**Перечень вопросов на итоговый комплексный экзамен**

## по дисциплине «Воздушная навигация»

1. Структура, состав и задачи навигационного комплекса. Структура, состав и задачи пилотажного комплекса.

Современные пилотажно-навигационные комплексы являются функционально законченными автоматическими системами высокого уровня, бортовая вычислительная система (БВС) которых объединяет комплекс бортового пилотажно-навигационного оборудования, систему передачи, отображения и обмена информации и систему автоматического управления. ПНК обеспечивают автоматическое и полуавтоматическое (директорное) управление взлетом, полетом самолета по заданной пространственно-временной траектории и посадкой в любых метеоусловиях.

С помощью ПНК решаются следующие навигационные задачи:

* расчет параметров заданного маршрута;
* определение вектора навигационных параметров ЛА;
* моделирование движения ЛА (счисление пути);
* комплексная обработка навигационно-пилотажной информации;
* коррекция счисленных координат места ЛА;
* навигационное обеспечение автоматического перехода на новый этап маршрута полета, предпосадочного маневрирования и захода на посадку;
* расчет управляющих параметров, обеспечивающих полет по линии заданного пути;
* индикация пилотажно-навигационных параметров, элементов навигационной обстановки;
* управления работой индикаторов.

К пилотажным задачам, *решаемым ПНК, относятся:*

1. автоматизация управления при взлете,
2. наборе высоты,
3. полете по заданному маршруту,
4. в режиме предпосадочного маневрирования,
5. заходе на посадку и посадке;
6. автоматизация группового полета ЛА.

Состав и структура ПНК определяются назначением ЛА, требованиями к точности и надежности выполнения полетного задания» а также необходимым уровнем помехозащищенности и допустимой стоимостью. Как правило, ПНК

ориентированы на выполнение целевых задач самолетов средней и большой дальности, магистральных самолетов гражданской авиации. Задачи, решаемые при разработке ПНК, включают выбор рационального состава измерителей первичной навигационной информации, формирование оптимальной структуры комплекса, разработку интерфейсов и т.д.

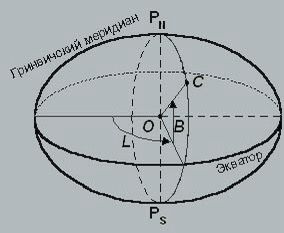
В состав информационной части ПНК, как правило, входят СВС или ИКВСП, радиосистемы дальней и ближней навигации (РСДН и РСБН), приемник спутниковой навигационной системы, радиовысотомер, доплеровский измеритель скорости и угла сноса и т.д.

Основу управляющей части ПНК составляют системы автоматического управления, обеспечивающие устойчивость, управляемость, стабилизацию координат полета (высоты, скорости, углов крена, тангажа и др.). Эти задачи решает автопилотная часть САУ, в которую входят контуры стабилизации продольного и бокового движения самолета.

1. Навигационные системы координат. Системы координат и линии пути. Картографические проекции и их сущность

Глобальные системы координат жёстко связаны с Землёй и применяются для навигации, охватывающей всю земную поверхность или значительную её часть. Наиболее распространенными глобальными СК являются: геодезическая (географическая), нормальная сферическая (геоцентрическая), ортодромическая, полярная и биполярная.

В ге**одезической системе координа**т в качестве модели Земли используется референц-эллипсоид, а за основную плоскость отсчёта принимается плоскость экватора (рис.1.). Положение точек на поверхности эллипсоида определяется геодезическими координатами: геодезической широтой B и геодезической долгатой



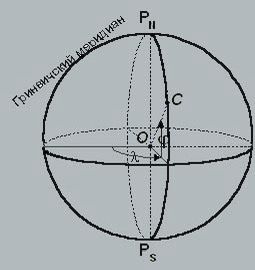
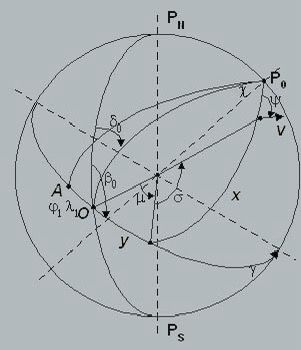


Рис.2*. Нормальная сферическая (геоцентрическая) система координат*

Поверхность референц-эллипсоида имеет строгое математическое описание и позволяет вывести формулы, необходимые для решения задач навигации. Однако формулы получаются достаточно сложными, и, если допустимо с точки зрения точности решения задачи, желательно от эллипсоида вращения перейти к сфере. Для определения координат точки на сфере используется **нормальная сферическая** (геоцентрическая) система координат. Геоцентрическая СК отличается от географической способом отсчета широты j. Отсчет геоцентрической широты j производится от плоскости экватора к направлению радиус-вектора, соединяющего центр сферы с данной точкой (рис.2.). 

*Рис.3. Ортодромическая система координат*

Эта система также является сферической, но основной плоскостью отсчёта является плоскость не земного, а ортодромического экватора, то есть плоскость, в которой лежит линия ортодромии - дуга большого круга на поверхности земной сферы, проходящая через начальную и конечную точки маршрута. В навигации используют два вида ортодромической СК: левую и правую. Рассмотрим левую ортодромическую систему координат. Условный экватор этой системы, называемый главной ортодромией, представляет собой координатную ось OY на поверхности земной сферы (рис.3.).

*Полярная и биполярная системы координат* на сфере применяются при получении навигационной информации с помощью радиотехнических навигационных систем (РНС), соответственно в азимутально-дальномерных системах ближней навигации и дальномерных или разностно-дальномерных системах дальней навигации.

Полярные координаты – угол направления (угол положения) на определяемую точку, измеряемый по ходу часовой стрелки от по­лярной оси, и расстояние (дальность) от полюса до этой точки. Биполярные координаты – это две линейные или две угловые величины, которые определяют положение точки (объекта) на местности или на карте относительно двух точек (полюсов), принятых за начальные.

Отображение поверхности эллипсоида или шара на плоскости называется *картографической проекцией*. Картографическую проекцию, наиболее подходящую по характеру, величине и распределению искажений для той или иной карты, выбирают в зависимости от назначения, содержания карты, а также от размеров, конфигурации и географического положения картографируемой территории. Благодаря картографической сетке все искажения, как бы велики они ни были, сами по себе не влияют на точность определения по карте географического положения (координат) изображаемых на ней объектов.

1. Требования к навигационному обеспечению воздушных судов. Концепция зональной навигации. Требуемые тактикотехнические характеристики.

Требования к навигационному обеспечению на каждом этапе различны.

Для этапа маршрутного полета ВС установлены категории районов (зон):

− океаническая (безориентирная местность);

− внутренняя континентальная (местная) линия;

− зоны выполнения специальных задач.

Требования к точности воздушной навигации предъявляются не только на

маршрутах, обозначенных навигационными радиомаяками, но и на маршрутах

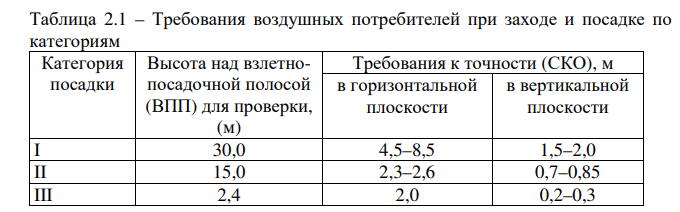
без маяков. Одним из важнейших и наиболее ответственных этапов полета является

заход на посадку и посадка ВС.

Требования воздушных потребителей к точности определения места

(измерении координат) при заходе на посадку и посадке по категориям ИКАО,

сформулированные на основе опыта использования инструментальных систем

посадки, приведены в таблице 

В настоящее время в гражданской авиации для маршрутных полетов и

операций в зоне аэродрома имеет место переход от требований на основе RNP

(требуемых навигационных характеристик; в соответствии с концепцией ИКАО)

к требованиям, сформулированным с помощью концепции PBN (навигации на

основе характеристик). При этом PBN предполагает совместное использование

зональной навигации (RNAV) и RNP.

При использовании зональной навигации (RNAV) различных категорий

применяются следующие точностные характеристики, которые могут

рассматриваться как удвоенные СКО (2 СКО; соответствие доверительной

вероятности Р = 95%) определения места ВС при условии пренебрежения

ошибками пилотирования для 95 % времени полета:

− RNAV 10 предполагает отклонения ВС внутри коридора 10 морских

миль (м.м.), или 18,5 км, без наземного контроля (СКО = 9,25 км);

− RNAV 5 — 5 м.м., или 9,25 км, при радиолокационном контроле

(СКО = 4,62 км);

− RNAV 2 — 2 м.м., или 3,7 км, при радиолокационном контроле

(СКО = 1,85 км);

− RNAV 1 — 1 м.м., или 1,85 км, при радиолокационном контроле

(СКО = 0,92 км).

В качестве характеристик систем подразумеваются

следующие параметры:

− точность — способность системы с вероятностью 95% удерживать ВС

в пределах суммарной погрешности системы в каждой точке установленной

схемы полета;

− целостность — мера доверия, которая может быть отнесена к

корректности информации, выдаваемой системой в целом; целостность

включает способность системы обеспечить пользователя своевременными и

обоснованными предупреждениями (срабатывание сигнализации);

− срабатывание сигнализации — индикация для любых систем ВС или

предупреждение пилоту о том, что данный параметр навигационной системы

находится вне допуска;

− порог срабатывания сигнализации — уровень, превышение которого

для данного измеряемого параметра вызывает срабатывание сигнализации;

− задержка срабатывания сигнализации (время до предупреждения) —

максимально допустимое время, прошедшее от наступления выхода системы за

допустимые пороги до срабатывания сигнализации;

− непрерывность обслуживания — способность системы

функционировать без перерывов в ходе выполнения намеченной операции;

− готовность — способность системы выполнять свою функцию в

момент начала намеченной операции.

1. Измерение времени. Определение курса воздушного судна. Навигационная линейка НЛ-10М

*Единицы измерения времени*

Одним из основных навигационных элементов является время, с которым связаны точность и безопасность самолетовождения. В качестве основных единиц измерения времени приняты сутки и год.

Сутки - промежуток времени, в течение которого Земля совершает полный

оборот вокруг своей оси относительно какой-нибудь точки на небе.

Продолжительность суток зависит от того, относительно какой точки определяют

период вращения Земли вокруг своей оси.

Сутки делятся на 24 часа, час - на 60 минуты, минута - на 60 секунд, секунда - на десятые, сотые и т. д. доли.

Большие промежутки времени измеряют тропическим годом. Тропический год промежуток времени между двумя последовательными прохождениями центра

При решении задач самолетовождения приходится рассчитывать время в различных системах.

*Местное время* (Тм) - это среднее солнечное время на данном географическом меридиане. Значит, если географических меридианов бесчисленное множество, то и местных времен столько же, в повседневной жизни это крайне неудобно. Местное время применяют, в основном, для решения астрономических задач самолетовождения. На меридианах, расположенных восточнее заданного, местное время будет больше. Учитывая, что Земля делает полный оборот на 360° за 24 часа, можно установить следующую зависимость между долготой и временем:

Долгота (а.)

Время (Li)

15° 1°

1'

1"

1 ч 4мин

4с 1/15 с

Гринвичское время (Тгр) это местное среднее солнечное время на начальном меридиане (на меридиане Гринвичской обсерватории).

*Определение курса воздушного судна*

Курсом называется угол, заключенный между северным направлением меридиана (С), проходящего через летательный аппарат, и продольной осью летательного аппарата (самолета) (ПОС).

Курс отсчитывают в горизонтальной плоскости от северного направления меридиана (С) до проекции продольной оси ЛА (самолета) (ПОС) на эту плоскость по ходу часовой стрелки от 0 до 360° (рис. 16). В зависимости от меридиана отсчета различают истинный, магнитный или компасный курс.

Истинным курсом (ИК) называется угол, заключенный между северным направлением истинного меридиана (Си), проходящего через ЛА, и продольной осью ЛА (самолета) (ПОС).

Магнитным курсом (МК) называется угол, заключенный между северным направлением магнитного меридиана (См), проходящего через ЛА, и продольной осью ЛА (самолета) (ПОС).

Компасным курсом (КК) называется угол, заключенный между северным направлением компасного меридиана (Ск), проходящего через ЛА, и продольной осью ЛА (самолета) (ПОС).

*Навигационная счетная линейка НЛ-10* предназначена для выполнения необходимых расчетов в полете и на земле при подготовке к полету. Она обладает рядом достоинств. При сравнительно небольших габаритах счетная линейка позволяет довольно просто и с достаточной для практических вычислений точностью решать большинство задач по самолетовождению, бомбометанию, воздушной стрельбе и т. д.

1. Определение высоты воздушного судна.

Правила ИКАО определяют систему выдерживания высот полета и метод установки барометрических шкал высотомеров, основные принципы которых заключаются в следующем:

1.При полете по маршруту барометрическая шкала высотомера устанавливается на давление 1013,2 гПа (QNE) и положение воздушного судна (ВС) в вертикальной плоскости определяется эшелонами полета.

2.В районе аэродрома ниже эшелона перехода барометрическая шкала высотомера устанавливается на давление аэродрома (порога ВПП), приведенное к среднему уровню моря (QNH), положение ВС в вертикальной плоскости определяется абсолютной высотой полета.

3.Изменение системы отсчета от эшелонов к абсолютной высоте и наоборот происходит на высоте перехода (ТА) при наборе высоты и на эшелоне перехода (TL) при снижении.

4.Сохранение безопасной высоты пролета над препятствиями на всех этапах полета может осуществляться (в зависимости от радио- и навигационного оборудования ВС) одним из следующих способов:

– использованием текущих сообщений соответствующего органа диспетчерской или информационной службы о давлении, приведенному к среднему уровню моря (QNH);

– использованием текущих сообщений совместно с другой метеорологической информацией (например прогнозом о самом низком давлении, приведенном к среднему уровню моря для определенного маршрута или отдельных его участков);

– использованием величин наименьших абсолютных высот эшелонов, полученных из климатологических данных (например, из карт барической топографии), при отсутствии текущей информации.

5.При заходе на посадку сохранение минимальной безопасной высоты пролета над препятствиями осуществляется по высотомеру, барометрическая шкала которого установлена на давление аэродрома (порога ВПП), приведенное к среднему уровню моря (QNH). По желанию экипажа может быть рассчитано и установлено на барометрической шкале высотомера давление аэродрома (порога ВПП) (QFE).

1. Определение воздушной скорости полета.

самолетовождении различают воздушную и путевую скорость.

*Воздушная скорость* V скорость ЛА относительно воздушной среды. Воздушная скорость в свою очередь делится на истинную воздушную скорость и приборную (индикаторную) скорость.

Истинная воздушная скорость Vи - это действительная скорость движения ЛА относительно воздушной среды за счет тяги двигателя (двигателей). Она зависит от тяги двигателя (двигателей), аэродинамических качеств ЛА, его полетного веса и плотности воздуха.

Приборная (индикаторная) скорость Vnp - это скорость набегающего потока воздуха, которую фиксирует измерительный прибор {указатель скорости). Приборная скорость в отличие от истинной характеризует не скорость движения ЛА относительно воздушной среды, а величину скоростного напора, воздействующего на ЛА. Приборная скорость несет в себе информацию о величине аэродинамических сил, действующих на ЛА и поэтому на нее налагаются ограничения по максимально допустимому значению из условий обеспечения прочности и устойчивости ЛА. Указатель скорости является неидеальным измерительным прибором, поэтому при замере воздушной скорости появляются различные погрешности.

1. Влияние ветра на полет самолета.

*Ветер* - горизонтальное движение воздуха относительно земной поверхности. Причиной его возникновения является неравномерное распределение атмосферного давления по горизонтали.

Летательный аппарат относительно воздушной массы перемещается с воздушной скоростью (V) в направлении своей продольной оси. Одновременно под действием ветра он перемещается с движением воздушной массы в направлении и со скоростью ее движения (U). В результате этого, движение ЛА относительно земной поверхности будет происходить по равнодействующей, построенной на скорости ЛА и скорости ветра, с путевой скоростью (W). При полете с боковым ветром, векторы воздушной скорости, скорости ветра и путевой скорости образуют навигационный треугольник скоростей. При рассмотрении навигационного треугольника скоростей предполагают, что все его векторы спроектированы на горизонтальную плоскость. Вектор воздушной скорости (V) определяется курсом ЛА и воздушной скоростью, вектор ветра (U) - направлением и скоростью ветра, вектор путевой скорости (W) -путевым углом и путевой скоростью

При неизменном ветре и курсе ЛА с увеличением воздушной скорости (V) путевая скорость (W) становится больше, а с уменьшением - уменьшается

Изменение воздушной скорости вызывает пропорциональное изменение путевой скорости. Угол сноса (УС) с увеличением воздушной скорости уменьшается, а с ее уменьшением -увеличивается.

