измерить сначала курсовой угол первого ориентира, затем второго и затем опять первого. Если взять среднее значение курсового угла первого ориен-

тира, то этим в некоторой степени ликвидируется ошибка на смещение самолета за промежуток времени между обеими пеленгациями.

Пример. С самолета, идущего с истинным курсом, равным 330° , одновременно измерены курсовые углы двух ориентиров. Курсовой угол первого ориентира равен 290° и второго ориентира 230° .

Определить местоположение самолета.

Решение. Переводим курсовые углы в истинные обратные пеленги и получаем: первый истинный пеленг равен 260° и второй — 200° . Проводим на карте через каждый запеленгованный ориентир отрезки истинного меридиана и строим линии обоих пеленгов. Пересечение линий пеленгов дает искомую точку местоположения самолета (рис. 72).

Данный способ определения местоположения самолета применяется в маршрутных полетах над морем вблизи берегов и в ночных полетах. Точность способа зависит от угла пересечения линий пеленгов и от одновременности измерения курсовых углов. Радиус возможной ошибки в определении местоположения этим способом составляет около 8% расстояния между обоими ориентирами.

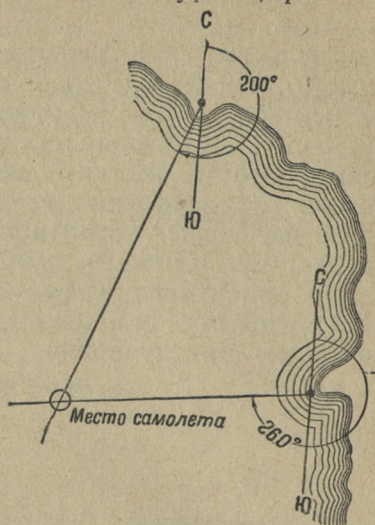


Рис. 72. Определение места по пеленгам двух ориентиров

§ 79. Причины потери ориентировки

Чтобы застраховать себя от потери ориентировки, необходимо тщательно готовиться к полету и изучать по карте район предстоящего полета. В полете необходимо умело сочетать ориентировку по земным ориентирам с методами контроля пути по расчету времени. На местности может быть много похожих местных предметов, перекрестков дорог, селений, слияний мелких рек и т. п. Проверая полет по компасу, по пройденному расстоянию и времени, а также и по ориентирам, экипаж в любой момент может определить свое местонахождение, а в этом и заключается

сущность сохранения ориентировки. Весьма важно, чтобы весь летный состав был натренирован в ориентировке на низких высотах, в особенности на бреющих полетах, так как весьма часто метеорологическая обстановка заставляет снижать заданную высоту, «прижиматься» к земле, а это при недостаточной тренировке ведет к потере ориентировки. Однако, как бы тщательно ни был подготовлен полет, все же не исключается возможность потери ориентировки, хотя бы временно. Воздушная обстановка так богата неожиданностями, что не всегда удастся все предвидеть, и поэтому потеря ориентировки не исключена. Если, несмотря на все принятые меры, ориентировка оказывается потерянной, то необходимо уметь ее восстановить. Результаты восстановления ориентировки будут тем успешнее, чем скорее обнаружится потеря и чем быстрее будет приступлено к восстановлению ориентировки.



Рис. 73. Потеря ориентировки (пример 1)

Пример 1. Маршрут полета: Чкалово, Никольская, ст. Сырт, Донецкая, Емангулово (рис. 73). Следуя вдоль линейного ориентира (р. Урал), летчик не вел контроля пути по времени. В результате самолет проходит заданный поворотный пункт маршрута (Никольская) и выходит на другой похожий ориентир — Городищенская. Будучи уверен, что это и есть заданный пункт маршрута, летчик берет курс на север и выходит на ст. Переволоцкая. Принимает эту станцию за ст. Сырт и идет дальше. В дальнейшем, вместо ожидаемого пункта, самолет пролетает над незнакомой местностью. Начинается блуждание в поисках ориентира и окончательная потеря ориентировки.

Причины потери ориентировки. Плохая подготовка к полету (карта не изучена как следует). Отсутствие контроля пути по времени. Наличие на местности похожих ориентиров и неумение их распознать по вторичным признакам.

Пример 2. Полет происходил при ясном небе, но при плохой видимости (сильная дымка). Экипаж самолета правильно вышел на заданный пункт (Воскресенская) (рис. 74).

На обратном пути летчик взял направление на-глаз, полагая, что выход на аэродром обеспечен хорошим линейным ориентиром (большая река). В действительности самолет вышел значительно левее цели. Считая, что вышел правильно, летчик взял курс влево вдоль реки и ожидал появления своего аэродрома. В результате — потеря ориентировки и посадка для опроса жителей.

Причины потери ориентировки. Игнорирование аэронавигационных расчетов.

Ориентировка преимущественно по земным ориентирам без проверки взятого направления по компасу. Неумение восстановить ориентировку сличением карты с местностью.

Пример 3. Вследствие низкой облачности полет происходил на высоте 75—100 м. За 50—70 км от аэродрома штурман отвлекся от наблюдения за землей и компасом (исправляя бортовой журнал), полагая, что аэродром близко и летчик приведет самолет к аэродрому (рис. 75). Между тем самолет отклонился севернее железной дороги (дорога в этом месте делает крутой изгиб). Через некоторое время летчик потребовал курс. Штурман, будучи уверен, что находится южнее



Рис. 74. Потеря ориентировки (пример 2)

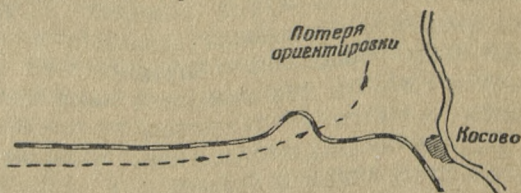


Рис. 75. Потеря ориентировки (пример 3)

Косово, дает летчику курс на северо-восток. Вопреки ожиданиям, самолет на аэродром не пришел, а пролетал над незнакомой местностью. На блуждание было затрачено 40 мин., пока ориентировка не была восстановлена.

Причина потери ориентировки. Излишняя уверенность штурмана в летчике («до аэродрома недалеко — летчик приведет»). Переоценка летчиком штурмана и общее невнимательное отношение к ориентировке.

Таких примеров можно привести много. Например, летчик рассчитал курс следования правильно, а по компасу допустил ошибку (вместо 203° взял курс 230°). Штурман при измерении углов сноса перепутал их знаки и ошибся в ветре на 180° , в результате чего самолет отклонился на 50 км от цели. При отходе от исходного пункта летчик пошел по похожему линейному ориентиру и попал в совершенно другое место, и т. д.

§ 80. Способы восстановления ориентировки

Как только установлен факт потери ориентировки, экипаж самолета должен, не теряя времени, принять соответствующие меры для ее восстановления.

Первой мерой являются отметка момента потери ориентировки и запись курса самолета. Второй мерой является прекращение движения самолета в прежнем направлении; для этого необходимо привязаться к какому-либо ориентиру и сделать над ним несколько кругов, тем временем пытаясь оценить создавшееся положение.

Дальнейшими мерами восстановления ориентировки являются следующие действия.

1) Сличение карты с местностью с целью опознания видимых ориентиров.

2) Набор высоты (в случае потери ориентировки в полетах на малой высоте) для увеличения радиуса обозреваемого пространства.

3) Выход на крупный точечный (большое селение), площадной (озеро, группа озер) или линейный ориентир (река, шоссе, железная дорога), видимые с самолета.

4) Полет в сторону линейного ориентира, не видимого с самолета, но находящегося, судя по карте, недалеко от района потери ориентировки.

5) Полет в сторону своего расположения, если ориентировка потеряна над противником или вблизи государственной границы.

6) Расчет местонахождения самолета по данным, записанным в бортовом журнале.

7) Определение местонахождения самолета методами радио- и астрономической ориентировки.

Определение местонахождения самолета при потере ориентировки посредством сличения карты с местностью — дело довольно трудное. Небольшие селения, реки и дороги опознаются с трудом, если не известен, хотя бы приближенно, район потери ориентировки. Иногда бывает неузнаваема местность, над которой пролетали несколько раз (например, при выходе из облаков). Восстановление общей ориентировки посредством сличения карты с местностью удастся только в случае видимости характерных и крупных ориентиров. Восстановление детальной ориентировки производится почти исключительно методом сличения карты с местностью или посредством методов пеленгации.

Набор высоты при восстановлении ориентировки практикуют в том случае, если высота полета была мала. Выход на крупный ориентир, точечный или площадной, видимый с самолета, — мера весьма хорошая, вполне обеспечивающая восстановление ориентировки. Подойдя к такому ориентиру, его легко можно опознать по вспомогательным признакам и тем самым восстановить ориентировку.

Выход на видимый с самолета линейный ориентир не всегда означает восстановление общей ориентировки.

Линейный ориентир имеет обыкновенно большое протяжение, и потому трудно судить о том, в каком именно его месте вышел самолет. Поэтому, подойдя к линейному ориентиру, летят некоторое время вдоль него, обращая внимание на вспомогательные ориентиры и стараясь сличить карту с местностью.