При постоянной воздушной скорости (V) и курсе ЛА с увеличением скорости ветра (U) угол сноса (УС) увеличивается, а при ее уменьшении -- уменьшается

Путевая скорость (W) при попутном и попутно-боковом ветре (рис. 40, а) с изменением скорости ветра (U) изменяется так же, как и угол сноса (УС). При встречном и встречно-боковом ветре с увеличением скорости ветра (U) путевая скopocть(W) уменьшается, а с уменьшением - увеличивается.

1. Визуальная ориентировка.

*Визуальной ориентировкой* называется определение местонахождения самолета по опознанным

ориентирам. Под ориентиром понимается естественный или искусственный объект, выделяющийся на

общем ландшафте местности (населенный пункт, река, дорога, мыс, гора, заводская труба и т. д.), с

известными координатами или положением, который может быть использован для определения

местонахождения самолета по визуальным наблюдениям. Местность считается опознанной, если экипаж

(летчик) узнает наблюдаемые на ней ориентиры, вид которых совпадает с их изображением на карте.

(Дополнительно: При ведении визуальной ориентировки соблюдают следующие правила:

* следят за курсом полета и ведут счисление пути, чтобы создать благоприятные условия для сличения
* карты с местностью в районе предполагаемого местонахождения самолета;
* так как время на распознавание ограничено, необходимо ожидать появления ориентира в пределах
* видимости, заранее определяя, какой ориентир ,и с какого направления должен появиться;
* опознают сначала крупные, наиболее характерные ориентиры, а затем более мелкие.

Определение места самолета можно производить только в том случае, если имеется твердая уверенность в правильном опознавании ориентиров.

Существует следующий порядок ведения визуальной ориентировки. Прежде чем сличать карту с пролетаемой местностью, ее ориентируют по компасу, т. е. располагают так, чтобы, направление истинного меридиана на карте совпадало с направлением на север. Когда истинный курс, мысленно отложенный на

карте, будет направлен параллельно продольной оси самолета в сторону полета, тогда ориентиры, расположенные на ней, будут соответствовать расположению этих же ориентиров на местности, а линия заданного пути совпадет с направлением движения самолета.)

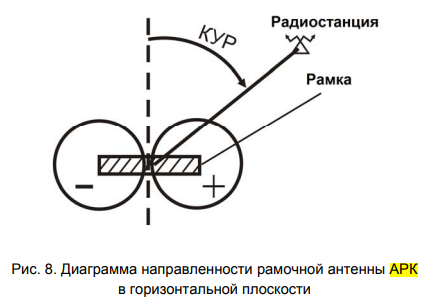
1. Воздушная навигация с использованием автоматического радиокомпаса (АРК)

С применением радиокомпасов возможно автоматическое определение

направлений на работающие радиостанции: КУР, МПР. Принцип работы

АРК основан на использовании направленных свойств рамочной антенны

(рис. 8). Определяется угол между направлением на радиостанцию и перпендикуляром к плоскости витков рамочной антенны.



1. Определение воздушной навигации. Классификация технических средств самолетовождения и их основные характеристики.

Воздушная навигация — это комплекс действий экипажа, направленный на достижение наибольшей точности, надежности и безопасности вождения воздушного судна и групп воздушных судов по заданной траектории, а также в целях вывода их по месту и времени на заданные объекты (цели) и аэродромы посадки.

По месту расположения технические средства делятся на самолетные (бортовые) и наземные.

По характеру использования — на автономные и неавтономные.

Автономными называются средства, применение которых не требует специального наземного оборудования.

Неавтономными называются средства, которые выдают информацию на основе их взаимодействия с наземными устройствами.

По принципу действия технические средства самолетовождения делятся на четыре группы:

1. Геотехнические средства самолетовождения позволяют измерять различные параметры естественных (геофизических) полей Земли. К этой группе относятся магнитные компасы, барометрические высотомеры, указатели воздушной скорости, термометры наружного воздуха, часы,

гирополукомпасы, дистанционные гиромагнитные и гироиндукционные компасы, курсовые системы и др,

2. Радиотехнические средства самолетовождения, основанные на измерении параметров электромагнитных полей, излучаемых специальными устройствами, находящимися на борту воздушного судна или на земле. К ним относятся самолетные радиокомпасы и связные радиостанции, радиовысотомеры, самолетные радиолокационные станции, доплёровские измерители путевой скорости и угла сноса, наземные радиопеленгаторы, приводные и радиовещательные станции,

радиомаяки, радиомаркеры, наземные радиолокаторы и др.

Самолетное радионавигационное оборудование и наземные радиотехнические устройства образуют системы самолетовождения.

По дальности действия последние делятся на системы дальней

навигации (свыше 1000 км), ближней навигации (до 1000 км) и системы посадки.

3. Астрономические средства самолетовождения, основаны на использовании небесных светил. К этой группе средств относятся астрономические компасы, авиационные секстанты и астрономические ориентаторы.

4. Светотехнические средства самолетовождения, основаны на использовании бортовых или наземных источников света. К этой группе средств относятся светомаяки, прожекторы, посадочные огни и др.

1. Географическая система координат. Определение направлений и расстояний на земной поверхности.

Географическая система координат является основной и международной. Она в виде меридианов и параллелей наносится на все

навигационные карты. Ее применяют не только для определения

положения точек на земной поверхности, но и для определения

направления из одной точки в другую.

Иногда при решении некоторых задач приходится использовать

системы координат, связанные с определенной формой Земли. Так,

для определения положения точек на поверхности геоида применяют

астрономическую систему координат. При этом астрономическую

широту и долготу точки определяют путем астрономических измерений. Когда определяют положение точки на поверхности земного

эллипсоида, используют геодезическую систему координат. Поскольку астрономическую широту отсчитывают до отвесной линии в данной

точке геоида, а геодезическую — до нормали к эллипсу, они отличаются друг от друга. Но это отличие невелико и в ряде случаев,

когда можно обойтись приближенным решением задач, пользуются

обобщенным понятием географических координат, которое объединяет астрономические и геодезические координаты.

При использовании географической и других систем координат

для определения места ВС в пространстве применяют третью

координату ■— высоту полета

Определение направлений и расстояний на земной поверхности.

Направления на земной поверхности. В навигации за основное

направление, относительно которого измеряют другие, принято

направление истинного (географического) меридиана. Направление,

измеренное относительно этого меридиана, называют истинным.

Кроме основного, в практике в качестве начальных (исходных)

применяются и другие направления, относительно которых измеряют

требуемые для навигации величины. Для измерения направлений

установлены общие правила. Направления указывают углом, который отсчитывают в плоскости горизонта от принятого начального

направления по ходу часовой стрелки от 0 до 360°. Во многих случаях

направления указывают азимутом, или пеленгом.

Азимут (А), или истинный пеленг ориентира

(ИПО) — угол, заключенный между северным направлением истинного меридиана, проходящего через данную точку, и направлением на

ориентир (рис. 1.6, а). Измеряется азимут (пеленг) в градусах от

северного направления истинного меридиана по ходу часовой стрелки от 0 до 360°.

Одним из главных направлений, необходимых для самолетовождения, является направление линии пути, которое принято указывать в единицах путевого угла (градус). Применение различных курсовых приборов связано с необходимостью использования соответствующих систем измерения направления полета, о чем подробно

рассказано в других главах учебника. Здесь будет дано лишь общее

понятие о путевом угле.

Заданный путевой угол (ЗПУ) в данной точке (рис. 1.6,

б) — угол, заключенный между направлением, принятым за начало

отсчета, и линией заданного пути (ЛЗП). Его измеряют, как и

азимут (пеленг), по часовой стрелке от 0 до 360°. Значение путевого

угла определяет направление ЛЗП в принятой системе измерения.

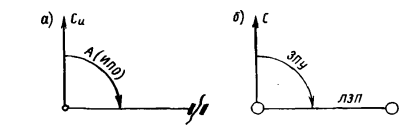
Точное выдерживание заданного направления полета на каждом

участке маршрута является одной из основных задач самолетовождения.

В зависимости от применяемых технических средств и методов

самолетовождения направления участков маршрута и их расстояния могут быть измерены по карте или определены аналитическими

способами.



1. Поперечно-цилиндрическая проекция Гаусса.

Равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция. Эту проекцию

предложил немецкий математик Гаусс, поэтому ее обычно называют

проекцией Гаусса. Равноугольная поперечно цилиндрическая проекция

получается путем проектирования земной поверхности на боковую

поверхность цилиндра, расположенного перпендикулярно оси вращения

Земли.

Для построения карт в этой проекции поверхность Земли делят

меридианами на 60 зон. Каждая такая зона по долготе занимает 6°. Счет зон

ведется на восток от Гринвичского меридиана, который является западной

границей первой зоны (рис. 2.3). По широте зоны простираются от

Северного полюса до Южного. Каждая зона изображается на своем

цилиндре, касающемся поверхности глобуса по среднему меридиану

данной зоны. Указанные особенности построения позволяют уменьшить

искажения.

Карты в равноугольной поперечно-цилиндрической проекции имеют

такие свойства:

1) незначительное искажение масштаба; на осевых меридианах

искажения длин отсутствуют, а по краям зон на широте 0° не превышают

0,14%, т. е. 140 м на 100 км измеряемой длины и практического значения

не имеют;

2) сохраняется равенство углов и подобие фигур; на крайних

меридианах зон фигуры изображаются в более крупном масштабе, чем на

среднем меридиане;

3) осевой меридиан зоны и экватор изображаются прямыми

взаимно перпендикулярными линиями; остальные меридианы —

кривыми линиями, сходящимися от экватора к полюсам, а параллели—

дугами, вы++пуклыми к экватору; кривизна меридианов в пределах

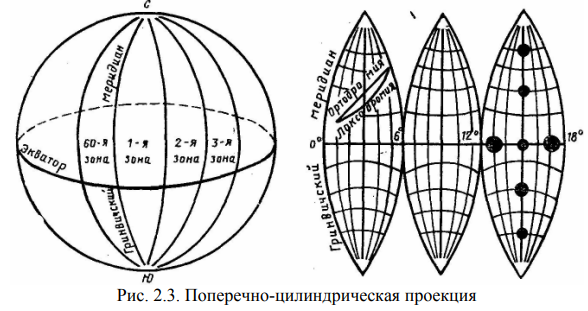
одного листа карты незаметна;

4) в пределах одной зоны листы карт склеиваются без разрывов;

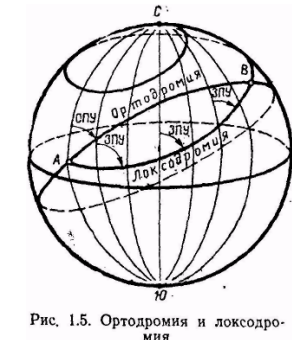
5) локсодромия имеет вид кривой, выпуклой к экватору;

6) ортодромия на расстоянии до 1000 км изображается прямой линией

7) на картах масштаба 1:200000 и крупнее нанесена километровая



сетка прямоугольных координат Гаусса. В равноугольной поперечно-цилиндрической проекции составлены карты масштабов 1 : 500 000, 1 : 200 000, 1 : 100 000, 1:50000, 1:25000 и 1:10000, т. е. все карты крупного масштаба.

1. определение локсодромического путевого угла. Пеленг и курсовой угол ориентира.

Локсодромией называется линия, пересекающая меридианы под

одинаковыми путевыми углами. Путь самолета по локсодромии называется

локсодромическим. Постоянный угол, под которым локсодромия

пересекает меридианы, называется локсодромическим путевым углом.

На поверхности земного шара локсодромия имеет вид пространственной

логарифмической спирали, которая огибает земной шар бесконечное число

раз и с каждым оборотом постепенно приближается к полюсу, но никогда

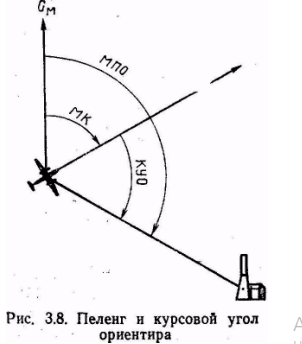
не достигает его (см. рис. 1.5). Путь по локсодромии всегда длиннее пути

по ортодромии. Только в частных случаях, когда полет происходит по

меридиану или по экватору, длина пути по локсодромии и ортодромии будет одинаковой.

Магнитным пеленгом ориентира МПО называется угол, заключенный

между северным направлением магнитного меридиана и направлением на

ориентир: трубу, мачту, радиостанцию и т. д. (рис. 3.8). МПО

отсчитывается от северного направления магнитного меридиана до

направления на ориентир по ходу часовой стрелки от 0 до 360°.

Курсовым углом ориентира КУО

называется угол, заключенный между

продольной осью самолета и

направлением на ориентир. КУО

отсчитывается от продольной оси

самолета до направления на ориентир по

ходу часовой стрелки от 0 до 360°.

Между пеленгом, курсом и курсовым

углом ориентира существует следующая

зависимость:

МПО = МК + КУО; КУО = МПО -

МК; МК = МПО — КУО.

1. Классификация картографических проекций.

Способ изображения земной поверхности на плоскости называется

картографической проекцией. Существует много способов изображения

земной поверхности на плоскости.

Сущность любой картографической проекции состоит в том, что

поверхность земного шара переносится сначала на глобус определенного

размера, а затем с глобуса по намеченному способу на плоскость.

При переносе поверхности Земли с глобуса на плоскость приходится в

одних местах растягивать изображения, а в других сжимать, т. е. допускать

искажения. Каждая проекция имеет определенную степень искажения длин,

направлений и площадей и определенный вид сетки меридианов и

параллелей. Выбор проекции для построения карты зависит от того, каким

требованиям должна отвечать данная карта. Все существующие проекции

условились подразделять по двум признакам: по характеру искажений и по

способу построения картографической сетки.

По характеру искажений картографические проекции делятся на

следующие группы:

1. Равноугольные. Эти проекции не имеют искажения углов и

сохраняют подобие небольших фигур. В равноугольных проекциях угол,

измеренный на карте, равен углу между этими же направлениями на

поверхности Земли. Небольшие фигуры, изображенные на карте, подобны

соответствующим фигурам на местности.

Картами в равноугольных проекциях широко пользуются в авиации, так

как для самолетовождения важно точное измерение направления (путевого

угла, пеленга и т. п.).

2. Равнопромежуточные. В этих проекциях расстояние по меридиану

или по параллели изображается без искажения.

3. Равновеликие. В этих проекциях сохраняется постоянство

отношения площади изображения фигуры на карте к площади этой же

фигуры на земной поверхности. Равенства углов и подобия фигур в этих

проекциях нет.

4. Произвольные. Эти проекции не обладают ни одним из указанных

выше свойств, но нужны для упрощения решения некоторых

практических задач.

В основе любой картографической проекции лежит тот или иной способ

изображения на плоскости сетки меридианов и параллелей.

Существует несколько способов изображения градусной сетки на

плоскости. В одних случаях сетка меридианов и параллелей проектируется

с глобуса на боковую поверхность цилиндра или конуса, которую затем

разворачивают на плоскость, в других случаях проектирование

осуществляется непосредственно на плоскость.

По способу построения сетки меридианов и параллелей картографические проекции делятся на цилиндрические, конические, поликонические и азимутальные. Каждая группа проекций имеет определенные свойства. Правильно пользоваться картой можно, зная свойства

проекции, в которой составлена данная карта

1. Магнитное поле Земли и его элементы. Девиация компаса и вариация.

Земля представляет собой большой естественный магнит, вокруг

которого существует магнитное поле (рис. 4.1, а). Магнитные полюсы Земли не совпадают с географическими и располагаются не

на поверхности Земли, а на некоторой глубине. Условно принимают, что Северный магнитный полюс, расположенный в северной

части Канады, обладает южным магнетизмом, т. е. притягивает

северный конец магнитной стрелки, а Южный магнитный полюс,

расположенный в Антарктиде, обладает северным магнетизмом,

т. е. притягивает к себе южный конец магнитной стрелки. Положение магнитных полюсов очень медленно меняется.

Магнитные силовые линии выходят из Южного магнитного полюса и входят в Северный. Свободно подвешенная магнитная стрелка устанавливается вдоль магнитных силовых линий и указывает

направление на север. Магнитное поле Земли в любой точке характеризуется напряженностью,

склонением и наклонением.Напряженность магнитного поля Земли — это сила, с которой магнитное поле действует в данной точке. Магнитное наклонение — угол, на который магнитная

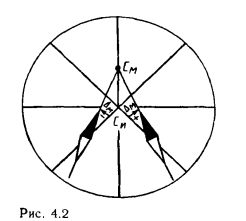
стрелка наклоняется относительно плоскости горизонта

М а г н и т н ы й м е р и д и а н — линия пересечения земной поверхности с вертикальной плоскостью, в которой расположен вектор

напряженности магнитного поля Земли. Угол, заключенный между

северными направлениями истинного (географического) и магнитного меридианов в данной точке, называется магнитным склонением Дм. Оно измеряется от 0 до ±180° и отсчитывается от истинного меридиана к востоку (вправо) со знаком «плюс», а к западу

(влево) со знаком «минус». Магнитное склонение в различных пунктах Земли неодинаково по значению и знаку и его всегда

определяют и учитывают экипажи при подготовке и выполнении полета.

одинаковым магнитным склонением в определенную эпоху.

**Девиация компаса и вариация**. Компасный меридиан — линия,

вдоль которой устанавливается магнитная стрелка компаса, находящегося на ВС. Компасный и магнитный меридианы не совпадают.

Девиация компаса А к — угол, заключенный между северными направлениями магнитного и компасного меридианов (рис.

4.3, а). Она отсчитывается от магнитного меридиана к востоку

(вправо) со знаком «плюс», а к западу (влево) — со знаком «минус». Девиация компаса вызывается действием на стрелку компаса

магнитного поля, создаваемого стальными и железными деталями

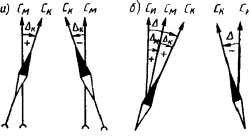
ВС, и электромагнитного поля,

возникающего при работе электро и радиооборудования ВС. Девиация компаса — переменная величина для каждого курса и компаса. В полете ее определяют по

графику девиации, помещенному

в кабине ВС и составленному по

результатам ее списывания.

Вариация Д — угол, заключенный между северными направлениями истинного и компасного меридианов (рис. 4.3, б). 

Она отсчитывается от истинного меридиана к востоку (вправо) со

знаком «плюс» и к западу (влево) со знаком «минус». Вариация

равна алгебраической сумме магнитного склонения и девиации

компаса А = ( ± Д м)+ (± Д к )•

1. Виды курсов самолета. Перевод курсов.

Курсом самолета называется угол, заключенный между северным

направлением меридиана, проходящего через самолет, и продольной осью

самолета. Курс отсчитывается в горизонтальной плоскости от северного

направления меридиана до продольной оси самолета по ходу часовой

стрелки от 0 до 360° (рис. 3. 4). Он показывает, куда направлена продольная

ось самолета относительно меридиана.

Курс самолета может быть истинным, магнитным и компасным в

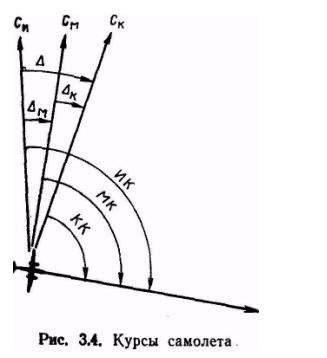
зависимости от меридиана, от которого он отсчитывается.

**Истинным курсом И**К называется угол, заключенный между северным

направлением истинного меридиана, проходящего через самолет, и

продольной осью самолета.

**Магнитным курсом МК** называется угол, заключенный между

северным направлением магнитного меридиана, проходящего через

самолет, и продольной осью самолета.

**Компасным курсом КК** называется

угол, заключенный между северным

направлением компасного меридиана,

проходящего через самолет, и продольной

осью самолета.

Курс самолета определяется и

выдерживается с помощью магнитного

или астрономического компаса.

**Перевод курсов**. Магнитный компас

позволяет определять направления от

компасного и магнитного меридианов. На

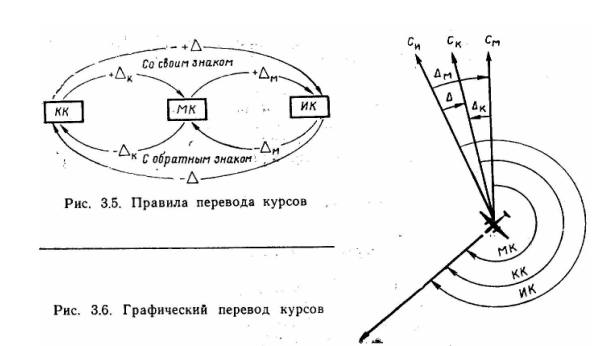
карте направления определяются от

истинного меридиана. Поэтому при

выполнении различных навигационных

расчетов приходится переходить от одного

курса к другому.



Перевод курсов можно осуществлять аналитически (по приведенным

ниже формулам) и графически.

МК = КК + (± Δк); КК = МК - (+ Δк);

ИК = МК+(±Δм); МК=ИК-(±Δм);

ИК = КК + (± Δк) + (± Δм); КК = ИК - (± Δм) - (± Δк);

ИК = КК+(±Δм); КК=ИК-(±Δк).

При переводе курсов необходимо руководствоваться следующими

правилами:

1) если определяется магнитный или истинный курс по компасному, то

девиация, магнитное склонение и вариация учитываются со своим знаком,

т. е. алгебраически прибавляются;

2) если определяется магнитный или компасный курс по истинному, то

магнитное склонение, девиация компаса и вариация учитываются с

обратным знаком, т. е. алгебраически вычитаются, (рис. 3.5).

Для графического перевода курсов необходимо на листе бумаги

провести северное направление меридиана того курса, который дан по

условию задачи, затем от него отложить направление продольной оси

самолета (значение данного курса). После этого проводятся остальные

меридианы с учетом знака девиации и магнитного склонения. Значение

искомых курсов определяется по схеме.

1. Классификация высот полета от уровня отсчета. Погрешности барометрических высотомеров.

Высотой полета Н называется расстояние по вертикали от самолета до

уровня, принятого за начало отсчета. Высота измеряется в метрах. Знание

высоты полета необходимо экипажу для выдерживания заданного профиля

полета и предотвращения столкновения самолета с земной поверхностью и

искусственными препятствиями, а также для решения некоторых

навигационных задач.

В самолетовождении в зависимости от уровня начала отсчета различают

следующие высоты полета: истинную, абсолютную и барометрическую

(рис. 5.1).

**Истинной высотой** Ни называется высота полета, измеряемая

относительно пролетаемой местности. В горизонтальном полете истинная

высота изменяется соответственно изменению рельефа местности.

**Абсолютной высотой** Набс называется высота полета, измеряемая

относительно уровня Балтийского моря.

**Барометрической высотой** Нб называется высота полета, измеряемая

относительно изобарической поверхности атмосферного давления,

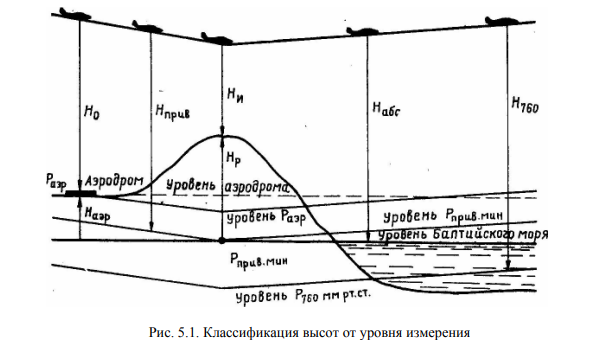
установленного на шкале барометрического высотомера.

Барометрическая высота может быть:

1) относительной Но, если она измеряется относительно давления

аэродрома вылета или посадки (используется при полетах ниже нижнего

эшелона в зоне взлета и посадки);



2) приведенной Нприв, если она измеряется относительно

минимального давления участка трассы, которое приведено к уровню

моря (используется при визуальных полетах по маршруту ниже нижнего

эшелона);

3) условно барометрической Н760, если она измеряется относительно

условного уровня давления 760 мм рт. ст. (используется для

выдерживания заданных эшелонов при полетах по трассам и в зоне

ожидания).

**Ошибки барометрических высотомеров**

Барометрические высотомеры имеют инструментальные, аэродинамические и методические ошибки.

**Инструментальные ошибки высотомера** ΔН возникают вследствие

несовершенства изготовления прибора и неточности его регулировки.

Причинами инструментальных ошибок являются несовершенства

изготовления механизмов высотомера, износ деталей, изменение упругих

свойств анероидной коробки, люфты и т. д. Каждый высотомер имеет свои

инструментальные ошибки. Они определяются путем проверки высотомера,

заносятся в специальную таблицу и учитываются в полете.

**Аэродинамические ошибки** ΔНа возникают в результате неточного

измерения атмосферного давления на высоте полета вследствие искажения

воздушного потока, особенно при полете на больших скоростях. Эти

ошибки зависят от скорости полета, типа приемника, воспринимающего

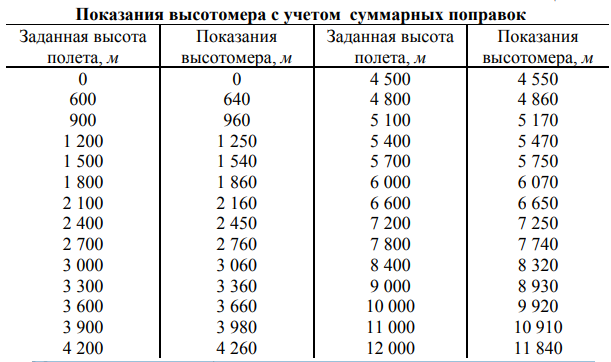
атмосферное давление, и места его расположения. Они определяются при

испытаниях самолетов и заносятся в таблицу поправок. Для упрощения

учета инструментальных и аэродинамических поправок составляется

таблица показаний высотомера с учетом суммарных поправок, которая

помещается в кабине самолета

****

**Методические ошибки** возникают вследствие несовпадения

фактического состояния атмосферы с расчетными данными, положенными

в основу для расчета шкалы высотомера. Шкала высотомера рассчитана для

условий стандартной атмосферы на уровне моря: давление воздуха Ро=760

мм рт. ст., температура t0= + 15°С, температурный вертикальный градиент

tгр=6,5° на 1000 м высоты.

Использование стандартной атмосферы предполагает, что заданной высоте соответствует вполне определенное давление. Но так как в каждом полете действительные условия атмосферы не совпадают с расчетными, то высотомер показывает высоту с ошибками. Барометрическому высотомеру присущи также ошибки вследствие того, что он не учитывает изменения топографического рельефа местности, над которой пролетает самолет. Методические ошибки барометрического высотомера делятся на три группы: 1) ошибки от изменения атмосферного давления у земли; 2) ошибки от изменения температуры воздуха; 3) ошибки от изменения рельефа местности.

1. Виды скоростей полета. Погрешности указателя воздушной скорости

Виды скоростей полета. Скорость полета — один из определяю щих элементов пилотирования и самолетовождения. Для характеристики движения ВС используют различные виды скоростей полета как относительно воздуха, так и относительно земли, знаки которых нужно экипажу ВС и диспетчерам УВД. В самолетовождении основными видами скоростей полета являются воздушная

путевая, имеющие свои области применения.

**Воздушная скорость V** — скорость полета ВС относительно воздушной среды. При этом различают истинную воздушную скорость и приборную. **И с т и н н а я в о з д у ш н а я с к о р о с т** Уи — это действительная скорость, с которой ВС движется относительно окружающего воздуха за счет тяги двигателя (двигателей]

**Приборная скорость К**„р — это скорость, которую показывает

прибор, измеряющий воздушную скорость.Знание истинной воздушной скорости необходимо для навигационных целей, а приборной скорости — для пилотирования ВС.

Скорость полета — величина векторная, для ее определения необходимо знать и модуль, и направление. Вектор воздушной скорости в общем случае не совпадает с продольной осью ВС. Он,

как правило, несколько отклонен от нее. Его отклонение от продольной оси определяется углами атаки и скольжения ВС. Однако в

самолетовождении принято считать, что вектор воздушной скорости

совпадает с продольной осью ВС и лежит в горизонтальной плоскости. Такое допущение существенно не влияет на точность решения

навигационных задач. Воздушная скорость измеряется указателем

воздушной скорости в километрах в час.

Полет ВС происходит в воздушной среде, которая сама перемещается под действием ветра и тем самым вызывает переносное

движение ВС относительно земли. Это приводит к необходимости

измерять на ВС не только воздушную скорость, но и путевую.

Путевой скоростью называется скорость полета ВС

относительно поверхности земли. Она зависит от воздушной скорости, скорости и направления ветра. Ее можно рассчитать или измерить с помощью технических средств самолетовождения. Единицы путевой скорости — километры в час.

**Погрешности указателя воздушной скорости**

Указатель скорости имеет инструментальные, аэродинамические

и методические погрешности. Рассмотрим их сущность и правила

учета.

Инструментальные погрешности АК„ возникают по тем же причинам, что и аналогичные погрешности высотомера. Их определяют

в установленные сроки проверкой указателей скорости в лабораторных условиях. По результатам проверки составляют бортовые таблицы показаний указателей приборной скорости с учетом инструментальной поправки, которыми экипаж пользуется в полете. Указанные таблицы помещают в кабине ВС на рабочих местах членов экипажа.

Аэродинамические погрешности Д1/а возникают за счет неточного измерения полного и особенно статического давления в зоне установки ПВД. Исследования показывают, что практически невозможно подобрать место установки ПВД на ВС, где бы не искажалось статическое давление. Значение аэродинамических погрешностей зависит от скорости полета, типа ВС, типа ПВД и места его

установки. Эти погрешности определяются при летных испытаниях

ВС и указываются в РЛЭ для каждого типа ВС.

Методические погрешности Д1А, возникают вследствие несовпадения фактических условий атмосферы со стандартными условиями, принятыми для расчета шкалы указателя. Сущность этих погрешностей заключается в том, что указатель скорости измеряет фактически не скорость, а скоростной напор, который, как известно, зависит не только от скорости 'ВС, но и от плотности воздуха, которая в свою очередь зависит от сжимаемости его

Погрешности от изменения сжимаемости воздуха. Они возникают

вследствие изменения сжимаемости воздуха на высоте полета относительно сжимаемости на уровне моря, принятой при расчете

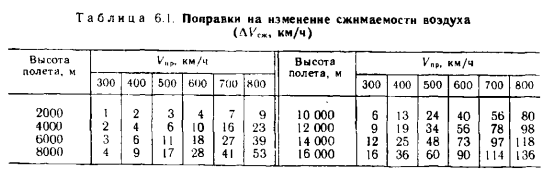
указателя скорости. Воздух, как и всякий газ, обладает сжимаемостью, зависящей от скорости и высоты полета. На малых высотах

и скоростях сжимаемость незначительна, но с их увеличением она

заметно возрастает, что приводит к увеличению плотности воздуха,

а следовательно, и скоростного напора, вызывающего завышение

показаний указателя скорости.



.

1. Погрешности барометрических высотомеров, вызванные изменением температуры воздуха у земли

Барометрические высотомеры имеют инструментальные, аэродинамические и методические погрешности.

Инструментальные погрешности Д//„. Они возникают вследствие несовершенства изготовления механизма высотомера, неточности его регулировки, износа деталей и изменения упругих свойств анероидного блока. Каждый высотомер имеет свои инструментальные погрешности, которые определяют в лабораторных условиях.

Для высотомеров различных типов установлены определенные допустимые значения инструментальных погрешностей. При превышении их высотомер бракуют. Найденные погрешности для установленных эшелонов полета заносят в таблицу для их учета.

Аэродинамические погрешности А/Д- Они возникают за счет неточного измерения высотомером атмосферного давления на высоте полета вследствие искажения воздушного потока, обтекающего ВС.