Вопрос о том, в какую сторону двигаться вдоль линейного ориентира, решается в зависимости от задания и обстановки полета. Во всяком случае лететь надо туда, где, по всем признакам, можно встретить ориентиры, удобные для опознания, например пересечение линейного ориентира с другим ориентиром; если ориентир — река, то не впадает ли она в другую реку, и т. п. Обязательно также обратить внимание на направление линейного ориентира (определить по компасу) для проверки правильности его определения. После восстановления потерянной ориентировки следует измерить заданный путевой угол до ближайшего контрольного ориентира, определить как можно точнее ветер и рассчитать курс следования и путевую скорость. Восстановление ориен-

тировки посредством выхода на линейный ориентир, не видимый с самолета, но, судя по карте, находящийся недалеко от района потери ориентировки, производится таким же способом. Ориентир выбирается такой, чтобы не пролететь мимо, не заметив его (рис. 76).

Полет в сторону ориентира лучше всего производить по компасу с приближенным курсом и притом в перпендикулярном направлении к линии ориентира. В случае потери ориентировки над расположением противника или вблизи

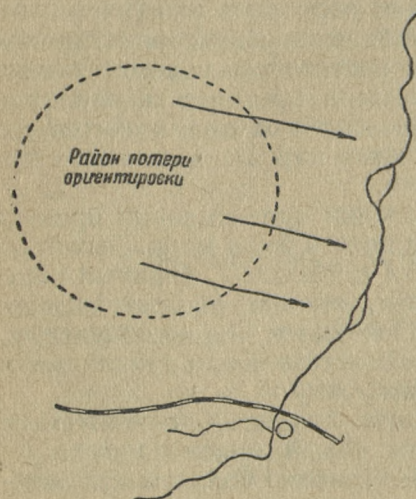


Рис. 76. Восстановление ориентировки выходом на линейный ориентир

государственной границы необходимо, не теряя времени на восстановление ориентировки, лететь, пользуясь компасом, по курсу, который с достоверностью ведет на свою территорию. Если и на этом курсе восстановить ориентировку не удастся, то надо лететь до полного израсходования бензина, пока есть хоть малейшее подозрение в том, что самолет не находится над своим расположением.

При правильном выполнении навигационной работы возможность потери ориентировки мало вероятна, исключая случаи продолжительного полета без видимости земли и, следовательно, без контроля пути. Бор-

товой журнал с правильными и своевременными записями в таком случае будет основным средством для восстановления ориентировки. Как только обнаружена потеря ориентировки, дальнейший полет по курсу прекращают, определяют ветер и на основании новых данных откладывают на карте пройденный путь и тем самым определяют местонахождение самолета.

Если экипаж самолета натренирован в радио- и астрономическом ориентировании, то восстановление ориентировки производится этими способами.

Важное значение при восстановлении потерянной ориентировки имеет наличие у экипажа запасной карты района полета более мелкого масштаба, так как при потере ориен-

тировки самолет может отклониться за пределы карты, вложенной в планшет. Находчивость и сообразительность экипажа также являются немаловажным условием для успешности восстановления ориентировки. Самое главное — не поддаваться панике и не допускать беспорядочного метания из стороны в сторону в поисках необходимого направления. Нужно спокойно оценить создавшееся положение и принять соответствующие меры. Если принятыми мерами не удастся восстановить ориентировку, делают посадку вблизи населенных пунктов или станций железных дорог.

Пример 1. Самолет шел по маршруту Лигово — Волово. В районе дер. Гостилицы работа мотора стала неудовлетворительной, и летчик стал снижаться. На высоте 200—300 м мотор снова хорошо заработал, и летчик предложил штурману дать направление. Но штурман не смог ориентироваться и указать необходимое направление, так как вследствие перемены высоты потерял детальную ориентировку. Поэтому он предложил летчику набрать высоту 1 000 м, после чего сличил карту с местностью и восстановил ориентировку.



Рис. 77. Восстановление ориентировки (к примеру 2)

Пример 2. Самолет шел по маршруту Чернигов — Мена — Борзна — Нежин — Чернигов (рис. 77). Вследствие большой высоты и не вполне удовлетворительных условий видимости пройдена незамеченной ж.-д. линия Бахмач — Нежин. Так как ожидаемая линия ж. д. не была встречена, то летчик решил лететь дальше в том же направлении. Через некоторое время пришлось констатировать факт потери ориентировки. Сличение карты с местностью не дало положительных результатов. Однако на горизонте летчик заметил блеск воды, повидимому от группы озер. На карте, вложенной в планшет, таких признаков не было. Так как запасной карты не имелось, то летчику пришлось вынуть карту из планшета и развернуть ее, причем оказалось, что озера должны быть в районе станции Ичня. Отсюда было заключено, что самолет находится в районе станции Ичня. Определив таким образом район потери ориентировки, летчик взял курс в сто-

рону Нежин, но с таким расчетом, чтобы можно было в случае просмотра все же выйти на линию ориентира — реки Десна. Через некоторое время полета по новому курсу замечены сходящиеся линии дорог — признак близости большого населенного пункта, а вскоре показался и сам город Нежин.

Пример 3. В полете по маршруту Москва — Серпухов была допущена ошибка при установке курса по компасу. Спустя расчетное время справа появился город. Полагая, что это и есть Серпухов, летчик повернул вправо и вышел на город. Однако при сличении карты с местностью оказалось, что это не Серпухов, а какой-то другой город (рис. 78). Полагая,

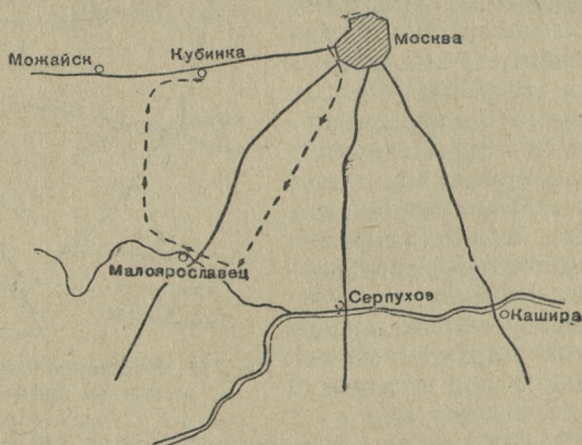


Рис. 78. Восстановление ориентировки (к примеру 3).

что это Кашира (в действительности это был Малоярославец), летчик повернул на запад и через некоторое время убедился, что ориентировка потеряна. Для восстановления ориентировки взял курс на север (чтобы выйти на Москву). В дальнейшем, сличая карту с местностью, вышел на ж. д. Москва — Можайск и восстановил ориентировку по ст. Кубинка.

Восстановление ориентировки по записям в бортовом журнале производят при отсутствии больших линейных ориентиров в районе полета и в случаях значительного отклонения самолета от линии пути. Способ заключается в прокладке на карте и нахождении расчетного места. Прокладку ведут от последнего правильно пройденного ориентира (от последнего ДМ самолета) по истинным курсам, продолжитель-

ности их и воздушной скорости (штилевая прокладка) (рис. 79). В результате на карте получают «штилевую точку», в которой должен находиться самолет, если бы не было ветра. От полученной точки откладывают в направлении среднего ветра отрезок, равный по величине смещению самолета под действием ветра за время от последнего ДМ самолета до момента потери ориентировки. Величину смещения определяют счетной линейкой, устанавливая против скорости ветра треугольный индекс, а против времени читают искомое смещение. Конец отложенного отрезка дает на карте расчетное место самолета. После этого сличают карту с местностью и, если не удастся восстановить ориентировку, рассчитывают курс следования на ближайший ориентир или к месту назначения.

При полете без штурмана летчик может восстановить ориентировку глазомерной прокладкой на карте, если он записывал курсы и время, а также имел сведения о ветре на высоте полета (по данным метеорологической станции). Для прокладки он переводит компасные курсы в истинные и подсчитывает в уме длину пути на каждом курсе (по воздушной скорости). Затем глазомерно прокладывает эти курсы и расстояния на карте (в масштабе карты) и получает «штилевую точку». От штилевой точки откладывает смещение самолета ветром (подсчитывает в уме) и получает расчетное место.

При достаточной тренировке РМ получается с точностью 5—10 км.

После нахождения РМ летчик берет курс на ближайший ориентир. Во время работы по прокладке необходимо становиться в пологий круг около какого-либо ориентира.

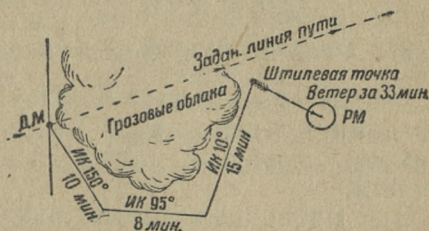


Рис. 79. Восстановление ориентировки прокладкой на карте

ОСОБЕННОСТИ САМОЛЕТОВОЖДЕНИЯ
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УСЛОВИЯХ

§ 81. Особенности самолетовождения на больших высотах

В полетах на высоте 5 000 м и выше основные методы навигации применяются с некоторыми изменениями, необходимость которых вызывается особенностями высотного полета.