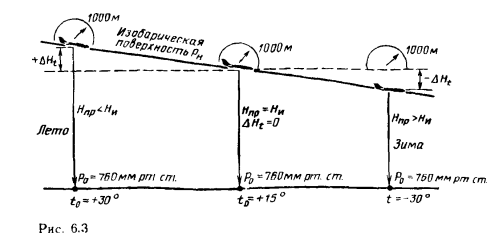
Эти погрешности зависят от скорости, высоты полета, типа приемника воздушного давления и типа ВС (места установки ПВД). Их

определяют при летных испытаниях ВС для крейсерской скорости

полета и заносят в таблицу поправок

Методические погрешности. Они возникают вследствие несовпадения фактических условий атмосферы с расчетными, положенными в основу тарировки шкалы барометрического высотомера.

**Погрешности, вызванные изменением температуры воздуха.**

****

возникают из-за несоответствия фактического распределения температуры воздуха по высоте стандартным значениям. Показания

высотомера будут правильными только в том случае, если фактическая средняя температура слоя воздуха будет соответствовать

расчетной, по которой производилась тарировка его шкалы. Однако

в каждом полете фактическая средняя температура воздуха, как

правило, не совпадает с расчетной, вследствие чего высотомер

измеряет высоту с погрешностью. Ее физическая сущность заключается в том, что изменение температуры воздуха у земли приводит

к изменению величин Тср и рн. В холодное время года воздух становится более плотным и давление с увеличением высоты уменьшается быстрее, чем в теплое время, когда воздух менее плотный.

Это приводит к тому, что при температуре у земли выше 15 °С высотомер занижает показание высоты, а при температуре ниже -ф- 15 °С

завышает (рис. 6.3). Температурные погрешности особенно опасны

зимой при полетах на малых высотах и в горных районах. Температурные погрешности могут достигать существенных значений, поэтому при расчете

высот их необходимо обязательно учитывать.

1. Расчет безопасной высоты полета при визуальных полетах ниже нижнего эшелона. Способы определение приведенного давления.

Расчет безопасной высоты для визуального полета ниже нижнего

эшелона. При визуальном полете ниже нижнего эшелона шкалы давлений

барометрических высотомеров устанавливаются на минимальное

атмосферное давление на данном участке маршрута, приведенное к уровню

моря. Такая установка шкал давлений высотомеров осуществляется при

выходе самолета из зоны взлета и посадки (из зоны круга). Обратная

перестановка шкал давлений с минимального давления на давление

аэродрома посадки выполняется при входе самолета в зону взлета и посадки (в зону круга).

Безопасная барометрическая высота для полетов ниже нижнего эшелона

рассчитывается по минимальной истинной безопасной высоте, абсолютной

высоте наивысшей точки рельефа с учетом искусственных препятствий и

температуры воздуха (рис. 8.2) по формуле

H прив.без = H без.ист + H р — Δ H t,

где H без.ист — установленное значение минимальной безопасной истинной

высоты для визуальных полетов ниже нижнего эшелона (по ПВП); H р —

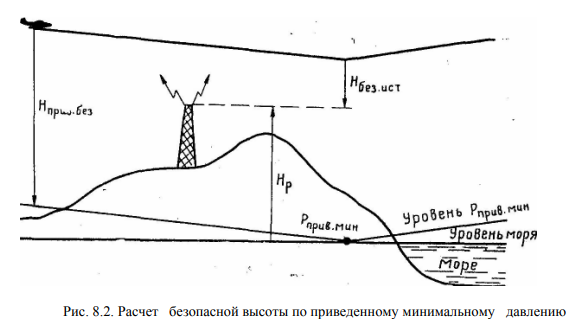
абсолютная высота наивысшей точки рельефа местности с учетом

искусственных препятствий в пределах ширины трассы (маршрута); Δ H t

— методическая температурная поправка высотомера.

Правила визуальных полетов (ПВП) по маршруту и в районе аэродрома

применяются для самолетов с истинной скоростью не более 550 км/ч



для визуальных полетов по маршруту ниже нижнего эшелона

установлены следующие минимальные истинные безопасные высоты:

1. Над равнинной, холмистой местностями и водными пространствами— 100 м для скорости полета до 300 км/ч и 200 м для

скорости 301—550 км/ч.

2. Над горной местностью с высотой гор до 2000 м — 300 м.

3. Над горной местностью с высотой пор более 2000 м — 600 м. Для

визуальных полетов над горной местностью Hбез.ист берется вне зависимости

от скорости полета самолета.

При расчете безопасной высоты для полетов по ПВП ниже нижнего

эшелона по маршруту и в районе аэродрома в равнинной и холмистой

местностях высота искусственных препятствий не учитывается, если

фактическая и прогнозируемая видимости (по среднему значению

градации) составляют 3 км и более, а скорость полета самолета не более 300

км/ч.

Командир экипажа обязан при полете в районе искусственных

препятствий обходить их визуально на удалении не менее 500 м.

При полетах по ПВП вертикальное расстояние от самолета до нижней

границы облаков должно быть не менее 50 м над равнинной, холмистой

местностями, а также водными пространствами и не менее 100 м в горной

местности.

**Определение атмосферного давления, приведенного к уровню моря.**

Обычно минимальное атмосферное давление на участках трассы,

приведенное к уровню моря, определяется по синоптической карте, на

которой оно дано относительно уровня моря. Но если на аэродроме,

расположенном в равнинной и холмистой местностях, нет метеостанции, то

приведенное давление определяет экипаж (пилот) по барометрическому

высотомеру. Для этого необходимо стрелки высотомера установить на

отсчет, равный абсолютной высоте аэродрома, а затем по шкале давления

отсчитать приведенное давление на уровне моря.

Приведенное давление можно также рассчитать. В этом случае по

высотомеру определяют давление на аэродроме, а затем рассчитывают

приведенное давление по упрощенной формуле

Р прив = Раэр± (Hаэр/11)

где Раэр — атмосферное давление на аэродроме; Hаэр — абсолютная

высота аэродрома.

В формуле знак плюс соответствует положению аэродрома выше, а

знак минус ниже уровня моря.

Для приведения давления аэродрома к уровню моря с большей

точностью пользуются следующей формулой:



где α — коэффициент объемного расширения воздуха, равный 1

/273; to —

температура воздуха на аэродроме.

Приведение давления к уровню моря на метеостанциях осуществляется

по заранее рассчитанным таблицам

1. Расчет безопасной высоты полета по маршруту по давлению 760 мм.рт.ст.

расчет безопасной высоты полета по давлению 760 мм. рт. ст.

Безопасная высота по давлению 760 мм рт. ст. рассчитывается при полете

на эшелоне, когда шкалы давлений барометрических высотомеров

установлены на отсчет, равный 760 мм рт. ст. Такой расчет производится

по минимальной истинной безопасной высоте, абсолютной высоте

наивысшей точки рельефа с учетом искусственных препятствий на данном

участке трассы, минимальному атмосферному давлению и температуре

воздуха (рис. 8.1).

При расчете безопасной высоты учитываются как постоянные элементы,

так и переменные (атмосферное давление и температура воздуха). Поэтому

он должен выполняться перед каждым полетом и обеспечивать пролет

самолета на установленной минимальной истинной безопасной высоте

относительно самого высокого препятствия- на данном участке трассы над

точкой с минимальным давлением.

Безопасная барометрическая высота по давлению 760 мм рт. ст.

рассчитывается по формуле

Н760 без = Н без.ист + Нp — Δ Нt+ (760 — Н прив.мин ) · 11,

где Н без. ист — установленное значение минимальной истинной

безопасной высоты для полетов по правилам полетов по приборам (по

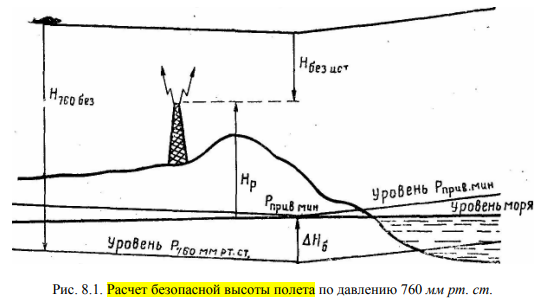
ППП); Н р — абсолютная высота наивысшей точки рельефа местности с

учетом высоты искусственных препятствий на данном участке трассы в

пределах установленной ширины полосы. При полетах по воздушным

трассам и маршрутам вне трасс по ППП рельеф и препятствия учитываются

в полосе по 25 км в обе стороны от оси трассы (маршрута);



Рприв.мин—минимальное атмосферное давление по маршруту (участку)

полета, приведенное к уровню моря; ΔHt— методическая температурная

поправка высотомера, которая учитывается по навигационной линейке; 11

— барометрическая ступень в метрах у земли, соответствующая изменению

давления на 1 мм рт. ст.

Для полетов по трассам и маршрутам вне трасс по правилам полетов по

приборам установлены следующие минимальные истинные безопасные

высоты (вне зависимости от скорости самолета):

1. Над равнинной, холмистой местностями и водными пространствами Hбез. ист = 400 м.

2. Над горной местностью с высотой гор до 2000 м Hбез. ист = 600 м.

3. Над горной местностью с высотой гор более 2000 м Hбез. ист

=1000 м

Характер местности принято определять по относительному

превышению рельефа, которое представляет собой разность между

наибольшей и наименьшей высотами рельефа, расположенными в радиусе

25 км.

Равнинной называется местность с относительными превышениями

рельефа не более 100 м, холмистой — не более 500 м и горной — более 500

м. К горной относится также местность с различными относительными

превышениями рельефа, расположенная на высотах 2000 м над уровнем

моря и более.

1. План и карта. Масштабы карт.

Правильно изобразить поверхность Земли можно только на глобусе,

который представляет собой земной шар в уменьшенном виде. Но глобусы,

несмотря на указанное преимущество, неудобны для практического

использования в авиации. На небольших глобусах нельзя поместить все

сведения, необходимые для самолетовождения. Большие глобусы неудобны

в обращении. Поэтому подробное изображение земной поверхности

делается на плоскости (обычно на листах бумаги) в виде плана или карты.

Планом называется уменьшенное изображение на плоскости в крупном

масштабе небольшого участка земной поверхности. План составляется без

учета кривизны Земли. Небольшие участки земной поверхности радиусом

10—15 км можно практически принимать за плоскость и изображать на

бумаге все элементы местности без искажений.

Плану присущи следующие свойства:

1) отсутствие градусной сетки меридианов и параллелей;

2) равномасштабность во всех направлениях;

3) большая подробность деталей местности и передача очертаний

предметов без искажений.

Планы составляются в масштабе 200 м в 1 см и крупнее. На них

помещаются объекты, в изображении которых нужна большая подробность.

Большие участки земной поверхности изображаются на карте.

Картой называется условное изображение всей поверхности Земли или

отдельных ее частей в уменьшенном виде на плоскости с учетом

шарообразности Земли. Как видно из определения, план и карта — это

прежде всего уменьшенные изображения того или иного участка земной

поверхности. Уменьшение зависит от принятого для плана или карты

масштаба.

**Масштабом карты** называется отношение длины линии, взятой на карте,

к действительной длине той же линии на местности. Он показывает степень

уменьшения линий на карте относительно соответствующих им линий на

местности. Масштаб бывает численный и линейный.

Численный масштаб выражается дробью, у которой числитель—

единица, а знаменатель — число, показывающее, во сколько раз

действительные расстояния на Земле уменьшены при нанесении их на

карту. Например 1 : 1 000000, 1 : 500 000. Чем меньше знаменатель

численного масштаба, тем более крупным будет масштаб данной карты.

Линейный масштаб представляет собой прямую линию, разделенную

на равные отрезки, обозначенные числами, показывающими, каким

расстояниям на местности соответствуют эти отрезки (рис. 2.1). Линейный

масштаб—это графическое выражение численного масштаба. Отрезок

линии, положенный в основу линейного масштаба, называется основанием

масштаба. Обычно основанием масштаба для удобства измерений на карте

берется отрезок длиной в 1 см. Расстояние на местности, соответствующее

основанию масштаба, называется величиной масштаба. Например,

величина масштаба карты 1 : 1 000000 равна 10 км.

Ввиду того, что шарообразную поверхность Земли нельзя изобразить на

плоскости без искажений, масштаб не является постоянной величиной для

всей карты

1. Расчет истинной воздушной скорости для однострелочного указателя скорости.

Истинная воздушная скорость по показанию однострёлочного указателя

скорости рассчитывается по формуле

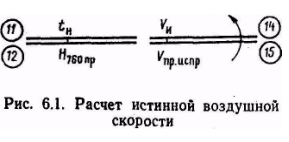
Vи= Vпр+(±ΔV) + (±ΔVм),

где Vпр — приборная воздушная скорость; ΔV — инструментальная

поправка указателя воздушной скорости; ΔVМ — методическая поправка

указателя воздушной скорости на изменение плотности воздуха.

Рассмотренная формула применяется для расчета истинной скорости

при полете на самолетах с поршневыми двигателями. 

Пример. Н760пр =3000 м; tH = — 10°; Vпр = 300 км/ч; ΔV = + 5 км/ч.

Определить истинную воздушную скорость.

Решение. 1. Исправляем показание указателя воздушной скорости на

инструментальную поправку:

Vпр.испр = Vпр + (±ΔV) = 300 + ( + 5)

=305 км/ч.

2. Учитываем с помощью НЛ-10М

(рис. 6.1) методическую поправку

указателя воздушной скорости на изменение плотности воздуха и находим

истинную скорость: Vи = 350 км/ч.

1. Система счисления времени. Зависимость между временами.

В практике применяется несколько систем (видов) счисления времени. Это: местное, поясное и универсальное время.

Кроме того, приняты еще системы счисления декретного и летнего времени.

Местное время (Тм) - время на данном географическом меридиане. Каждый меридиан имеет свое собственное местное время. Из рис. 4.1 видно, что во всех точках, «лежащих» на одном меридиане, в один и тот же момент местное время одинаково.

На восток от любого меридиана оно увеличивается, а на запад- уменьшается.

Зависимость между долготой и временем.

Эта зависимость позволяет долготу места выражать во времени и, наоборот, время выражать в угловых величинах, что необходимо при решении задач, связанных с расчетом времени.

Принимая во внимание то, что Земля совершает полный оборот в 360° за 24 ч, можно установит следующую зависимость между долготой и временем:

15° = 1 ч; 1° = 4 мин; 15' = 1 мин; 1¢ = 4 с; 15" = 1 с; 1" = 1/15 с.

Поясное время (Тп) - местное среднее солнечное время среднего меридиана данного часового пояса.Сущность поясного времени состоит в том, что вся поверхность Земли разделена на 24 часовых пояса, от нулевого по 23-й включительно. Каждый пояс занимает по долготе 15°.

За средний меридиан нулевого пояса принят Гринвичский, от которого ведется отсчет долгот. Средние меридианы соседних поясов отстоят друг от друга на 15°, что соответствует 1 ч времени. Счет поясов ведут к востоку. В каждом часовом поясе единое для всего часового пояса время, которое соответствует местному среднему солнечному времени среднего меридиана данного пояса.

Для определения часового пояса того или иного населенного пункта используют карту часовых поясов, которая имеется в Авиационном астрономическом ежегоднике (ААЕ) для всего земного шара. Чтобы определить, в каком часовом поясе находится заданный пункт, необходимо найти его на карте часовых поясов. Если этого пункта на карте нет, его наносят на карту по широте и долготе, указанным на рамке карты, затем по его положению определяют, к каком часовом поясе он находится.

Гринвичское (всемирное) время (Тгр) - среднее солнечное время на меридиане Гринвича с началом отсчета от полуночи.

Гринвичское время базируется на вращении Земли вокруг своей оси.

Всемирное координированное время (UTC)- атомное время, откорректированное в целях максимального его приближения к среднему солнечному времени Гринвичского меридиана

**Зависимость между временами.**

Переход из одной системы измерения времени к другой выполняется по формулам:

Тм = Тгр ± l; Тд = Тп + nч;

Тгр = Тм ± l; Тп = Тд – nч;

Тгр = Тп - N;

Тп = Тгр + N

Тм = Тп – N ± l; Тгр = Тмск.д – 4ч;

Тп = Тм ± l +N;

где N - номер часового пояса, в котором расположен данный пункт.

В аэронавигации принято показания бортовых часов обозначать

буквой Т. Перевод бортовых часов в местное время и наоборот,

удобнее производить по следующим формулам:

где N - номер часового пояса, по времени которого идут часы.