Для набора высоты 5 000 м, как известно, требуется значительное время. Набирать такую высоту над местом взлета крайне невыгодно, так как при этом летное время тратится непроизводительно. Поэтому при совершении маршрутных полетов на больших высотах набор высоты производится в пути. Наиболее приемлемым способом вывода самолета на путь в этом случае является подбор курса следования, так как он обеспечивает малое отклонение от заданной линии пути за время набора высоты.

Подбор заключается в следующем.

Высота набирается с курсом, равным заданному путевому углу. На высоте 1 000 м промеряется угол сноса, и курс исправляется на величину, равную углу сноса, но противоположную по знаку. На высотах 2 000, 3 000 м и т. д. также производят промеры угла сноса, но курс исправляется уже на разницу угла сноса против измеренного на высоте 1 000 м.

Пример. Заданный путевой угол 220°. Магнитное склонение $+10^\circ$, девиация -2° .

Поэтому компасный курс для выхода на путь берем равным 212° . На высоте 1 000 м измеряем угол сноса и получаем $+10^\circ$. Исправляем компасный курс на величину угла сноса с обратным знаком, получаем 202° . Продолжаем набирать высоту с этим курсом. На высоте 2 000 м промеряем угол сноса и получаем $+13^\circ$. Исправляем курс на изменение угла сноса, равное 3° , и далее набираем высоту с курсом, равным 199° .

После того как самолет наберет заданную высоту и примет горизонтальный режим, необходимо снова проверить угол сноса и снова исправить курс на разницу углов сноса.

Во время выхода на путь летчик должен строго сохранять заданный курс, так как от этого зависит успешность всей работы. Измерение углов сноса при выходе на путь производится визиром ОПБ-1 по способу обратного визирования или по бегу отдельного предмета. Измерение угла сноса особых трудностей не представляет, только трубу визира приходится держать вертикально и, следовательно, под углом к пятке. Пузырек уровня визира должен быть на земле весьма малым, так как в противном случае на большой высоте из-за низкой температуры он будет слишком велик.

Данный способ вывода самолета на путь на режиме подъема отличается простотой и достаточной точностью. В результате вывода на путь самолет незначительно отклоняется от заданной линии пути, и вполне можно добиться того, что при выходе на контрольный ориентир отклонение будет невелико.

Ориентировка в полете на больших высотах имеет некоторые особенности. С большой высоты радиус обзора пространства значительно увеличивается, благодаря чему ориентировка облегчается. С другой стороны, видимая величина местных предметов благодаря высоте сильно уменьшается, так что мелкие ориентиры видны плохо. Поэтому следует признать, что общая ориентировка на большой высоте сравнительно легка, а детальная весьма затруднительна. Точное определение места при полетах на большой высоте производится посредством измерения дистанции и пеленгации крупных ориентиров. Методы определения ветра, контроля и исправления пути в полетах на большой высоте применяются те же, что и в полетах на средних высотах.

Возможная точность навигации на больших высотах не отличается от точности, достижимой при полетах на средних высотах.

В полетах на высотах около 8 км условия самолетовождения весьма затрудняются. С высот от 4 км радиус обзора пространства не всегда увеличивается (вследствие дымки), и в то же время некоторые земные ориентиры становятся плохо различимыми или вовсе невидимыми. Поэтому в полетах на таких высотах надежными ориентирами могут служить большие реки, озера, крупные населенные пункты. Так как таких ориентиров на местности сравнительно мало, то в основе самолетовождения на больших высотах

лежат способы ориентировки по расчету времени, пеленгация и астроориентировка. В большинстве случаев в полетах на таких высотах приходится встречаться с облачностью, закрывающей землю и заставляющей производить полет без видимости земных ориентиров. Условия высотного полета требуют особого обеспечения работы всех аэронавигационных приборов (обогревание часов, устранение пузырей в компасах и т. д.). На больших высотах в любое время года наблюдаются весьма низкие температуры (например, на высоте 8 км до -30°). Начиная с высоты 5 км экипаж самолета должен пользоваться кислородным прибором.

§ 82. Особенности полета на малой высоте (бреющий полет)

Вывод самолета на путь в полетах на малых высотах производится посредством определения ветра или подбора курса следования. Первый способ дает лучшие результаты. Способ имеет следующие особенности. Направление ветра определяется на земле по направлению старта (на ветрочете прочерчивается радиус ветра). Истинная воздушная скорость рассчитывается также на земле, на основании температуры и давления воздуха у земли. Самолет сначала берет курс, перпендикулярный направлению ветра. На этом курсе измеряют угол сноса обратным визированием. Визирная точка выбирается визуальным наблюдением через борт кабины. Курс самолета и найденный угол сноса устанавливают на ветрочете и по рабочему обрезу линейки проводят черту. Пересечение проведенной линии с радиусом направления ветра дает точку ветра, на основании которой рассчитывают курс следования и путевую скорость.

При выводе самолета на путь по способу подбора курса путевая скорость определяется по времени пролета ориентиров, так как визиром измерить ее невозможно.

Ориентировка в полете на малых высотах весьма затруднительна. Сличение карты с местностью возможно лишь в небольшой полосе по пути полета, ширина которой всецело зависит от высоты полета и рельефа местности. Наиболее пригодными картами для бреющего полета являются 10-верстные. Выполнение заданного режима на бреющем полете весьма важно, но и весьма утомительно. Особенно необходимо тщательно сохранять курс и воздушную скорость. Высоту полета летчик определяет на-глаз в зависимости от рельефа местности. Контроль пути на бреющем полете

производится посредством согласованного с расчетом времени наблюдения прохода поперечных к линии пути линейных ориентиров.

Так как ориентиры пробегают слишком быстро, то сличение карты с местностью надо производить, «забегая» несколько вперед, а именно, наметить, какой ориентир должен появиться в ближайшие 2—3 мин., запомнить его на карте, а затем сосредоточить все внимание на местности и рассматривать ориентир во время полета над ним.

Если ориентир не появляется ни через 2, ни через 5 мин.— значит, самолет прошел левее или правее ориентира. Поэтому надо наметить новые ориентиры правее и левее линии пути. Контроль путевой скорости производят засечкой времени прохода контрольных ориентиров. Рекомендуется через каждые 15 мин. проверять угол сноса обратным визированием, используя результаты для определения, в какую сторону отклоняется самолет от заданной линии.

Точность выхода самолета на цель при бреющем полете может быть весьма хорошей. Например, при пройденной дистанции в 100 км боковое отклонение может быть 1—2 км, а ошибка во времени прибытия при той же дистанции 2—3 мин. В случае потери ориентировки на бреющем полете набирают высоту, затем сличают карту с местностью.

§ 83. Особенности самолетовождения в ночных полетах

Ночной полет по своему характеру весьма отличается от дневного полета и имеет по сравнению с ним ряд значительных трудностей. Наиболее трудным делом в ночном полете является ориентировка. Степень ее трудности всецело зависит от атмосферных условий и видимости.

При благоприятных атмосферных условиях, в лунную ночь или в светлую северную ночь (весной), условия полета весьма немногим отличаются от условий полета днем при плохой видимости.

Неблагоприятные атмосферные условия (туман, снег, сильная дымка, низкая облачность, порывистый ветер и т. п.) весьма затрудняют ночной полет, а в некоторых случаях делают его просто невозможным.

Время года и характер земного покрова в значительной степени влияют на трудность полета ночью. Снежный покров обычно улучшает видимость земной поверхности, в особенности в лунные ночи.

В лунную безоблачную ночь достаточно хорошо виден горизонт и можно различать леса, шоссе и железные дороги, реки.

Если в воздухе имеется дымка, то условия полета ухудшаются: горизонта совсем не видно, земля видна небольшим пятном прямо под самолетом.

В летнюю безлунную ночь условия ориентировки весьма тяжелы. Первое место здесь занимают световые ориентиры. С высот порядка 500—1 000 м при отсутствии дымки и относительно сухом воздухе видны прожектора за 80 км, авиамаяки за 70 км. Большие города видны за 40—50 км; при наличии над ними облаков или дыма, от огней города на облаках образуется отблеск, как бы далекое зарево, которое видно за 60—70 км. Фабрики, заводы, большие узловые станции видны за 40—45 км. Небольшие города, освещенные электричеством, видны за 20—30 км. Большие села и мелкие ж.-д. станции, не имеющие электрического освещения, видны за 8—10 км, причем станции видны лучше. Деревни, хотя и имеющие огни, различимы трудно уже за 2—3 км. При большой влажности воздуха, дымке дальность видимости световых ориентиров понижается примерно в 2—3 раза.

Чем темнее ночь, тем дальше видны световые ориентиры. Зимой световые ориентиры теряют часть своей яркости.