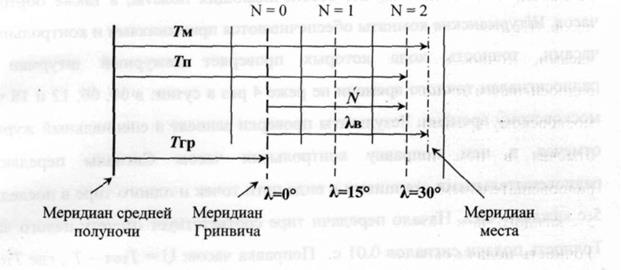


Рис.4.2. Зависимость между системами измерения времени

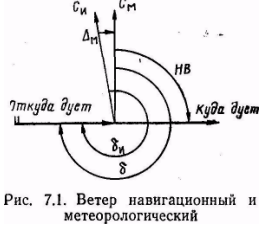
Линия смены дат (демаркационная линия). Для исключения ошибок в счете суток по международному соглашению установлена линия смены дат (демаркационная линия времени).

Она проходит в основном по меридиану 180°. Линия смены дат идет от Северного полюса через Берингов пролив, обходя многочисленные острова в Тихом океане, и заканчивается на Южном полюсе.

На западной стороне этой линии каждый раз в полночь начинается новая календарная дата.При пересечении линии смены дат в направлении с востока на запад необходимо изменить дату на сутки вперед, а при пересечении линии с запада на восток - на сутки назад.

1. Ветер метеорологический и навигационный. Навигационный треугольник скоростей и его элементы

Воздушные массы постоянно движутся относительно земной

поверхности в горизонтальном и вертикальном направлениях. Горизонтальное движение воздушных масс называется ветром. Ветер

характеризуется скоростью и направлением. Они изменяются с течением

времени, с переменой места и с изменением высоты. Существует два понятия о направлении ветра: навигационное и метеорологическое.

Навигационным направлением ветра (НВ) называется угол,

заключенный между северным направлением магнитного меридиана и

направлением в точку, куда дует ветер. Отсчитывается оно от северного

направления магнитного меридиана по часовой стрелке от 0 до 360° (рис.

7.1).

Метеорологическим направлением ветра называется угол,

заключенный между северным направлением меридиана и направлением из

точки, откуда дует ветер.

метеостанции.

**Навигационный треугольник скоростей**

Самолет относительно воздушной массы перемещается с воздушной

скоростью в направлении своей продольной оси. Одновременно под

действием ветра он перемещается вместе с воздушной массой в

направлении и со скоростью ее движения. В результате движение самолета

относительно земной поверхности будет происходить по

равнодействующей, построенной на слагаемых скоростях самолета и ветра.

Таким образом, при полете с боковым ветром векторы воздушной скорости,

путевой скорости и скорости ветра образуют треугольник (рис. 7.3),

который называется навигационным треугольником скоростей. Каждый

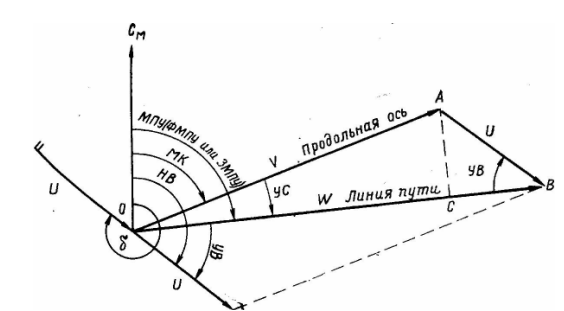
вектор характеризуется направлением и величиной.

Вектором воздушной скорости называется направление и скорость

движения самолета относительно воздушных масс. Его направление

определяется курсом самолета, а величина — значением воздушной

скорости.



**(Дополнительно:** Вектором путевой скорости называется направление и скорость

движения самолета относительно земной поверхности. Его направление

определяется путевым углом, а величина — значением путевой скорости.

Вектором ветра называется направление и скорость движения

воздушной массы относительно земной поверхности. Его направление

определяется направлением ветра, а величина — значением его скорости.

Навигационный треугольник скоростей имеет следующие элементы:

МК — магнитный курс самолета;

V — воздушная скорость;

МПУ— магнитный путевой угол (может быть заданным —ЗМПУ и

фактическим — ФМПУ);

W — путевая скорость;

НВ — навигационное направление ветра;

U — скорость ветра;

УС — угол сноса;

УВ — угол ветра.

Фактическим магнитным путевым углом называется угол,

заключенный между северным направлением магнитного меридиана и

линией фактического пути. Отсчитывается от северного направления

магнитного меридиана до линии фактического пути по ходу часовой

стрелки от 0 до 360°.

Углом сноса называется угол, заключенный между продольной осью

самолета и линией пути. Отсчитывается от продольной оси самолета до

линии пути вправо со знаком плюс и влево со знаком минус.

Углом ветра называется угол, заключенный между линией пути

(фактической или заданной) и направлением навигационного ветра.

Отсчитывается от линии пути до направления ветра по ходу часовой

стрелки от 0 до 360°.)

1. Расчет пеленга самолета. Учет поправки на угол схождения меридианов.

**Пеленгом самолета** называется угол, заключенный между северным

направлением меридиана, проходящего через радиостанцию, и

ортодромическим направлением на самолет. Отсчитывается от северного

направления меридиана по ходу часовой стрелки от 0 до 360°. Пеленг

самолета называется истинным, если отечет ведется от истинного

меридиана, и магнитным, если отсчет ведется от магнитного меридиана

Пеленги самолетов рассчитываются по формулам:

МПС = МПР ± 180°; ИПС = ИК + КУР ± 180°;

МПС = МК + КУР ± 180°; ИПС = МК + (± Дм) + КУР ± 180°;

МПС = КК + (±Δк) + КУР ± 180;

МПС = КК + (±Δк) + (±Δм) + КУР± 180°; ИПС = ИПР ± 180°;

ИПС = МПС + (±Δм).

При КУР=180° магнитный пеленг самолета МПС=МК. Указанные

формулы для расчета ИПС используются в том случае, когда разность

между долготой радиостанции и долготой самолета менее 2°. Если эта

разность составляет 2° и более, то при расчете ИПС необходимо учитывать

поправку на угол схождения меридианов.

**Поправка на угол схождения меридианов**

Как известно, на картах конической и поликонической проекций,

применяемых для целей радиопеленгации, меридианы непараллельны

между собой.

Поправкой σ на схождение меридианов называется угол, заключенный

между северным направлением истинного меридиана радиостанции и

северным направлением истинного меридиана самолета, перенесенного в

точку радиостанции параллельно самому себе (рис. 12.7). Поправка

отсчитывается от меридиана радиостанции до меридиана самолета, вправо

со знаком плюс и влево со знаком минус.

Для карт видоизмененной поликонической проекции поправка на угол

схождения меридианов

σ = (λр — λc)sinφcр,

где λр — долгота радиостанции; λс — долгота самолета; φcр —

средняя широта листа карты.

Для средних широт sin φcр=0,8. Поэтому

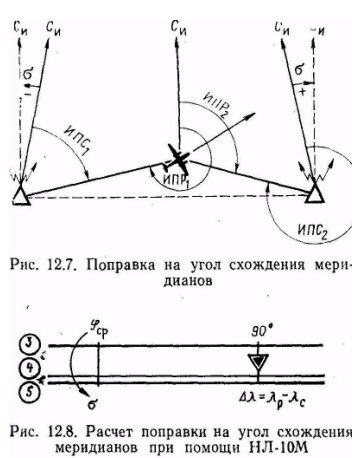
σ = (λр-λс)·0,8.

При определении поправки следует знать, что для широт 40— 50° sin

φcр=0,7; для широт 50—60° sin φcр=0,8 и для широт 60— 70° sin φcр=0,9.

В практике поправку σ обычно рассчитывают на НЛ-10М (рис. 12.8).

Поправка на угол вхождения меридианов учитывается при расчете

ИПС, предназначенного для прокладки на карте. Долготы радиостанции и самолета при этом берут приближенно, округляя до целого градуса.

Поправка учитывается по следующим правилам:

1) если радиостанция расположена восточнее самолета, то поправка берется со знаком плюс;

2) если радиостанция расположена западнее самолета, то поправка берется со знаком минус.

ИПС для прокладки на карте с учетом поправки на

угол схождения меридианов рассчитывается по формуле

ИПС = КК + (± Δк) + (±Δм) +

КУР ± 180° + (± σ).

1. Астрономические основы измерения времени.

Период, за который воображаемая небесная сфера совершает полный оборот вокруг Земли, а вместе с этим повторение явлений восхода и захода светил и их кульминаций, дали людям естественную единицу счета времени – сутки. Как мы уже знаем, на самом деле за это время Земля делает один оборот вокруг своей оси. С развитием науки выяснилось, что вращение Земли не идеально равномерно. Во-первых Происходит возрастное замедление вращения Земли в результате приточного трения, вызванного Луной и Солнцем; от этого сутки каждое столетие увеличиваются на 0,0016 с. Во-вторых Существуют сезонные колебания скорости вращения Земли, связанные, главным образом, с атмосферной циркуляцией и перемещением воздушных масс. Зимой атмосфера тормозит вращение Земли, а летом ускоряет. Кроме этого, существуют сезонные перераспределения снежного и ледового покрова между Северным и Южным полушариями Земли. Это влечет за собой изменение уровня Мирового океана, а также процессы, происходящие в ядре и мантии планеты, извержения вулканов и землетрясения. То есть причин достаточно много, и не все они хорошо изучены. Хотя эти колебания не являются постоянными из года в год. Скорость вращения Земли довольно быстро и нерегулярно увеличивается и уменьшается на тысячные доли секунды через разные промежутки времени. Пример Сутки в 1972 г. были на 0,0025 с длиннее, чем в 1955 г. А начиная с 1973 г. скорость вращения Земли увеличивается. Поэтому сейчас точное время определяют с помощью точных физических методов и специальных приборов – атомных часов. Но астрономические методы определения времени не утратили своего значения, потому что жизнь людей «привязана» к Земле. То есть показатели очень точных часов требуется во многих случаях согласовывать с естественным процессом – продолжительностью суточного вращения Земли. Поскольку это вращение легко фиксировать учитывая явление видимого вращения небесной сферы, то обозначив на ней, например, положение точки весеннего равноденствия или Солнца, получим точки отсчета для основных систем счета времени (чаще всего их называют просто времени): звездное время и солнечное время.

1. Форма и размеры Земли. Основные географические точки, линии и круги на земном шаре.

На основании многочисленных геодезических измерений установлено,

что Земля представляет собой небесное тело, не имеющее простой

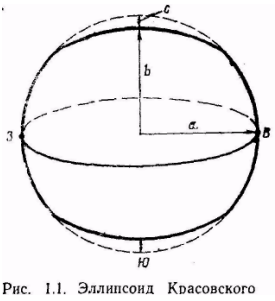
геометрической формы. За геометрическое тело, близкое к истинной форме

Земли, принят геоид.

Геоидом называется геометрическое тело, ограниченное условной

(уровенной) поверхностью, которая является продолжением поверхности

океанов в их спокойном состоянии.

Земля имеет следующие

Характеристики большая полуось (экваториальный радиус) а=6378,245 км;

малая полуось (полярный радиус) b = 6356,863 км;

полярное сжатие = 298.3

1 = −a

a b = 0,00335233.

Величина сжатия Земли у полюсов

является незначительной. Она

составляет всего лишь 21,382 км. Следовательно, форма Земли мало

отличается от шара. Поэтому для упрощения решения многих задач

самолетовождения сжатием Земли пренебрегают и принимают Землю

условно за шар (сферу), радиус которого R=6371 км.

Максимальные ошибки от замены эллипсоида шаром не превышают

±0,5% в определении расстояния и ±12' в определении углов.

. **Основные точки, линии и круги на земном шаре**

Земля непрерывно вращается с запада на восток. Диаметр, вокруг

которого происходит это вращение, называется осью вращения Земли (рис.

1.2).

Эта ось пересекается с поверхностью Земли в двух точках, которые

называются географическими полюсами: один Северным (С), а другой

Южным» (Ю). Северным называется тот полюс, в котором, если смотреть

на него сверху, вращение Земли направлено против хода часовой стрелки.

Противоположный полюс называется Южным.

Через любую точку на земном шаре можно провести большой и малый

круги. Большим называется круг, образованный на земной поверхности

плоскостью сечения, проходящей через центр Земли.

Малым называется круг, образованный на земной поверхности

плоскостью сечения, не проходящей через центр Земли.

Большой круг, плоскость которого перпендикулярна оси вращения

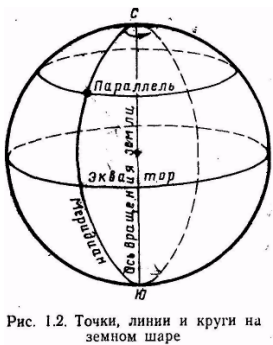
Земли, называется экватором. Экватор делит земной шар на Северное и

Южное полушария.

Малый круг, плоскость которого параллельна плоскости экватора,

называется параллелью. Через каждую точку на земной поверхности можно

провести только одну параллель, которая называется параллелью места.

Большой круг, проходящий через

полюсы Земли, называется

географическим, или истинным,

меридианом. Через каждую точку на земной поверхности, кроме полюсов,

можно провести только один меридиан, который называется меридианом места. Меридиан, проходящий через Гринвичскую астрономическую обсерваторию,

находящуюся в Англии вблизи Лондона, принят по международному

соглашению в качестве начального, или нулевого, меридиана. Начальный меридиан делит земной шар на Восточное и Западное полушария.

Плоскость экватора и плоскость нулевого меридиана являются

начальными плоскостями, от которых производится отсчет географических

координат.

1. Истинные направления. Истинные путевой угол, курс и пеленги. Категории заданных и текущих курсовых параметров.

Истинные направления – это направления, которые прокладываются на карте: истинный курс и истинный пеленг. Неверные направления – это направления, измеряемые с помощью компаса.

Для определения направления движения судна и направлений на видимые с судна предметы исходным принимается истинный меридиан.

Двугранный угол между нордовой частью плоскости истинного меридиана и диаметральной плоскостью судна по направлению его движения называется **истинным курсом судна (ИК),** а след от пересечения диаметральной плоскости судна с плоскостью истинного горизонта называется линией курса судна. Истинный курс судна на плоскости истинного горизонта отсчитывается от нордовой части истинного меридиана до диаметральной плоскости судна по направлению его движения по часовой стрелке от 0 до 360° (рис. 11).

Направления на наблюдаемые с судна предметы определяются положением вертикальной плоскости, проходящей через местонахождение наблюдателя, стоящего на судне, и этот предмет, относительно нордовой части истинного меридиана.

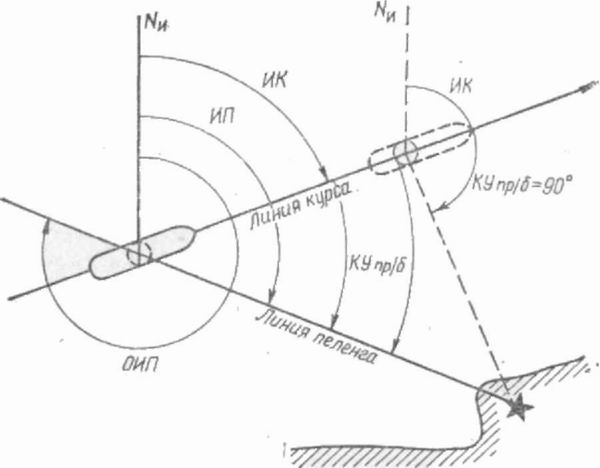
Двугранный угол между плоскостью истинного меридиана и вертикальной плоскостью, проходящей через место наблюдателя и наблюдаемый предмет, называется **истинным пеленгом предмета (ИП**), а след от пересечения этой плоскости с плоскостью истинного горизонта называется линией пеленга предмета.

Истинный пеленг на плоскости истинного горизонта отсчитывается от нордовой части истинного меридиана до линии пеленга по часовой стрелке от 0 до 360° (см. рис. 11). В практике часто применяется обратный истинный пеленг (ОИП). ОИП отличается от ИП на 180° (ОИП = ИП ± 180°).

Направления на различные предметы могут определяться и относительно диаметральной плоскости судна. Двугранный угол между диаметральной плоскостью судна и вертикальной плоскостью, проходящей через место наблюдателя, находящегося на судне, и наблюдаемый предмет, называется к**урсовым углом (КУ).**

Курсовой угол на плоскости истинного горизонта отсчитывается от линии курса вправо или влево до линии пеленга от 0 до 180°. Поэтому курсовой угол, кроме величины, имеет наименование — правого или левого борта

**Истинный путевой угол** (ИПУ) – угол между северным направлением истинного (географического) меридиана и направлением полёта по линии заданного пути (ЛЗП) измеренный по часовой стрелке:



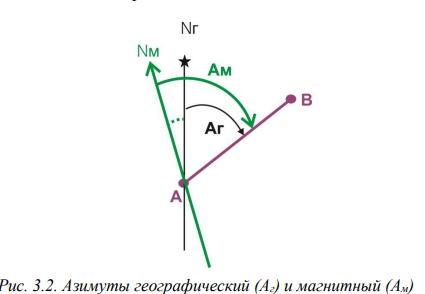
1. Система отсчета углов относительно магнитного меридиана. Искажение магнитного поля Земли действием ферромагнитных масс воздушного судна и его электрических полей.

горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от

северного направления географического меридиана до ориентируемой

линии АВ, называется географическим азимутом1 Аг линии АВ в точке

А (рис. 3.2). Географический азимут изменяется от 0 до 360°. Направление географического меридиана на местности может быть получено из

астрономических наблюдений, а также с помощью специальных приборов – гирокомпасов или гиротеодолитов. Горизонтальный угол, отсчитываемый по ходу часовой стрелки от 

северного направления магнитного меридиана, проходящего через

точку А линии АВ до ориентируемого направления, называется магнитным азимутом Ам линии АВ в точке А (рис. 3.2). Магнитный азимут, так

же как и географический, может изменяться от 0 до 360° . Направление магнитного меридиана определяется при помощи приборов с магнитной стрелкой (компаса или буссоли). Магнитным меридианом называют направление оси свободно подвешенной

стрелки компаса. Магнитный меридиан, как правило, не совпадает с географическим в данной точке земной поверхности, образуя с ним некоторый угол дельта (δ), называемый склонением магнитной стрелки или магнитным склонением.

Исходными направлениями для ориентирования в геодезии

приняты истинный (географический меридиан), магнитный меридиан и осевой меридиан зоны или линия, ему параллельная.

Направление истинного меридиана на местности получается

из астрономических наблюдений или при помощи гироскопических приборов (гиротеодолита, гирокомпаса). Как проходит магнитный меридиан в данной точке линии местности, показывает положение магнитной стрелки компаса или буссоли. Осевой меридиан делит шестиградусные и трехградусные зоны пополам относительно ограничивающих истинных меридианов. Определение

направлений линий местности относительно исходных осуществляется при помощи углов, называемых азимутами, румбами и дирекционными углам

Если же поблизости магнитного компаса находятся ферромагнитные массы, то магнитное поле земли искажается и приводит к отклонению стрелки компаса на некоторый угол от магнитного меридиана. Угол этот называется девиацией компаса и обозначается ΔК. Если поставить компас на самолет, то на магнитную стрелку компаса, кроме земного магнетизма, будут влиять магнитное и электрическое поля самолета, вследствие чего она отклоняется от направления магнитного меридиана к востоку или к западу. Если северный конец стрелки компаса отклонен к востоку от магнитного меридиана, девиация имеет знак плюс (+), если к западу, то знак минус (—)

1. Ортодромический курс. Влияние ветра на полет воздушного судна. Навигационный треугольник скоростей. Основные параметры.

**Ортодромический курс** (ОК) — угол, заключенный между северным

направлением опорного меридиана и направлением продольной оси

самолета. Ортодромический курс может быть истинным (ОИК) или

магнитным (ОМК) в зависимости от меридиана, относительно которого он

измеряется.

**Влияние ветра на полет воздушного судна.**

Летательный аппарат относительно воздушной массы перемещается с воздушной скоростью (V) в направлении своей продольной оси. Одновременно под действием ветра он перемещается с движением воздушной массы в направлении и со скоростью ее движения (U). В результате этого, движение ЛА относительно земной поверхности будет происходить по равнодействующей, построенной на скорости ЛА и скорости ветра, с путевой скоростью (W). При полете с боковым ветром, векторы воздушной скорости, скорости ветра и путевой скорости образуют навигационный треугольник скоростей. При рассмотрении навигационного треугольника скоростей предполагают, что все его векторы спроектированы на горизонтальную плоскость. Вектор воздушной скорости (V) определяется курсом ЛА и воздушной скоростью, вектор ветра (U) - направлением и скоростью ветра, вектор путевой скорости (W) -путевым углом и путевой скоростью

При неизменном ветре и курсе ЛА с увеличением воздушной скорости (V) путевая скорость (W) становится больше, а с уменьшением - уменьшается

Изменение воздушной скорости вызывает пропорциональное изменение путевой скорости. Угол сноса (УС) с увеличением воздушной скорости уменьшается, а с ее уменьшением -увеличивается.

При постоянной воздушной скорости (V) и курсе ЛА с увеличением скорости ветра (U) угол сноса (УС) увеличивается, а при ее уменьшении -- уменьшается

Путевая скорость (W) при попутном и попутно-боковом ветре (рис. 40, а) с изменением скорости ветра (U) изменяется так же, как и угол сноса (УС). При встречном и встречно-боковом ветре с увеличением скорости ветра (U) путевая скopocть(W) уменьшается, а с уменьшением - увеличивается.

**Навигационный треугольник скоростей. Основные параметры.**

Навигационный треугольник скоростей

Самолет относительно воздушной массы перемещается с воздушной

скоростью в направлении своей продольной оси. Одновременно под

действием ветра он перемещается вместе с воздушной массой в

направлении и со скоростью ее движения. В результате движение самолета

относительно земной поверхности будет происходить по

равнодействующей, построенной на слагаемых скоростях самолета и ветра.

Таким образом, при полете с боковым ветром векторы воздушной скорости,

путевой скорости и скорости ветра образуют треугольник ,

который называется навигационным треугольником скоростей. Каждый

вектор характеризуется направлением и величиной.

Вектором воздушной скорости называется направление и скорость

движения самолета относительно воздушных масс. Его направление

определяется курсом самолета, а величина — значением воздушной

скорости.

Вектором путевой скорости называется направление и скорость

движения самолета относительно земной поверхности. Его направление

определяется путевым углом, а величина — значением путевой скорости.

Вектором ветра называется направление и скорость движения

воздушной массы относительно земной поверхности. Его направление

определяется направлением ветра, а величина — значением его скорости.

Навигационный треугольник скоростей имеет следующие элементы:

МК — магнитный курс самолета;

V — воздушная скорость;

МПУ— магнитный путевой угол (может быть заданным —ЗМПУ и

фактическим — ФМПУ);

W — путевая скорость;

НВ — навигационное направление ветра;

U — скорость ветра;

УС — угол сноса;

УВ — угол ветра.

Фактическим магнитным путевым углом называется угол,

заключенный между северным направлением магнитного меридиана и

линией фактического пути. Отсчитывается от северного направления

магнитного меридиана до линии фактического пути по ходу часовой

стрелки от 0 до 360°.

Углом сноса называется угол, заключенный между продольной осью

самолета и линией пути. Отсчитывается от продольной оси самолета до

линии пути вправо со знаком плюс и влево со знаком минус.

Углом ветра называется угол, заключенный между линией пути

(фактической или заданной) и направлением навигационного ветра.

Отсчитывается от линии пути до направления ветра по ходу часовой

стрелки от 0 до 360°.

1. Основные радионавигационные элементы. Расчет пеленга радиостанции.

**Основными радионавигационными элементами** при использовании

радиокомпаса являются:

курсовой угол радиостанции (КУР);

отсчет радиокомпаса (ОРК);

радиодевиация (Δр);

пеленг радиостанции (ПР);

пеленг самолета (ПС).

**Курсовым углом** радиостанции называется угол, заключенный между

продольной осью самолета и действительным (ортодромическим)

направлением на радиостанцию. Он отсчитывается от продольной оси

самолета по ходу часовой стрелки до направления на радиостанцию от 0 до

360° (рис. 12.3).

Курсовой угол радиостанции определяется с помощью радиокомпаса и

отсчитывается по указателю курсовых углов. Зная величину КУР, можно

указать направление на радиостанцию относительно продольной оси

самолета. Так, например, если КУР=0°, то радиостанция находится впереди

самолета; если КУР=180°— радиостанция позади самолета; если КУР=90°

— радиостанция справа под углом 90° к продольной оси самолета.

Зная курсовой угол радиостанции и имея показания магнитного

компаса, можно решать следующие задачи:

1) определять положение радиостанции по отношению к продольной

оси самолета;

2) определять момент пролета контрольного ориентира или

поворотного пункта маршрута;

3) определять момент выхода самолета на ЛЗП;

4) определять момент пролета радиостанции или ее траверза;

5) определять пеленг радиостанции и пеленг самолета;

6) осуществлять контроль за построением маневра при заходе на

посадку в сложных метеоусловиях

**Отсчетом радиокомпаса** называется угол, заключенный между

продольной осью самолета и измеренным с помощью радиокомпаса

направлением на радиостанцию (рис.-12.4). Этот угол отсчитывается от

продольной оси самолета до измеренного направления на радиостанцию от

0 до 360°.

В общем случае ОРК отличается на некоторую величину от

действительного значения КУР, т. е. радиокомпас, установленный на

самолете, не всегда правильно указывает направление на радиостанцию.

Эту ошибку радиокомпаса в измерении направления на радиостанцию

называют радиодевиацией.

**Радиодевиация** — это угол, заключенный между измеренным с

помощью радиокомпаса и действительным направлениями на радиостанцию (см. рис. 12.4). Он отсчитывается от измеренного к

действительному направлению на радиостанцию вправо со знаком плюс, а

влево со знаком минус.

Причины возникновения радиодевиации и ее характер рассмотрены в

гл. 14.

Радиодевиация является величиной переменной, как по знаку, так и по

абсолютной величине и зависит от типа самолета, места установки

рамочной антенны на самолете, а также от величины КУР.

На современных самолетах радиодевиация достигает 15—20°.

Радиодевиация на КУР 0, 90, 180 и 270° равна нулю; на КУР 45, 135, 225 и

315° достигает наибольшего значения.

Для уменьшения радиодевиации в радиокомпасе имеется механический

компенсатор. При полностью скомпенсированной радиодевиации указатели

радиокомпаса показывают непосредственно курсовой угол радиостанции.

**Пеленгом радиостанции** называется угол, заключенный между

северным направлением меридиана, проходящего через самолет, и

действительным направлением на радиостанцию. Отсчитывается он от

северного направления меридиана по ходу часовой стрелки до направления

на радиостанцию от 0 до 360°. Пеленг называется магнитным, если отсчет

ведется от магнитного меридиана, и истинным, если отсчет ведется от

истинного меридиана

Пеленги радиостанции определяют по формулам:

МПР = МК + КУР; М П Р = = К К + (± А к) + КУР;

ИПР = ИК + КУР; ИПР = МК + (±Д«) + КУР;

ИПР = К К - К ± Л к Ж ± А«)+КУР;

ИПР = МПР + ( ± Д м).

При К У Р= 0 магнитный пеленг радиостанции МПР = МК.

**Пеленгом самолета** называется угол, заключенный между северным

направлением меридиана, проходящего через радиостанцию, и

ортодромическим направлением на самолет. Отсчитывается от северного

направления меридиана по ходу часовой стрелки от 0 до 360°. Пеленг

самолета называется истинным, если отечет ведется от истинного

меридиана, и магнитным, если отсчет ведется от магнитного меридиана

1. Визуальная ориентировка. Виды ориентиров. Условия ведения визуальной ориентировки.

Одним из основных правил самолетовождения является непрерывное

сохранение ориентировки в течение всего полета. Сохранять ориентировку

— это значит в любое время полета знать место самолета. Местом самолета

называется проекция положения самолета в данный момент времени на

земную поверхность. Ориентировка может осуществляться визуально и при

помощи технических средств самолетовождения.

Визуальной ориентировкой называется определение места самолета по

опознанным ориентирам путем сличения карты с наблюдаемой местностью.

Она применяется при видимости земной поверхности и наличии на

местности в районе полетов характерных ориентиров. В каждом полете с

помощью визуальной ориентировки и других средств самолетовождения,

используемых в комплексе, осуществляются контроль пути, определение

навигационных элементов полета и вывод самолета в назначенное место.

Основными достоинствами визуальной ориентировки является ее

надежность, простота, высокая точность и большая достоверность

определения местонахождения самолета. Умение вести визуальную

ориентировку в полете является одним из элементов летного мастерства

штурмана.

**Условия ведения визуальной ориентировки**

На ведение визуальной ориентировки оказывают влияние:

1. Характер пролетаемой местности. Это условие имеет

первостепенное значение при определении возможности и удобства

ведения визуальной ориентировки. В районах, насыщенных крупными и

характерными ориентирами, вести визуальную ориентировку легче, чем в

районах с однообразными ориентирами. При полете над безориентирной

местностью или над местностью с большим количеством ориентиров, не

имеющих отличительных признаков, визуальную ориентировку вести

крайне трудно.

2. Время года и суток. Лучшие условия для ведения визуальной

ориентировки бывают летом, когда все ориентиры наблюдаются в

неискаженном виде. В зимнее время такие ориентиры, как реки и озера,

трудно различимы. Поэтому зимой визуальную ориентировку вести

сложнее, чем летом. В переходные периоды года — весной и осенью —

условия визуальной ориентировки ухудшаются. В это время снеговые

пятна создают пестрый ландшафт местности, затрудняющий ориентировку,

происходит разлив рек и озер, вследствие чего искажается их

конфигурация. Большая влажность воздуха в эти периоды года делает его

менее прозрачным и дальность видимости ориентиров сокращается. Лучше

всего вести визуальную ориентировку в ясный солнечный день. В утренние

и вечерние часы косые лучи Солнца окрашивают местность в красные тона

и затрудняют распознавание ориентиров, а при наблюдении в сторону

Солнца видимость ориентиров ухудшается, так как солнечные лучи

ослепляют наблюдателя. В сумерки видимость ориентиров резко

ухудшается, значительно сокращается дальность их видимости. В это время

суток экипажу приходится смотреть на затемненную земную поверхность

из освещенного лучами заходящего Солнца пространства. Кроме того, в

сумерки иногда ухудшается прозрачность воздуха из-за образовавшейся

дымки и радиационных туманов.

3. Метеорологические условия. Дождь, снегопад, пыльная буря,

дымка сильно ухудшают видимость ориентиров и затрудняют ведение

визуальной ориентировки. При полете в облаках и за облаками визуальная

ориентировка исключается.

4. Высота полета. От высоты полета зависит дальность видимости

ориентиров. Для крупных ориентиров с подъемом на высоту она

увеличивается, а для мелких, пригодных для визуальной ориентировки со

средних высот, значительно ухудшается. При полете на малых высотах

условия ведения визуальной ориентировки также ухудшаются вследствие

малой площади обзора и малого времени для распознавания ориентиров

из-за большой угловой скорости перемещения местности относительно

самолета. Ориентировка на малой высоте затрудняется еще и тем, что

**Виды ориентиров**

Визуальная ориентировка ведется по земным ориентирам. Ориентирами

называются все объекты на земной поверхности или отдельные ее

характерные участки, выделяющиеся на общем ландшафте местности,

изображенные на карте и видимые с самолета. Они могут использоваться

для определения места самолета.

Ориентиры подразделяются на линейные, площадные и точечные.

*Линейными называются* ориентиры, которые при относительно

незначительной ширине имеют большую протяженность. Такими

ориентирами являются реки, дороги, каналы, берега морей, горные хребты

и т. д.

*Площадными* называются ориентиры, которые занимают относительно

большую площадь и выделяются на фоне местности своими контурами.

Обычно это крупные населенные пункты, железнодорожные узлы, озера,

леса в степных районах и т. д.

*Точечными*ориентирами являются перекрестки дорог, мосты, мелкие

населенные пункты, небольшие железнодорожные станции, отдельные

вершины гор. К точечным ориентирам относятся также светотехнические

средства (светомаяки, прожекторы, дымовые шашки и др.).

1. Линии пути: ортодромия и локсодромия.

Путь самолета между двумя заданными точками на карте может быть

проложен по ортодромии или локсодромии. Выбор способа прокладки пути зависит от оснащенности самолета навигационным оборудованием. Каждая из указанных линий пути имеет определенные свойства.