Следующими по важности для ориентировки в ночном полете являются водные пространства. В летнюю безлунную ночь с высот 500—1 000 м за 4—5 км хорошо видны большие озера и большие реки. Пруды и мелкие реки видны плохо и порой едва различимы вертикально вниз. Болота почти не различимы, и если иногда их можно определить, то только по цвету и характеру самой местности. Водные пространства иногда можно определить по образовавшимся над ними туманам. При полете в сторону зари дальность видимости водных пространств значительно повышается вследствие отражения света в воде, например большие озера видны за 10—15 км, большие реки — за 8—10 км, речки, пруды и топкие болота видны за 5 км, если над ними нет тумана. Туманы же хорошо видны вертикально вниз и еще лучше перед рассветом. Об ориентировке зимой по водным пространствам говорить не приходится. Зимой реки видны только в лунную ночь по теням. Следующими по дальности видимости и важности для ориентировки в ночном полете являются дороги. В летнюю безлунную ночь с высот не более 500 м шоссе видно вертикально вниз и не далее 2—3 км в виде се-

рой узкой полоски. Зимой шоссе, обсаженные деревьями, видны значительно лучше всех других дорог. Зимой дороги видны лучше, чем летом, и почти всегда различимы вертикально вниз. Летом грунтовые дороги почти не видны. Железные дороги летом видны вертикально вниз с высот не более 600 м по насыпям и просекам в лесу, благодаря их прямолинейности, а также благодаря станциям. Зимой железные дороги видны хуже. Железную дорогу летом можно определить по движущемуся по ней поезду, дымки которого видны даже в темную ночь. Вертикально вниз иногда бывают заметны огни пассажирского поезда. Зимой хуже видны дымки паровоза, но лучше — самый состав. Населенные пункты, не освещенные огнями, в летнюю безлунную ночь с высот не более 600 м видны вертикально вниз, как более светлое пятно на окружающем темносером фоне. Лесные массивы летом в безлунную ночь различимы с большим трудом и только вертикально вниз. Зимой леса видны хорошо и там, где они не сплошные.

Вблизи сильно освещенных пунктов видимость земли значительно ухудшается. Освещение приборов в темную ночь должно быть наиболее слабое, чтобы оно не препятствовало наблюдению земной поверхности. В темную облачную ночь условия полета значительно ухудшаются.

При подготовке к ночному полету необходимо руководствоваться следующим.

Основной картой для ночного полета является 1:1 000 000, или 25-верстка. Прокладку пути для ночного полета надо делать так, чтобы линия пути проходила в зоне видимости световых ориентиров, а путь по возможности был прямым. В качестве контрольных ориентиров берут такие объекты, которые хорошо видны ночью (большие населенные пункты, ж.-д. станции, пристани). Карта для ночного полета иллюминруется так, чтобы на ней были выделены те ориентиры, которые видны ночью. Освещенные пункты обводят красным кружком. Расцветка при иллюминировке остается та же. Местность по линии пути должна быть изучена весьма тщательно. Через все контрольные ориентиры проводят меридианы на случай пеленгации.

Если в полете предполагают пользоваться астрономическими методами, то карта должна быть соответственно подготовлена.

Если полет происходит во вторую половину ночи, следует определить время наступления рассвета, установить время восхода и захода луны и ее фазу, изучить метеорологические

сведения, обратив особое внимание на прогноз погоды. При подготовке оборудования для ночного полета следует проверить освещение кабины. Вывод на путь в ночном полете производится исключительно посредством определения ветра и расчета курса следования над местом вылета. Ветер определяют способом промера углов сноса на трех курсах с контрольным промером на курсе следования. Во время определения ветра и курса следования самолет не должен удаляться от места вылета. Во время промеров и выхода на путь летчик должен весьма тщательно выполнять заданный режим полета. По окончании всех необходимых расчетов самолет должен пройти с вычисленным курсом над местом вылета. Момент прохождения отмечают по часам. Пролетев километров 10 от места вылета, проверяют правильность взятого курса, измеряя угол сноса обратным визированием исходного ориентира.

Определение угла сноса ночью по световому ориентиру требует большого навыка. Определять угол сноса визиром ОПБ-1 сравнительно легче, чем визиром НВ-5, но необходим большой навык в работе с освещенным визиром. Определение путевой скорости визиром ОПБ-1 по световым ориентирам дает достаточно точные результаты.

Контроль пути в ночном полете ведется следующими способами: 1) наблюдением вспомогательных и контрольных ориентиров, согласованным с расчетом времени, 2) проверкой угла сноса по световым визирным точкам, 3) пеленгацией боковых световых ориентиров и 4) посредством астрономических наблюдений. Первые два способа являются основными способами контроля в ночном полете.

Пеленгация боковых ориентиров и астрономические наблюдения производят в случае невозможности контроля пути более простыми способами. Отклонение от контрольного ориентира в ночном полете определяется не по карте, а с помощью визира (способ дистанции и курсового угла).

Отмеченные на карте точки местоположения самолета соединяют прямой линией, благодаря чему можно проверить путевую скорость и фактический путевой угол самолета. Исправление пути производят в том случае, если достоверно установлено отклонение от контрольного ориентира. Для исправления пути выходят на контрольный ориентир, проверяют над ним расчеты и после этого продолжают полет.

Потеря ориентировки в ночном полете может наступить в том случае, если на протяжении 150 км пути не было возможности проверить путевой угол, а контрольный ориентир

не был замечен ни в расчетное время, ни 10 мин. спустя. В светлые ночи ориентировка восстанавливается теми же способами, что и в дневном полете.

В темные ночи для восстановления общей ориентировки пользуются астрономическими наблюдениями.

После определения местонахождения самолета измеряют заданный путевой угол до ближайшего контрольного ориентира, определяют ветер и рассчитывают курс следования и путевую скорость.

Если невозможно применить астрономические наблюдения, определяют ветер и берут курс на ближайший надежный линейный ориентир, видимый сверху. Если ориентировка не может быть восстановлена, то следует или садиться вблизи населенного пункта, или лететь в сторону, где имеются хорошие ориентиры и места, благоприятные для посадки, или (если позволит запас горючего) держаться в воздухе до рассвета. В случае потери ориентировки в ночном полете над территорией противника необходимо брать курс в сторону своего расположения и лететь, пока позволяет запас горючего.

В мирное время наиболее надежным средством ориентировки летчика в ночном полете над своей территорией является оборудованная *световая трасса*. Ориентиры на ней расставляются так, чтобы, перестав видеть один источник света, летчик уже видел следующий. Непрерывность ориентировки — основное требование, предъявляемое к световой трассе. Главные элементы трассы — линейные *авиамаяки* (устанавливаемые обычно около аэродромов) и промежуточные. Назначение последних — обеспечение непрерывности ориентировки летчика в тех случаях, когда рельеф местности или туман не позволяют видеть линейные маяки.

Для того чтобы отличить огни маяков от других огней, они делаются мигающими или вращающимися или имеют характерную окраску, отличающую их от других огней.

§ 84. Слепой полет

Если при полете в ясную погоду летчик пользуется естественными ориентирами, по которым он нормально ведет самолет, то в тумане или облаках он неизбежно должен ориентироваться по приборам, установленным на самолете.

Когда положение самолета контролируется исключительно по приборам, помещенным на самолете, говорят, что летчик «летит по приборам». Название «слепой полет» относится к условиям совершения полета. Выражение же «полет по при-

борам» употребляют для обозначения способа совершения полета. Слепой полет выполняется исключительно по показаниям приборов: указателя поворота и скольжения, указателя скорости, высотомера и компаса. Если при полете в тумане или в облаках летчик будет руководствоваться исключительно своими ощущениями, то полет в лучшем случае может кончиться аварией. Ощущения, передаваемые вестибулярным аппаратом в слепом полете, вследствие различных инерционных сил ни в какой мере не отражают истинного положения самолета в пространстве и вводят летчика в заблуждение, заставляя его неправильно реагировать на поведение самолета и невольно создавать неустойчивые, а порой и рискованные положения. Так, например, после вывода самолета из разворота у летчика бывает остаточное ощущение крена и вращения, несмотря на то, что самолет на самом деле летит по прямой и показания приборов это подтверждают. Примерно такое же ложное ощущение создается при выводе самолета из штопора. В момент, когда самолет, прекратив вращение, быстро выходит из пикирования и, задираясь, пересекает линию горизонта, летчику кажется, что самолет находится в глубоком пикировании. Если летчик в данном случае поверит своему впечатлению и не отдаст энергично ручку от себя для прекращения задирания самолета, то последний, быстро потеряв скорость, снова может войти в штопор. Для успешного овладения слепым полетом летчик должен отчетливо представлять себе по совокупности показаний приборов то или иное положение самолета или изменение режима полета и знать, как надо действовать органами управления, для того чтобы возвратит самолет в первоначальное положение или режим полета. Действия рулями управления при выполнении прямолинейного полета и различных эволюций в облаках по существу ничем не отличаются от действий в обычном полете, но вследствие того, что летчик не видит горизонта и земли, а руководствуется лишь показаниями приборов, у него создается впечатление, что действия рычагами управления в слепом полете значительно отличаются от действий в нормальном полете. Эту кажущуюся разницу в действиях рычагами управления необходимо прочувствовать и строго учитывать при выполнении слепого полета. Правильность действий рулями в слепом полете достигается систематической тренировкой.