Ортодромией называется дуга большого круга, являющаяся кратчайшим

расстоянием между двумя точками А и В на поверхности земного шара

Ортодромия обладает следующими свойствами:

1) является линией кратчайшего расстояния между двумя точками на

поверхности земного шара;

2) пересекает меридианы под различными, неравными между собой

углами вследствие схождения меридианов у полюсов.

.

Локсодромией называется линия, пересекающая меридианы под

одинаковыми путевыми углами. Путь самолета по локсодромии называется

локсодромическим. Постоянный угол, под которым локсодромия

пересекает меридианы, называется локсодромическим путевым углом.

На поверхности земного шара локсодромия имеет вид пространственной

логарифмической спирали, которая огибает земной шар бесконечное число

раз и с каждым оборотом постепенно приближается к полюсу, но никогда

не достигает его . Путь по локсодромии всегда длиннее пути

по ортодромии. Только в частных случаях, когда полет происходит по

меридиану или по экватору, длина пути по локсодромии и ортодромии

будет одинаковой.

Если пункты перелета не очень удалены друг от друга, то разность пути

по ортодромии и локсодромии незначительна.

При большой протяженности маршрута путь по

ортодромии значительно сокращает расстояние, уменьшает

продолжительность полета и расход Топлива, что повышает полезную

нагрузку самолета. Поэтому полеты сверхзвуковых транспортных

самолетов выполняются по спрямленным воздушным трассам,

совпадающим с ортодромиями.

Локсодромия обладает следующими свойствами:

1) пересекает меридианы под постоянным углом и на поверхности

земного шара своей выпуклостью обращена в сторону экватора;

2) путь по локсодромии всегда длиннее пути по ортодромии, за

исключением частных случаев, когда полет происходит по меридиану или

по экватору.

1. Расчет истинной воздушной скорости по показанию широкой стрелки КУС.

**Расчет истинной воздушной скорости по показанию широкой**

стрелки КУС. При пользовании комбинированным указателем скорости следует знать, что его широкая стрелка показывает приборную

скорость, при пересчете которой в истинную необходимо учитывать

инструментальную ДУ„, аэродинамическую ДУа поправки, поправку

на изменение сжимаемости воздуха ДУСж и методическую поправку

на изменение плотности воздуха АУ\*. В этом случае истинная воздушная скорость



1. Полет от радиостанции с выходом на ЛЗП.

Полет от радиостанции с выходом на ЛЗПприменяется при значительном уклонении самолета от ЛЗП, а также в случаях, когда необходимо строго следовать по ЛЗП. Полет выполняется в такой последовательности (рис. 3):

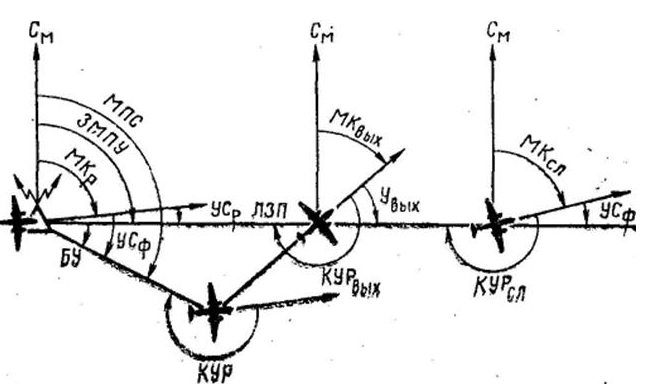
1. Точно пройти радиостанцию с МКр или МК=ЗМПУ.

2. Через 5—15 мин полета отсчитать КУР и определить МПС.

МПС = МК + КУР ± 180° или МПС = МК ± α.

3. Сравнением МПС с ЗМПУ определить сторону и величину бокового уклонения:

БУ = МПС - ЗМПУ; УСф = КУР - 180°.



4. Задаться углом выхода, рассчитать МКвых и вывести само­лет на ЛЗП. Угол выхода Увых берется в пределах 20—90°. МКвых = ЗМПУ±Увых («+» при левом уклонении, «—» при пра­вом уклонении).

5. Определить момент выхода самолета на ЛЗП по КУРвых = 180°±Увых («+» при правом уклонении, «—» при левом укло­нении).

6. После выхода на ЛЗП установить самолет на МКсл = МКР —(±БУ) или МКсл = ЗМПУ— (±УСф).

7. Дальнейший контроль пути по направлению осуществлять сравнением определяемых МПС с ЗМПУ или по КУРсл = 180°+(±УСф).

1. Виды аэронавигационную информации в Листе предупреждений и в Бюллетене предполѐтной информации

предоставляется дополнительная текущая информация

(при ее наличии), относящаяся к аэродрому вылета и касающаяся:

1) строительных или ремонтных работ, которые ведутся на площади

маневрирования (с учетом боковых полос безопасности);

2) неровностей на любых участках площади маневрирования (как

обозначенных, так и не обозначенных), включая участки ВПП и РД с разбитой

поверхностью;

3) информации, опубликованной посредством SNOWTAM (наличие и

глубина снежного покрова, льда или воды на ВПП и РД и их влияния на

эффективность торможения), наличие снежных заносов или скоплений снега на

ВПП и РД (с учетом боковых полос безопасности);

4) наличия другой временной опасности;

5) наличия птиц, представляющих потенциальную опасность для

эксплуатации воздушных судов;

6) временное прекращение или возобновление эксплуатации основных

компонентов системы светотехнического оснащения аэродрома, указанных в

подпункте 4) пункта 88 настоящих Правил;

7) выхода из строя, нерегулярности в работе и изменения

эксплуатационного состояния средств радиотехнического обеспечения полетов и

связи, датчиков для наблюдения за RVR

8) присутствия и деятельности миссий по оказанию гуманитарной помощи,

в том числе по линии Организации Объединенных Наций, с указанием любых

применяемых в этой связи соответствующих процедур и/или ограничений.

Информация, предоставляется

в виде бюллетеня предполетной информации при условии ее наличия в САИ.

Предоставление органами ОВД предполетной информации, указанной в пункте

1. Расскажите порядок обеспечения экипажей документами АНИ в аэропорту.

предоставление предполетной информации осуществляется САИ или органом ОВД или другим специалистом, прошедшим подготовку в области обеспечения аэронавигационной информацией (на аэродромах с малой интенсивностью воздушного движения).

аэронавигационная информация, необходимая для обеспечения безопасности, регулярности и эффективности аэронавигации и касающаяся этапов маршрутов, начинающихся от данного аэродрома/вертодрома, предоставляется персоналу, связанному с производством полетов, включая летные экипажи и службы, либо лицам, назначенным эксплуатантом ответственными за предполетную подготовку экипаже ВС.

Автоматизированные системы предполетной информации, при их наличии, могут использоваться для предоставления аэронавигационных данных и аэронавигационной информации эксплуатационному персоналу, включая членов летного экипажа.

В случае если у персонала, связанного с производством полетов, включая летные экипажи и службы, ответственные за предполетную информацию, имеется непосредственный доступ к автоматизированным системам предполетной информации, то они могут использоваться ими для самоинструктажа без необходимости посещения САИ либо, в случае малой интенсивности воздушного движения, органа ОВД или другого специалиста, прошедшего подготовку в области обеспечения предполетной информацией. Автоматизированные системы предполетной информации, предоставляющие аэронавигационные данные и аэронавигационную информацию:

1) обеспечивают регулярное и своевременное обновление базы данных системы, а также контроль срока действия и качества хранимых аэронавигационных данных;

2) предусматривают возможность доступа к системе эксплуатационного персонала, в том числе членов летного экипажа, другого заинтересованного авиационного персонала и прочих авиационных пользователей, с помощью удобных средств электросвязи;

3) обеспечивают предоставление в отпечатанном на бумаге виде искомых аэронавигационных данных и аэронавигационной информации, когда это необходимо.

В случае использования автоматизированных систем предполетной информации, поставщик АНО обеспечивает качество, а также своевременность предоставляемой аэронавигационной информации (аэронавигационных данных).

( Дополнительно: Информация, подлежащая распространению с помощью системы AIRAC, согласно приложению 7 к настоящим Правилам, распространяется по датам, заранее установленным САИ. Установление, отмена или значительные изменения базируются на принципе единых дат вступления в силу с интервалами в 28 календарных дней. Указанная информация не изменяется, на протяжении следующих 28 календарных дней после даты вступления в силу, кроме тех случаев, когда информация носит временный характер и не сохраняется на протяжении всего периода. Информация, которая требует переиздания маршрутных карт ИКАО и (или) аэродромных карт и схем, должна предоставляться в САИ для обработки не позднее, чем за 4 цикла AIRAC (112 календарных дней) в целях доведения до пользователей воздушного пространства такой информации за 56 дней до ее вступления в силу. В других случаях - не позднее, чем за 3 цикла AIRAC (84 календарных дня)).

1. Структура и содержание разделов Сборников фирмы Jeppesen.

Сборники Jeppesen Airway Manual содержат 12 разделов, предоставляя полезную информацию для пилотов и навигаторов. Вот краткое описание каждого раздела:

* “Preface” (Предисловие): Вводная часть, в которой обычно содержатся общие сведения о сборнике.
* “Introduction” (Введение): Раздел, описывающий основные принципы и концепции, необходимые для понимания остальных разделов.
* “Charts Change Notices” (Информация об изменениях на картах): Обновления и изменения, связанные с навигационными картами.
* “Enroute” (Информация о маршрутах): Детали маршрутов полета, включая карты и радионавигацию.
* “Radio aids” (Радиосредства): Информация о радионавигационных помощниках.
* “Meteorology” (Метеорология): Погодные условия и метеорологические карты.
* “Tables and codes” (Таблицы и коды): Справочные таблицы и коды.
* “Air traffic control” (Обслуживание воздушного движения): Инструкции по взаимодействию с диспетчерами.
* “Entry requirements” (Входные требования): Информация о входных требованиях на аэродромах.
* “Emergency” (Аварийные процедуры): Инструкции по действиям в экстренных ситуациях.
* “Airport directory” (Справочник по аэродромам): Данные о различных аэродромах.
* “Terminal” (Аэродромы): Карты аэродромов, включая ВПП.

Каждый сборник также включает различные типы карт, такие как маршрутные карты, карты зон аэроузлов, карты инструментального захода на посадку и другие

**Дополнительно**: Раздел FRONT PAGES - предисловие к сборнику, содержит:

− Титульный лист с изображением географического региона, охватываемого данным сборником;

− Airway Manual Services Record of Revisions – учёт внесённых поправок;

− Revision – лист поправки;

− Briefing Bulletin – бюллетень вносимых изменений в сборник;

− Master Table of Contents – оглавление всего сборника;

− Checklist – контрольный лист.

Раздел INTRODUCTION – введение, содержит:

− Glossary – лексикон;

− Abbreviations – сокращения;

− Charting Symbols Legend – описание символов, применяемых на картах;

− Enroute Chart Legend – описание маршрутной карты;

− SID/DP and STAR Legend – описание стандартных маршрутов вылета по приборам/маршрутов

вылета и стандартных маршрутов прибытия по приборам;

− Airport Chart Legend – описание карты аэропорта;

− Approach Chart Legend – описание карты захода на посадку;

− Approach Chart Legend - EU-OPS 1 Aerodrome Operating Minimums (AOM);

− Nav2001, Aeronautical Information NavData Data-base and Charts.

Раздел CHART CHANGE NOTICES – содержит информацию о временных изменениях, или

используемых изменениях в аэронавигационной информации, но еще не опубликованной на

схемах и радионавигационных картах.

Раздел ENROUTE – содержит информацию по маршрутам. Указаны частоты для дальней

связи, таблицы прогноза распространения КВ радиоволн, воздушные трассы с условиями их

использования, маршрутные радионавигационные карты.

Раздел RADIO AIDS - информация по радиотехническим средствам навигации, содержит:

a) Table of Contents – оглавление раздела;

b) Radio Data – General – радиоданные (основные сведения):

− General Information – общая информация;

− Air Navigation Aids – радионавигационные средства;

− Area Navigation (RNAV)/Required Navigation Performance (RNP);

− Surveillance Systems – обзорные радиолокаторы;

− Direction Finding Procedures – радиопеленгационные процедуры;

− Navigation Aids Legend – описание радионавигационных средств;

c) Radio Data – Listed by Identifier – радионавигационные средства, перечисленные по позывным;

d) Radio Dada – LORAN Diagrams – Диаграммы рабочих областей LORAN.

Раздел METEOROLOGY - информация по метеорологическому обеспечению полётов,

содержит:

a) Table of Contents – оглавление раздела;

b) Мeteorological Service for International Air Navigation – Annex 3 – Основные положения

Приложения 3 «Метеорологическое обеспечение международной аэронавигации», например,

расшифровки кодов METAR, TAF, SPESI, метеокарт и др.

c) Meteorological Data – Метеоданные:

− National Differences from International Forms – национальные отличия от форматов

международного кода;

− Availability of Met Broadcast – возможности передачи метеоинформации;

− Met Broadcast in Plain Language – передача метеоинформации открытым текстом;

− Automatic Terminal Information Service (ATIS) – служба автоматической передачи информации в

районе аэродрома;

− Automated and Centralized Service;

− Telephone/Fax Numbers and Hours of Operation of Met Stations – номера телефонов/FAX и часы

работы метеостанций.

Раздел TABLES AND CODES - таблицы и коды, содержит:

− Table of Contents – оглавление раздела;

− Reference Tables – таблицы перевода из одних систем измерения в другие;

− NOTAMs – информация о формате и кодах NOTAM;

− SNOWTAM – информация о формате Снежного NOTAM;

− Standard Time Signals – стандартные сигналы времени;

− International Dialling Procedures – международные телефонные коды.

Раздел AIR TRAFFIC CONTROL - правила выполнения полётов и обслуживания

воздушного движения, содержит:

− Table of Contents – оглавление раздела;

− Introduction – введение;

− International Civil Aviation Organization (ICAO) Definitions – определения терминов ИКАО;

− Flight Procedures (Doc 8168) – Air Traffic Control – выдержки из документа ИКАО 8168;

− ICAO Rules of the Air – ANNEX 2 – выдержки из Правил полётов ИКАО - Приложение 2;

− ICAO ATC Airspace Classification – ANNEX 11 – выдержки из классификации воздушного

пространства ИКАО – Приложение 11;

− Air Traffic Management (Doc 4444) – выдержки из документа ИКАО 4444;

− Aeronautical Telecommunications – выдержки из Приложения 10 ИКАО;

− Traffic Information Broadcasts by Aircraft – выдержки из Приложения 11 ИКАО;

− Mach Number Technique – техника выдерживания числа «М»;

− Regional Procedures (Doc 7030) – выдержки из документа ИКАО 7030;

− State Rules and Procedure Pages – правила и процедуры полётов и ОрВД по странам.

Раздел ENTRY REQUIREMENTS - входные требования, содержит информацию, связанную

с въездом (прилётом) в страну: требования к паспортам, визам, медицинским сертификатам, а

также требования таможенного, санитарного, полицейского и других видов контроля.

Раздел EMERGENCY - аварийные процедуры, содержит:

− Table of Contents – оглавление раздела;

− ICAO – выдержки из документов ИКАО, описывающие действия в аварийных ситуациях;

− Emergency Data – State Pages – отличия от правил ИКАО или специальные процедуры

государств;

− Special Procedures for In-flight Contingencies - отличия от правил ИКАО для данного региона;

− Radio Communication Failure Procedures - отличия от правил ИКАО для данного региона;

− Search and Rescue Facilities - отличия от правил ИКАО для данного региона.

Раздел AIRPORT DIRECTORY - справочные данные по аэропортам, содержит:

a) Table of Contents – оглавление раздела;

b) Legend and Explanation – описание и объяснение;

c) ACN Tables – таблицы классификационных чисел воздушных судов;

d) Decode Listings – перечни раскодирования:

− Jeppesen NavData (ICAO) Location Identifiers Decode – кодов ИКАО по странам и аэродромам;

− IATA Location Identifiers – кодов ИАТА по аэродромам.

e) State Pages – информация об аэропортах, находящихся на территории государств,

расположенных в регионе/районе охвата данного сборника.