Наиболее сложным элементом в пилотировании самолета по прямой является борьба со стремлением самолета разворачиваться и создавать крены. В зависимости от характера

и величины отклонений самолета приходится по-разному реагировать рулями для возвращения его в нужный режим. В том случае, если шарик указателя скольжения отклонился в какую-либо сторону на половину своего диаметра, он, как правило, должен возвратиться в центр легким нажимом на ручку в сторону, противоположную отклонению. Таким путем устраняются незначительные крены, не сопровождающиеся разворачиванием самолета. Точно так же, если самолет начал медленно отклоняться от взятого направления и стрелка указателя поворота отошла от центра на расстояние не более своей ширины, при условии нахождения шарика в центре, то такое отклонение устраняется небольшим нажимом на соответствующую педаль, благодаря чему стрелка возвращается в центр. Появление значительного крена обычно сопровождается разворачиванием самолета в сторону крена с внутренним скольжением; при этом стрелка и шарик отклоняются от центра в сторону разворота. В этом случае необходимо возвращать шарик и стрелку в центр, действуя одновременно ручкой и педалью. При энергичной даче ноги на прямой самолет начнет разворачиваться и создаст крен в сторону разворота. В этом случае стрелка отклонится в сторону разворота, а шарик — в противоположную сторону. Разворот будет происходить с внешним скольжением. Для возвращения самолета в режим прямолинейного полета необходимо в первую очередь вернуть стрелку в центр нажимом на соответствующую педаль и затем, действуя ручкой, устранить оставшийся незначительный крен.

В слепом полете необходимо твердо помнить следующее правило: стрелка «ходит» за ногой, шарик — за ручкой и «отталкивается» ногой. Сохранять заданное направление в слепом полете рекомендуется в основном по указателю поворота и лишь периодически через короткие промежутки времени проверять правильность направления полета по компасу. Вообще магнитные компасы отличаются целым рядом существенных недостатков, затрудняющих сохранение направления полета. Из них главными являются увлечение магнитной стрелки и северная поворотная ошибка. Последняя сказывается следующим образом: на восточном и западном курсах на отклонение магнитной стрелки от направления меридиана сильно влияет изменение продольного положения самолета, а на северном и южном курсах такое же действие на показания компаса оказывают крены самолета. Набор высоты и планирование в облаках не имеют никаких принципиальных отличий от горизонтального слепо-

го полета. Для овладения техникой выполнения виражей и спирали при обучении слепому полету тренируются в выполнении змейки. Змейка способствует выработке точной координации движений на разворотах и виражах. Наиболее распространенной ошибкой при выполнении змейки является запаздывание в даче крена при переходе самолета из одного разворота в другой. Второй довольно распространенной ошибкой при выполнении змейки является задираание самолета, что вызывает уменьшение скорости при переключении самолета из одного разворота в другой. После овладения змейкой выполнение виражей не вызывает никаких трудностей. Необходимо лишь помнить, что полное отклонение стрелки указателя поворота при шарике, находящемся в центре, обычно соответствует координированному виражу или спирали с креном $30-35^\circ$. Если летчик допустит увеличение крена более чем на 35° , то вираж или спираль уже не корректируются показаниями стрелки указателя поворота, самолет увеличивает крен, зарывается, скорость быстро увеличивается, шарик скатывается доотказа в сторону виража или спирали.

Из такого положения самолет выводится в первую очередь убираем крена с возвращением шарика в центр. При наличии на самолете вариометра его показаниями руководствуются при наборе высоты и планировании, а также при выполнении виражей. При выполнении слепого полета с авиагоризонтом им пользуются в сочетании с гирополукомпасом. Оба прибора должны быть расположены на приборной доске вместе для облегчения координирования поворота самолета с его креном, подъемом и спуском.

При помощи приборов можно также производить взлет и посадку. В условиях обычной работы к слепому взлету приходится прибегать лишь в самых редких случаях. Обычно видимость у поверхности земли бывает все же достаточной для совершения взлета. Успех слепой посадки зависит главным образом от точности выдерживания направления и измерения высоты. Существует специальная аппаратура для слепой посадки (например, лот-высотомер). Так как в значительном большинстве случаев, когда атмосферные условия препятствуют дальнему полету, а над аэродромом все же возможно видеть землю, по крайней мере на высоте 5—10 м, то сама посадка может быть произведена по внешним видимым ориентирам. Эта система применяется на некоторых воздушных линиях для облегчения посадки почтовых самолетов в условиях низкой облачности, после того как самолет

подлетит к аэродрому по курсовому радиомаяку. На некоторых аэродромах для слепых посадок применяются радиосредства. Существуют две основные системы для слепых посадок: система радиомаяков и приемников и система посадочных кабелей. В системе радиомаяков имеются маломощный радиомаяк, указывающий полосу посадки, пограничный маяк, указывающий станцию аэродрома, и наклонный радиолуч, указывающий самолету глиссаду посадки на поверхности аэродрома (с крутизной наклона, равной примерно 7:1) (рис. 80).

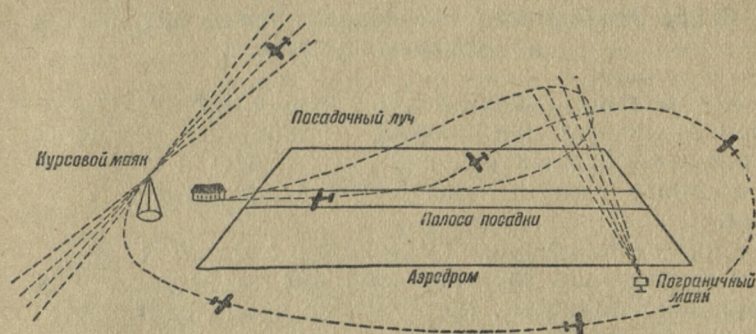


Рис. 80. Слепая посадка по радио

В кабине самолета устанавливаются приборы, указывающие летчику положение самолета относительно аэродрома или относительно направленных радиолучей, посылаемых с аэродрома. Для приема сигналов радиомаяков посадочной полосы и пограничных используется обычный маячный радиоприемник. Для приема сигналов посадочного луча применяется специальный ультракоротковолновый приемник. Приемник имеет указатель со стрелкой, указывающей летчику положение самолета относительно луча посадки.

Направление посадочной полосы и радиолуча постоянное, так как слепую посадку приходится производить при очень слабых ветрах (при тумане).

В системе посадочных кабелей наземное оборудование состоит из закопанных в землю концентрических кабелей, по которым пропущен переменный ток звуковой частоты. Внешние кабели дают пограничные сигналы и указывают направление, тогда как внутренние подают сигналы высоты. Бортовое оборудование самолета состоит из рамочных антенн. Одна рамка, дающая указания направления, расположена

вертикально в продольной оси самолета, а другая, дающая сигналы положения, установлена горизонтально. Эта система дает возможность подходить к аэродрому с любого направления. Длительный полет по приборам весьма утомляет летчика, поэтому на самолетах, выполняющих дальние слепые полеты, необходимо иметь автопилот. При наличии автопилота летчику останется только проверять показания автопилота, а это даст ему больше времени для аэронавигационных расчетов и отдыха.

§ 85. Особенности самолетовождения при плохих атмосферных условиях

Как известно, дневной полет в ясную погоду весьма отличается от полета при плохих атмосферных условиях. При плохих атмосферных условиях от летчика и штурмана требуется много умения и искусства в ориентировке и навигации.

Плохими атмосферными условиями считаются такие, когда полет происходит на небольшой высоте вследствие низкой сплошной облачности, когда полет происходит выше облаков, причем земля видна изредка в окна между облаками, когда полет происходит в дождь, снег или туман. Благодаря этим условиям ориентировка чрезвычайно затрудняется, а контроль пути часто невозможен из-за отсутствия видимости контрольных ориентиров и визирных точек. При подготовке к полету весьма необходимо разметить рельеф на карте. Через контрольные и главные ориентиры следует провести отрезки меридиана на случай пеленгации этих ориентиров.

Выбирая методы вождения и высоту полета, руководствуются тем, что полет под облаками, хотя бы и на небольшой высоте, выгоднее, чем полет над сплошными облаками.

Выход на путь при плохих атмосферных условиях производится по способу определения ветра по трем углам сноса. Высота набирается, и курс рассчитывается над местом вылета.

Контроль пути производится посредством измерения угла сноса. В случае отсутствия видимости контрольных ориентиров контроль пути ведется посредством наблюдения за изменением ветра, а также путем расчета времени. Если полет происходит над облаками, то при приближении к контрольному ориентиру необходимо спуститься ниже облаков (сохраняя курс) и проверить по ориентиру фактическое место самолета.

В продолжение всего полета необходимо наблюдать за сохранением режима полета. Исправление курса производят в случае обнаруженного небольшого отклонения от контрольного ориентира (2—3 км) и при изменении угла сноса против принятого более 2°. Перерасчет курса по новому заданному путевому углу производят, если замечено большое отклонение от контрольного ориентира или если найден новый ветер по отклонению, вычисленному ветрочетом. Если в пути исправлялся только курс следования, то при подходе к контрольному ориентиру надо иметь в виду, с какой стороны самолет пройдет от ориентира.

Если путевая скорость изменится более чем на 5%, то производят перерасчет времени пролета контрольного ориентира. Если контрольный ориентир пройден ранее или позже расчетного времени, производят определение путевой скорости. Низкая облачность (при полете под ней), даже небольшая, весьма затрудняет ориентировку, так как сужает обозреваемое пространство.

Над кучевыми облаками воздух обычно спокоен и поэтому благоприятен для продолжительного полета. Вдоль округленных облаков можно лететь, находясь близко около них; наоборот, вблизи облаков с рваными краями бывает сильная «болтанка». Зимой при полете в облаках может наступить явление обледенения самолета, в частности трубки Пито. В случае полета над расположением противника можно лететь, укрываясь в нижнем слое облаков. В гористых местностях лететь над сплошными, низко идущими облаками не рекомендуется, так как не известно, насколько низко они спускаются. Облачные поля имеют толщину 200—600 м и простираются без разрывов на 60 км и более. Иногда облака бывают в 2 яруса. Низкие слоистые облака часто спускаются до самой земли.

Если облака с разрывами (облачность 6—8 баллов), то лететь можно над ними, наблюдая земную поверхность в окна между облаками. Если вблизи находятся другие самолеты, то пролета через облака надо по возможности избегать. Густой туман является трудно преодолимым препятствием, так как при нем невозможно вести какой бы то ни было контроль пути, а также невозможно сделать посадку. Если сквозь туман вырисовываются куски местности, то это позволяет сделать некоторые промеры (например, угла сноса).

Если в полете встречена гроза, то ее необходимо обойти с наветренной стороны прямолинейными курсами. Пытаться

пробиться через грозу не имеет смысла. При прохождении грозы ветер часто меняет направление, поэтому в таких случаях необходимо измерить ветер.

В случае продолжительного полета без видимости земной поверхности (1—2 часа) весьма легко потерять ориентировку. Восстановление ориентировки может быть произведено посредством определения ветра и прокладки пройденного пути или выходом на ориентир и сличением карты с местностью.

При полетах в сплошных облаках приходится принимать в расчет ветер, определенный непосредственно под облаками. При полете в сплошных облаках с этим ветром ошибка в курсе будет невелика, что подтверждено опытом. В пути необходимо выходить из облаков для производства контрольных определений и измерений.

§ 86. Полет в облаках

Наиболее подходящими для маршрутного полета являются слоистые облака на высотах около 400—600 м. Курс следования и путевая скорость для полета в облаках определяются пролетом контрольного этапа непосредственно под облаками. После нахождения курса следования набирают высоту, заходя в облака на глубину не более 100 м, если основание облаков ровное, и не более 200 м — при неровном основании. В облаках ведут самолет по приборам. За 3 мин. до момента прохода контрольного ориентира, не меняя курса, пологим планированием выходят из облаков.

При планировании внимательно следят за показанием высотомера, учитывая превышение местности и отмеченную высоту основания облаков.

При выходе из облаков отмечают время прохода ориентира и боковое отклонение, берут поправку в курс и снова входят в облака. При невозможности выхода из облаков, спускаясь на высоту до 100 м относительно уровня местности, снова набирают высоту и уходят обратно или в зону с более высокой облачностью, где снова повторяют попытку выйти из облаков. Полеты в облаках значительно различаются между собой в смысле трудности пилотирования в зависимости от характера облачности, в которой происходит полет. Полеты в слоистых облаках, низких слоисто-кучевых и в тумане не отличаются особой трудностью, так как в таких облаках «болтанка» обычно отсутствует. Полет в кучевых облаках требует от летчика большого искусства пилотирования,

так как полет в этих условиях сопровождается сильной «болтанкой». Очень своеобразен полет в облачности, отличающейся неравномерной плотностью и периодическими просветами. В этом случае летчику чрезвычайно трудно отказаться от наблюдения за пробеганием облаков мимо самолета и попыток совместить пилотирование по приборам с пилотированием по личному ощущению положения самолета в пространстве. Такое совмещение двух способов пилотирования обычно вызывает легкое головокружение и может привести летчика к потере способности управлять самолетом. Самым правильным при полете в указанных условиях будет отказ летчика от наблюдения за мельканием сгустков облаков и просветов между ними; необходимо заставить себя пилотировать самолет исключительно по приборам.

При полетах в облаках иногда приходится иметь дело с обледенением самолета. Обледенение представляет большую опасность ввиду невозможности продолжать полет. Лед, образующийся на крыльях, стойках и расчалках самолета, не только изменяет аэродинамические качества самолета, но и значительно повышает вес самолета. В некоторых условиях лед образуется очень быстро и приводит к вынужденной посадке. Ценными вспомогательными средствами против обледенения являются телегигрометры и телетермометры, руководствуясь показаниями которых летчик может изменить высоту полета или курс, чтобы избежать влажности и температуры, способствующих образованию льда. Для предупреждения обледенения трубок Вентури и Пито при полетах в облаках применяют обогревание электричеством. Обледенение чаще всего наблюдается в зимние месяцы — в декабре и январе. Наиболее часты случаи обледенения при южных ветрах (юго-западный и юго-восточный), наименее часты — при северо-восточных ветрах. При температурах у земли, больших $+5^{\circ}$, обледенение практически не встречается. Наиболее часты обледенения при температурах от 0° до -5° , затем от -5° до -10° . Наконец, наиболее часто обледенение происходит в слоистых облаках, в которых при температурах, близких к 0, оно бывает всегда.

При начавшемся обледенении самолет может избавиться от него, если перейдет в слой, свободный от облаков. Лучше всего при этом лететь возможно ближе к земной поверхности — ниже облаков. Если облака очень низкие и полет у земли невозможен, необходимо подняться выше и лететь над облаками.

§ 87. Полет за облаками

Заход за облака в пути допустим в том случае, если известно, что в пути полета облачности высоких и средних форм, тумана и дождя нет и когда в конце маршрута не ожидается снижение облачности ниже 300 м. К полетам за облаками допускаются экипажи, натренированные в слепом полете, и на самолетах, полностью оборудованных приборами для слепого полета. В полете за облаками пользуются 25-вер-

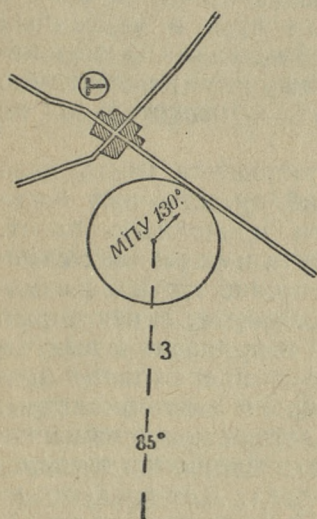


Рис. 81. Подготовка карты к полету над облаками

стной картой на маршруте и 10-верстной картой для выхода на пункт назначения. Подготовка карты к полету за облаками заключается в следующем. На карте в районе пункта назначения находят какой-либо хороший линейный ориентир (шоссе, река, железная дорога), проходящий через пункт назначения. Затем измеряют длину маршрута и определяют приблизительное время полета, на основе метеорологических данных. В районе пункта назначения строят круг вероятных отклонений при выходе на цель после пролета за облаками всего маршрута (рис. 81). Радиус круга будет равен времени полета (в часах), умноженному на 10 км (максимальная возможная ошибка в прогнозе ветра).

Круг вероятных отклонений строят так, чтобы выбранный линейный ориентир был касательным к кругу, а пункт прибытия находился не ближе чем на радиус круга от точки касания. Путь от ИПМ прокладывается до центра этого круга. В круге вероятных отклонений надписывается МПУ для выхода на линейный ориентир. МПУ должен быть таким, чтобы из любой точки круга самолет вышел на линейный ориентир с одной определенной стороны от пункта назначения. Круг вероятных отклонений наносят также на 10-верстной карте.

В полете поступают следующим образом.

До ИПМ определяют ветер по трем углам сноса под облаками и рассчитывают курс следования. От ИПМ начинают

пробивание облаков с рассчитанным курсом следования. Выйдя за облака, не меняя курса (рис. 82), набирают высоту 400—500 м над верхней границей облаков. После набора высоты измеряют углы сноса на трех курсах по бегу темных пятен на поверхности облаков. Полученные данные



Рис. 82. Полет над облаками

наносят на ветрочет. В результате этого на ветрочете получится точка ветра, которая будет являться вектором изменения ветра по отношению к тому слою, в котором находятся облака. Так как ветер в слое облаков известен (по измерению под облаками), то, перенеся вектор изменения ветра в конец вектора ветра, измеренного под облаками, получают истинное значение ветра над облаками (рис. 83) в слое полета. По полученному ветру рассчитывают курс следования. Начало снижения для пробития облаков рассчитывают таким образом, чтобы в расчетное время выйти в центр круга вероятных отклонений. При выходе из облаков восстанавливают ориентировку сличением карты с местностью или идут с записанным в круге МПУ до линейного ориентира и выходят на цель. Применяя данный метод учета ветра, можно лететь за облаками на расстоянии до 400 км.

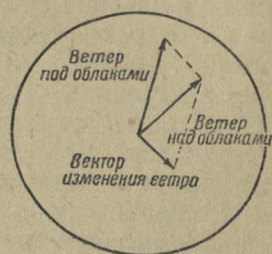


Рис. 83. Определение ветра по облакам

При наличии радио и астрономических средств ориентировки полет за облаками может быть любой продолжительности.

§ 88. Особенности самолетовождения в горах

Самолетовождение в горах несколько сложнее, чем над равниной. Метеорологические условия горных районов крайне разнообразны: резкое изменение температуры, сильные

ветры, часто переходящие в ураган, ливневые осадки, частые грозы в летнее время, туманы, низкая облачность, низкие температуры зимой, снежные ураганы.

Весьма характерно распределение температур в горах зимой и летом. Летом наиболее высокая температура наблюдается в долинах. Зимой, наоборот, температура в горах выше температуры долин. Для полета на высоте 4 000—5 000 м, при температуре на земле от $+39^{\circ}$ до $+45^{\circ}$, летчикам приходится надевать зимнюю одежду: комбинезон, валенки. Ветры в горах отличаются большой скоростью, достигающей до 90 км/час. Восходящие и нисходящие потоки при пролете ущелий и перевалов и за гребнями больших хребтов создают броски самолета до 200—300 м (вверх и вниз).

В некоторых районах сильные ветры поднимают тучи пыли, совершенно закрывающие видимость земли. Частые туманы и облачность, заволакивающая с вечера долины и предгорья, устойчиво держатся в утренние часы на вершинах гор и перевалах.

Наряду с этим в некоторых районах часто бывает образование местной облачности. Стремление пробить облачность, не оценив ее характера, по меньшей мере опасно. Не менее опасны грозы, которые в горах сопровождаются сильными ливнями. При невозможности обойти грозу лучше возвратиться обратно или при наличии площадки произвести посадку. Зимой при сильном солнечном освещении необходимо применять очки-светофильтры.

Подготовка к полету в горах должна быть тщательной. На карте должен быть поднят рельеф местности и сделаны частые отметки превышения и понижения местности относительно уровня аэродрома. На горных высоких аэродромах выгоднее высотомер устанавливать перед взлетом на высоту аэродрома над уровнем моря, записав эту высоту и отметив ее отметчиком на высотомере. Разметку рельефа на карте в этом случае производят от уровня моря в метрах. В районе полета необходимо тщательно отметить все посадочные площадки. Метеорологической подготовке полета в горах следует уделять исключительное внимание.

В горных условиях возможны полеты выше гор и ниже гор, вдоль долин и ущелий. Самолетовождение выше гор выполняют по компасу. Общая ориентировка ведется по местным ориентирам, в большинстве случаев по дорогам, крупным населенным пунктам и по вершинам наиболее характерных гор. Последнее требует тщательного изучения маршрута полета. Контрольными ориентирами лучше выбирать

реки, перевалы, дороги, озера, наиболее характерные вершины гор. Контроль пути и путевой скорости должен вестись, как правило, пролетом этапов между контрольными ориентирами (реками и дорогами).

Определение путевой скорости по высоте полета недопустимо. Определение ветра по трем углам сноса на высотах ниже 3 000 м не рекомендуется вследствие неустойчивости ветра на этих высотах.

На высотах более 3 000 м, где ветер наиболее устойчив, можно определять ветер по трем углам сноса и по углу сноса и путевой скорости на контрольном этапе.

При определении высоты нужно учитывать превышение той точки, над которой выполняется контроль высоты полета. Превышение над вершинами должно быть не менее 200 м, так как меньшее превышение не безопасно при попадании в нисходящий поток. При полете вдоль ущелий и долин на карте должно быть точно отмечено основное направление долины. Конфигурация долины должна быть отчетливо поднята на карте, чтобы не спутать основного направления долины или ущелья с ее изгибами. При полете в ущелье необходимо опасаться нисходящих потоков воздуха, неожиданные резкие броски которых могут разбить самолет о скалы. Приближаться к склонам гор, особенно крутым, ближе чем на 2—3 радиуса разворота не следует вследствие возможных нисходящих потоков воздуха у самого склона. В случае потери ориентировки необходимо подняться из ущелья выше гор и восстановить ориентировку по вершинам гор способом пеленгации. Во избежание неожиданного попадания в облачность необходимо непрерывно следить за ее развитием и за повышением местности, чтобы не попасть в заклинение между склоном и облачностью. Переваливать склоны и гребни, находясь в облаках, недопустимо. При отсутствии впереди просвета между облачностью и землей — уходить с обратным курсом. При продолжающемся снижении облачности необходимо пробиваться энергичным набором высоты вверх, держа курс в сторону снижения местности. Выйдя из облаков вверх возможно выше, удостовериться в границах облачности и лететь за облаками по рассчитанному курсу, ориентируясь по вершинам гор, выступающим из облаков. Курс держать на ближайшую границу горной местности. Пробитие облачности допустимо лишь тогда, когда есть уверенность в том, что за границей облачности хорошая погода и местность не имеет впереди препятствий в виде отдельных отрогов и скал. Проход через облака вниз необходимо произ-

водить на прямом курсе с минимальным углом планирования, заранее ограничив отметкой на высотомере высоту местности, точно учтя поправку на рельеф и спускаясь не ниже 200 м над отметкой.

Полет в горах в темную ночь затруднителен из-за отсутствия световых ориентиров. В данном случае необходимо иметь светомаяки, использование которых дает возможность экипажам самолетов произвести выход на курс и отыскать свой аэродром. Наступление рассвета и темноты в горах своеобразно. На высоте сумерки наступают позднее, а в это время на земле уже полная темнота; при этом продолжительность сумерек очень короткая. Аэронавигационные приборы перед полетами в горах должны тщательно проверяться, так как малейшая неисправность приборов может привести к тяжелым последствиям. Условия полета в горах и ограниченность площадок для вынужденных посадок требуют от летчиков тщательного изучения всех условий, сопровождающих полет в горах, и предварительной тренировки в самолетовождении сперва в районе предгорий, а затем в высокогорных районах.

§ 89. Особенности самолетовождения в степях и тайге

Полет в тайге и степи требует исключительно точного самолетовождения. При подготовке карты маршрут прокладывают главным образом прямыми курсами. При полетах в степях на карте отмечают границы распространения барханов и высохшие озера. Выход на курс производят промером контрольного этапа. Над тайгой и степью, особенно зимой, выгодна небольшая высота полета (около 500 м), чтобы иметь возможность измерять угол сноса по мелким земным предметам: над тайгой — по отдельным, более заметным вершинам деревьев, над степью — по мелкой растительности, камням, пятнам и т. п. При подходе к контрольному ориентиру можно увеличивать высоту для увеличения обзора и точной отметки места его прохождения. Контроль пути производят частыми промерами углов сноса и определением ветра в пути. Измерять путевую скорость по поперечным линейным ориентирам не рекомендуется, так как они часто бывают нанесены на карте неточно или совсем отсутствуют.

Летом полеты следует производить на высоте 700 м и выше, где меньше всего ощущается «болтанка». При полетах в степях приходится встречаться с неожиданными песчаными бурями; их следует обходить на большой высоте. Такая пыль затрудняет, а иногда делает невозможным наблюдение

в горизонтальном направлении, но в большинстве случаев позволяет видеть предметы по вертикали вниз. В этих случаях летчик должен строго выдерживать курс. Песчаные смерчи следует обходить стороной. При потере ориентировки необходимо выходить на линейный ориентир или применять методы радио- и астроориентировки.

§ 90. Особенности самолетовождения в полете над морем

Полет над морем по своему характеру может быть сравним с полетом над местностью, бедной земными ориентирами.

Все методы навигации, применяемые в полетах над сушей, вполне применимы в случае полета над морем. Особенностью полета над морем являются отсутствие контрольных ориентиров и необходимость применения искусственных визирных точек для контрольных промеров.

Основными картами для полета над морем являются меркаторские карты (приблизительный масштаб 1:1 000 000, 1:200 000).

Прокладка пути на этих картах ведется прямыми линиями с минимальным числом изломов. При разметке расстояний масштаб берут с рамки карты (соответственно широте места), причем все расстояния переводят в километры. На рабочей площади карты на меридианах и параллелях делают дополнительные штрихи для разметки долгот и широт. Через все крупные береговые ориентиры, маяки и радиостанции проводят дополнительные отрезки меридианов.

Для получения искусственных визирных точек в полет берут аэронавигационные бомбы. Дневная аэронавигационная бомба состоит из стеклянной колбочки, к которой приделан стабилизатор из фанеры. Внутри колбочки имеются особая жидкость и жидкое масло. Сброшенная с самолета бомба разбивается о воду, на поверхности которой образуется цветное (зеленое) пятно, хорошо видимое с воздуха до угла 80° от вертикали.

Выход на путь производится посредством определения ветра по трем углам сноса и расчета курса следования или расчетом курса по шаро-пилотным данным.

Определение ветра, как правило, производят над берегом вблизи места вылета. С вычисленным курсом проходят точно над исходным ориентиром, отмечая момент по часам. Для проверки взятого курса при отходе измеряют угол сноса посредством обратного визирования исходного ориентира. Расчет времени полета производят по путевой скорости,

снятой с ветрочета. Контроль пути в полете над морем осуществляется посредством измерения углов сноса через каждые 20 мин. и определением ветра через каждый час полета. В качестве визирных точек при измерении сноса пользуются гребнями волн или сбрасывают аэронавигационные бомбы.

При измерении сноса по бомбе отсчет угла сноса производят в тот момент, когда бомба будет видна градусов на 60 от вертикали (так как бомба имеет отставание).

Найденный вблизи береговой полосы ветер обыкновенно не годен для далекого пути, так как береговые ветры меняются через 50 км от берега. Измерение ветра в пути производят по углу сноса и путевой скорости, измеренной по бомбе. На малых высотах ветер определяют по видимому на поверхности моря направлению ветра и углу сноса. Обыкновенно при ветрах от 5 до 15 км/час на поверхности моря тянутся характерные полосы вдоль по ветру. При более сильных ветрах направление ветра можно узнать, устанавливая визир перпендикулярно гребням волн. Истинную высоту при полетах над морем можно измерять по времени падения бомбы. На больших высотах истинную высоту определяют по понижению горизонта. Отметку места на карте по расчету времени делают через каждые 20—30 мин. полета. Момент поворота в заданной точке и новый курс рассчитывают заранее по последним промерам ветра и путевой скорости. Исправление пути можно производить путем учета вектора изменения ветра. При длительном полете над морем разными курсами расчетное место определяют прокладкой штилевого пути и учетом смещения ветра за время полета. Отметки по радиопеленгам производят в каждом дальнем полете, независимо от расчета по движению. Астрономические наблюдения в каждом дальнем морском полете производят через каждый час полета.

При полете в зоне видимости берегов контроль пути производится посредством пеленгации и по расчету времени.

Потеря ориентировки в полете над морем может наступить вследствие ошибок в вычислениях или из-за неблагоприятных атмосферных условий (туман). Восстановление ориентировки производится посредством астрономических наблюдений и радиоориентировки или полетом в сторону берегов.

В ночных полетах над морем измерение сноса производят по светящимся навигационным бомбам. Контроль пути ведут радио- и астроориентировкой.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Глава I

Общие сведения

| | |
|--|----|
| § 1. Размеры и форма земли | 3 |
| § 2. Видимый горизонт и его дальность | — |
| § 3. Географические координаты | 4 |
| § 4. Ортодромия и локсодромия. | 6 |
| § 5. Масштаб карты. | 7 |
| § 6. Карты, применяемые для самолетовождения | — |
| § 7. Определение широты и долготы места на карте | 8 |
| § 8. Измерение направлений на карте | 9 |
| § 9. Измерение расстояний на карте | 11 |

Глава II

Аэронавигационные приборы

| | |
|---|----|
| § 10. Перечень приборов. | 12 |
| § 11. Высотомер. | — |
| § 12. Ошибки высотомера. | 13 |
| § 13. Указатель воздушной скорости. | — |
| § 14. Проверка указателей скорости в полете | 15 |
| § 15. Компас. | 16 |
| § 16. Ошибки компаса. | 17 |
| § 17. Определение и устранение девиации | 18 |
| § 18. Определение девиации в полете | 23 |
| § 19. Визир ОПБ-1. | 25 |
| § 20. Навигационные бомбы. | 29 |

Измерение аэронавигационных элементов в полете

| | |
|--|----|
| § 21. Определение высоты полета по высотомеру | 31 |
| § 22. Определение истинной высоты полета визиром | 33 |
| § 23. Определение высоты по времени падения навигационной бомбы. | — |
| § 24. Определение истинной воздушной скорости | 34 |
| § 25. Определение курса самолета. | 35 |
| § 26. Влияние ветра на полет самолета | — |
| § 27. Визирные точки. | 39 |
| § 28. Измерение угла сноса в полете | 40 |
| § 29. Определение угла сноса по боковой визирной точке | 44 |
| § 30. Определение угла сноса визированием вперед под углом 45° | 45 |
| § 31. Определение угла сноса по двум курсовым углам при равном вертикальном угле. | — |
| § 32. Измерение угла сноса на море по навигационной бомбе | 46 |
| § 33. Определение фактического путевого угла | — |
| § 34. Измерение путевой скорости. | 47 |
| § 35. Измерение путевой скорости визиром | — |
| § 36. Определение путевой скорости по пройденному расстоянию и времени. | 50 |
| § 37. Расчет пройденного пути и путевого времени | 51 |
| § 38. Определение ветра в полете | — |
| § 39. Определение ветра по углу сноса и путевой скорости при данных воздушной скорости и курсе | 52 |
| § 40. Определение ветра по двум углам сноса на двух данных курсах и воздушной скорости | 54 |
| § 41. Определение ветра по двум путевым скоростям, измеренным на двух курсах. | 58 |
| § 42. Контроль измерения ветра. | 60 |
| § 43. Определение ветра на малых высотах по его направлению и углу сноса. | 62 |
| § 44. Глазомерное определение ветра. | — |
| § 45. Нанесение на ветроочет ветра, полученного из шаро-пилотных наблюдений. | — |
| § 46. Определение вектора изменения ветра | 63 |
| § 47. Расчет курса следования и путевой скорости | 64 |
| § 48. Измерение курсовых углов ориентиров в полете | 66 |
| § 49. Измерение дистанций в полете | 67 |
| § 50. Расчет времени нагона при опоздании | 68 |
| § 51. Прибытие в назначенный срок | 69 |
| § 52. Расчет петли для погашения избытка времени | — |

Глава IV

Навигационная подготовка к полету

| | |
|--|----|
| § 53. Выбор карты. | 71 |
| § 54. Прокладка пути на карте | 72 |
| § 55. Расчет полета. | — |
| § 56. Изучение метеорологической обстановки. | 77 |

Глава V

Выполнение полета

| | |
|--|-----|
| § 57. Основной порядок самолетовождения. | 79 |
| § 58. Нахождение курса следования в полете (вывод самолета на путь) | 80 |
| § 59. Подбор курса по линейному ориентиру | — |
| § 60. Подбор курса по створу ориентиров | 81 |
| § 61. Подбор курса по сносу | 82 |
| § 62. Вывод самолета на путь по курсу следования, рассчитанному на земле | 84 |
| § 63. Вывод самолета на путь с определением ветра и расчетом курса следования в полете | 85 |
| § 64. Сохранение режима полета. | 86 |
| § 65. Контроль пути. | 87 |
| § 66. Ориентировка по карте и земным ориентирам | 89 |
| § 67. Определение местоположения самолета по расчету времени | 95 |
| § 68. Контроль пути наблюдением за изменением угла сноса | 97 |
| § 69. Контроль пути посредством наблюдения за изменением ветра | — |
| § 70. Исправление курса следования в полете | 100 |
| § 71. Ведение бортового журнала при контроле пути | 103 |
| § 72. Точность самолетовождения. | 104 |
| § 73. Контроль пути посредством пеленгации | 106 |
| § 74. Определение места самолета по пеленгу и дистанции бокового ориентира | 107 |
| § 75. Контроль путевого угла последовательным пеленгованием визирной точки. | 108 |
| § 76. Контроль путевого угла и путевой скорости последовательным пеленгованием и измерением дистанций одного ориентира | 110 |
| § 77. Контроль пути последовательным пеленгованием ориентира | 113 |
| § 78. Определение местоположения самолета посредством одновременного пеленгования двух ориентиров | 114 |
| § 79. Причины потери ориентировки. | 115 |
| § 80. Способы восстановления ориентировки. | 118 |

149

Глава VI

Особенности самолетовождения при различных условиях

| | |
|---|-----|
| § 81. Особенности самолетовождения на больших высотах | 124 |
| § 82. Особенности полета на малой высоте (бреющий полет) | 126 |
| § 83. Особенности самолетовождения в ночных полетах | 127 |
| § 84. Слепой полет. | 131 |
| § 85. Особенности самолетовождения при плохих атмосферных условиях. | 136 |
| § 86. Полет в облаках. | 138 |
| § 87. Полет за облаками. | 140 |
| § 88. Особенности самолетовождения в горах. | 141 |
| § 89. Особенности самолетовождения в степях и тайге | 144 |
| § 90. Особенности самолетовождения в полете над морем | 145 |

Редакторы: майор *М. В. Захаров* и
майор *Ф. А. Патрикеев*

Г52186

Подписано к печати 17. 8. 41

Объем 9,5 п. л. 8,1 уч.-авт. л. Заказ № 2591

1-я Образцовая типография Огиза РСФСР
треста «Полиграфкнига». Москва, Валовая, 28.

ОБЩАТ. ЗНА.

Цена 1 р. 75 к.