Раздел TERMINAL – аэропорты, содержит:

− Table of Contents – оглавление раздела;

− Vertical Descent Angle Reference Table – таблица для определения угла снижения;

− Gradient to Rate Table – таблица соответствия градиента скорости;

− Hectopascal/Millibar Equivalent for Airport Elevation – эквивалент превышения аэродрома в

гектопаскалях/ миллибарах.

В конце раздела в алфавитном порядке представлены схемы аэропортов и карты: AREA,

STAR, SID, NOISE, AIRPORT, Instrument Approach Procedures (IAP).

1. Структура и содержание разделов Сборников АНИ по аэродромам №№ 1-5.

Каждый AIP и каждая страница сборника, издаваемого в виде вкладных листов, имеют примечания, в которых четко указываются:

1) обозначение AIP;

2) охватываемая данным сборником территория и, в случае необходимости, части этой территории;

3) наименование государства, выпускающего сборник, и организации или органа, издающего сборник;

4) номер страниц/названия карт;

5) степень достоверности, если информация вызывает сомнение.

контрольный перечень действующих дополнений к АIР выпускается с интервалами, не превышающими одного месяца. Данная информация распространяется посредством ежемесячно публикуемого открытым текстом перечня действующих NОТАМ.

AIP (Aeronautical Information Publication) – публикация, издаваемая государством или с его санкцией и содержащая аэронавигационную информацию длительного характера, имеющая важное значение для аэронавигации.

Сборник AIP состоит из 3 частей:

ч.1 Общие положения (GEN)

ч.2 Маршрут (ENR)

ч.3 Аэродромы (AD)

Часть 1. Общие положения (GEN)

Состоит из 5 разделов:

GEN 0Предисловие. Регистрация поправок к АIР регистрацию дополнений к А1Р, контрольный перечень границ АIР и перечень действующих поправок, внесенных от руки. Содержание части 1

GEN1. Национальные правила и требования. Назначенные полномочные органы; прилет, транзит и вылет ВС; прибытие транзит и убытие пассажиров и экипажа; ввоз и вывоз груза, оборудования, приборов и полетной документации ВС; краткое изложение национальных правил и международных соглашений/к онвенций, различия со стандартами рекомендуемой практикой ICAO

GEN2. Таблицы и коды. Система измерений; маркировочные знаки ВС; праздники, сокращения , условные знаки на картах, индексы местоположения; перечень радионавигационных средств; таблицы перевода, таблицы восхода и захода Солнца.

GEN3. Обслуживание. Аэронавигационное информационное обслуживание, аэронавигационные карты, обслуживание воздушного движения, служба связи; метеорологическое обслуживание; поиск и спасание.

GEN4. Аэродромные(вертодромные) сборы и сборы за аэронавигационное обслуживание Публикуются размеры сборов за аэронавигационное обслуживание аэродромов(вертодромов)

часть2. Маршрут (ENR)

состоит из 7 разделов:

ENR0.Предисловие. Регистрация поправок к AIP; регистрация дополнений к AIP; перечень поправок к AIP, внесенные от руки; содержание части 2

ENR1. Общие правила и процедуры. Общие правила; ПВП; ППП; классификация воздушного пространства ОВД; схемы полетов в зоне ожидания, при заходе на посадку и вылете; радиолокационное обслуживание и правила; порядок установки высотомеров; дополнительные региональные правила управления потоками воздушного движения; планирование полетов, адресация сообщений о планах полетов; перехват гражданских воздушных судов; незаконное вмешательство и инциденты, связанные с воздушным движением.

ENR2. Воздушное пространство ОВД. Подробное описание: районов полетной информации(РПИ); районов полетной информации верхнего воздушного пространства (UIP);

ENR3. Маршруты ОВД. Подробное описание маршрутов ОВД в нижнем воздушном пространстве; маршрутов ОВД в верхнем воздушном пространстве; маршрутов зональной навигации; маршрутов полета вертолетов; прочих маршрутов; зон ожидания на маршруте

ENR4. Радионавигационные средства/системы. Радионавигационные средства на маршруте; специальные навигационные системы; обозначение кодовых названий для основных точек; наземные аэронавигационные огни на маршруте

ENR5. Аэронавигационные предупреждения. Запретные зоны; зоны ограниченных полетов и опасные зоны; зоны военных учений и полигоны; другие виды деятельности, представляющие опасность; аэронавигационные препятствия на маршруте; авиационные спортивные и развлекательные мероприятия; миграция птиц и зоны с чувствительной фауной

ENR6. Маршрутные карты. Маршрутная карта ICAO и сборная таблица листов карт.

Часть3. Аэродромы (AD)

Состоит из 4 разделов:

AD 0. Предисловие. Регистрация поправок к AIP; регистрация дополнений к AIP; перечень поправок к AIP, внесенные от руки; содержание части 3

AD 1. Введение к аэродромам/ вертодромам. Предоставление аэродромов/вертодромов; аварийно-спасательное и противопожарные службы и план на случай выпадения снега; индекс аэродромов/вертодромов; группирование аэродромов/вертодромов.

AD 2. Аэродромы. Подробная информация о аэродромах, включая зоны для посадки вертолетов(если они расположены на аэродромах)

AD 3. Вертодромы. Подробная информация о вертодромах (не расположенных на аэродромах)

1. Назначение и использование карт в авиации. Картографические проекции и их классификация. Искажения картографических проекций

По своему назначению карты, применяемые в гражданской - авиации,

делятся:

на полетные, применяемые для самолетовождения по трассам и

маршрутам в районе полетов;

на бортовые, применяемые в полете для определения места самолета

при помощи использования радиотехнических и астрономических средств;

на специальные (карты магнитных склонений, часовых поясов,

бортовые карты неба, карты для определения места самолета по

радиомаякам ВРМ-5 и т. п.).

Основными полетными картами для самолетовождения в гражданской

авиации СССР являются: для самолетов с ГТД — карта масштаба 1 : 2 000

000, для поршневых самолетов и вертолетов всех классов — карта

масштаба 1 : 1 000 000. При выполнении специальных полетов, связанных с

отысканием мелких объектов на местности, не показанных на

перечисленных выше картах, а также при полетах легкомоторных

самолетов (вертолетов) в приграничной полосе применяют карты

масштабов 1:500 000, 1 : 200 000 и крупнее. Для радиопеленгации и

применения в полете астрономических средств используются карты

масштаба 1:2000000, 1:2500000 и 1:4 000 000.

Способ изображения земной поверхности на плоскости называется

картографической проекцией. Существует много способов изображения

земной поверхности на плоскости.

Сущность любой картографической проекции состоит в том, что

поверхность земного шара переносится сначала на глобус определенного

размера, а затем с глобуса по намеченному способу на плоскость.

При переносе поверхности Земли с глобуса на плоскость приходится в

одних местах растягивать изображения, а в других сжимать, т. е. допускать

искажения. Каждая проекция имеет определенную степень искажения длин,

направлений и площадей и определенный вид сетки меридианов и

параллелей. Выбор проекции для построения карты зависит от того, каким

требованиям должна отвечать данная карта. Все существующие проекции

условились подразделять по двум признакам: по характеру искажений и по

способу построения картографической сетки.

**По характеру искажений картографические проекции делятся на**

**следующие группы:**

1. Р**авноугольные**. Эти проекции не имеют искажения углов и

сохраняют подобие небольших фигур. В равноугольных проекциях угол,

измеренный на карте, равен углу между этими же направлениями на

поверхности Земли. Небольшие фигуры, изображенные на карте, подобны

соответствующим фигурам на местности.

Картами в равноугольных проекциях широко пользуются в авиации, так

как для самолетовождения важно точное измерение направления (путевого

угла, пеленга и т. п.).

2. **Равнопромежуточные**. В этих проекциях расстояние по меридиану

или по параллели изображается без искажения.

3. **Равновеликие.** В этих проекциях сохраняется постоянство

отношения площади изображения фигуры на карте к площади этой же

фигуры на земной поверхности. Равенства углов и подобия фигур в этих

проекциях нет.

4**. Произвольные**. Эти проекции не обладают ни одним из указанных

выше свойств, но нужны для упрощения решения некоторых

практических задач.

В основе любой картографической проекции лежит тот или иной способ

изображения на плоскости сетки меридианов и параллелей.

Существует несколько способов изображения градусной сетки на

плоскости. В одних случаях сетка меридианов и параллелей проектируется

с глобуса на боковую поверхность цилиндра или конуса, которую затем

разворачивают на плоскость, в других случаях проектирование

осуществляется непосредственно на плоскость.

По способу построения сетки меридианов и параллелей картографические проекции делятся на цилиндрические, конические, поликонические и азимутальные. Каждая группа проекций имеет определенные свойства. Правильно пользоваться картой можно, зная свойства

проекции, в которой составлена данная карта.

1. Основы авиационной картографии. Проекции Меркатора. Проекции Гаусса. Конические проекции. Азимутальные проекции.

* Проекции Меркатора

Нормальная равноугольная цилиндрическая проекция

приобрела всеобщее распространение для составления

морских карт. Эту проекцию называют еще проекцией Меркатора по имени голландского картографа, который ее предложил.

Построение этой проекции производится проектированием глобуса из

его центра на боковую поверхность цилиндра, касательного к экватору

(рис. 2.2). После проектирования цилиндр разрезается по образующей и

разворачивается на плоскость. При проектировании на поверхность

цилиндра параллели растягиваются до длины экватора. Соответственно на

такую же величину растягиваются и меридианы. Поэтому проекция

сохраняет подобие фигур и является равноугольной.

Карты в равноугольной цилиндрической проекции имеют следующие

основные свойства:

1) меридианы и параллели изображаются взаимно перпендикулярными

линиями;

2) расстояния между меридианами одинаковые, а между параллелями

увеличиваются с увеличением широты;

3) сохраняется равенство углов и подобие фигур;

4) масштаб переменный и с увеличением широты становится

крупнее, поэтому расстояние между двумя точками определяется по

специальной шкале, нанесенной на боковых обрезах карты. Эта шкала

учитывает переменный масштаб по широте;

5) искажение масштаба практически не ощутимо только в полосе ±5°

от экватора;

6) локсодромия изображается прямой линией, что является

основным преимуществом этой проекции, значительно облегчающим

решение навигационных задач;

7) ортодромия изображается кривой линией, выпуклой к полюсу (т. е. в

сторону более крупного масштаба).

В нормальной равноугольной цилиндрической проекции издаются

навигационные морские карты

* Проекции Гаусса

Равноугольная поперечно-цилиндрическая проекция. Эту проекцию

предложил немецкий математик Гаусс, поэтому ее обычно называют

проекцией Гаусса. Равноугольная поперечноцилиндрическая проекция

получается путем проектирования земной поверхности на боковую

поверхность цилиндра, расположенного перпендикулярно оси вращения

Земли.

Для построения карт в этой проекции поверхность Земли делят

меридианами на 60 зон. Каждая такая зона по долготе занимает 6°. Счет зон

ведется на восток от Гринвичского меридиана, который является западной

границей первой зоны (рис. 2.3). По широте зоны простираются от

Северного полюса до Южного. Каждая зона изображается на своем

цилиндре, касающемся поверхности глобуса по среднему меридиану

данной зоны. Указанные особенности построения позволяют уменьшить

искажения.

* Конические проекци

Конические проекции получаются в результате переноса поверхности

Земли на боковую поверхность конуса, касательного к одной из параллелей

или секущего земной шар по двум заданным параллелям. Затем конус

разрезается по образующей и разворачивается на плоскость. Конические

проекции в зависимости от расположения оси конуса относительно оси

вращения Земли могут быть нормальные, поперечные и косые.

Большинство авиационных карт построено в нормальной конической

проекции.

* Азимутальные проекции

Азимутальные проекции получаются путем переноса по определенному

закону земной поверхности на плоскость, касательную к земному шару.

Название азимутальных проекции получили благодаря основному их свойству сохранять без искажений азимуты линий, выходящих из точки

касания картинной плоскости. Так называется плоскость, на которую

проектируется земная

поверхность. Точка, из которой

ведется проектирование, называется точкой зрения. Точка касания

картинной плоскости к

поверхности Земли называется

центральной точкой карты.

1. Типы авиационных карт и их содержание. Карты корпорации Jeppesen.

Авиационные карты по своему назначению делятся на:

1) Карты планирования – предназначены для получения справочных данных при планировании полетов. Используются при проведении предварительной подготовки и позволяют:

- подсчитать общее расстояние по маршруту полета

- выбрать запасные аэродромы

- предварительно определить общую заправку топливом

- выбрать маршрутные карты

2) Маршрутные карты – предназначенные для решения основных задач самолетовождения при подготовке и выполнении полета

Эти карты похожи на обычные географические, но являются более подробными. Издаются обычно в масштабах 1:1000000 и 1:2000000. Проекция их по характеру искажений произвольная (называется видоизмененной поликонической или международной проекцией), но искажения в пределах листа карты малы и при измерениях на карте ими можно в большинстве случаев пренебренечь. Из географической нагрузки на карту нанесены в основном те объекты, которые могут быть использованы для ориентировки: водные и лесные массивы, населенные пункты, шоссейные (красным цветом) и железные (черным) дороги и т.д. Из специальной аэронавигационной нагрузки нанесены красными пунктирными линиями изогоны, соединяющие точки с одинаковым магнитным склонением.

3) Маршрутные карты, выпускаемые зарубежными фирмами, имеют такое же предназначение, но выпускаются в разных масштабах, несут больше аэронавигационной нагрузки и, конечно, используют другие условные знаки. Наибольшее распространение получили карты, выпускаемые корпорацией Джеппесен (Jeppesen), которая является мировым лидером по обеспечению аэронавигационной информацией. Jeppesen предоставляет информационные услуги для авиакомпаний и пилотов. Компания выпускает ряд сборников аэронавигационной информации и карт для полетов по правилам визуальных полетов, схем захода на посадку и взлета, литературы по авиации, программного обеспечения, учебных пособий. Продукция предназначена для разных потребителей, включая частную и коммерческую авиацию, преподавателей в авиашколах и т. д.

Компания выпускает пособия и программное обеспечение для планирования полетов, а также обеспечивает услуги по планированию полетов, включая даже заказ гостиниц для пребывания пилотов. **Подробнее можно узнать в 40 вопросе**

4) Радионавигационные карты выполнены в равноугольной проекции в масштабе 1:2000000. Предназначены эти карты для полетов по приборам и поэтому географической нагрузки на них немного: моря, крупные и средние реки и населенные пункты, основные озера и дороги. Мелких ориентиров на них нет. Но зато нанесено много аэронавигационной информации: координаты пунктов маршрута, расстояния и путевые углы, данные наземных радиотехнических средств навигации (координаты, частоты, позывные, время работы) и многое другое. Радионавигационные карты являются уже не столько картами, сколько документами аэронавигационной информации.

5)Специальные и справочные карты – предназначены при подготовки и выполнении полетов. К ним относятся карты магнитных склонений, часовых поясов, климатические и метеорологические, карты звездного неба и др.

1. Принцип работы системы RAIM на всей территории Земли

Система RAIM (Receiver Autonomous Integrity Monitoring) – это технология, разработанная для оценки и поддержания целостности системы GPS (глобальной системы позиционирования) и GPS-приемников. Она особенно важна в авиации и морской навигации, где точность и надежность GPS-системы играют ключевую роль.

Вот как это работает:

Оценка целостности: RAIM контролирует расчет GPS-координат местоположения объекта. Если доступно больше спутников, чем необходимо для определения позиции, дополнительные псевдоизмерения должны быть совместимы с рассчитанными координатами. Если значения псевдоизмерений существенно отличаются от ожидаемых, это может привести к ложному определению передающего сигнала спутника или другим проблемам, нарушающим целостность сигнала.

Минимальное количество спутников: Для того чтобы GPS-приемник мог осуществить RAIM-контроль, ему должно быть доступно как минимум пять спутников системы. Это обеспечивает надежность и точность оценки.

Статистический метод: Алгоритм RAIM является статистическим методом. Каждый проведенный тест имеет определенную вероятность, которая зависит от геометрии видимого созвездия спутников и условий окружающей среды. Эта вероятность характеризует надежность проведения теста на выявление сбоев.

RAIM используется в системах GPS-мониторинга и навигации, обеспечивая надежность и безопасность воздушных и морских перевозок

1. Особенности предварительной подготовки к полету в горной местности.

Самолетовождение горной местности на условия самолетовождения проявляется

при полетах на малых и средних высотах.

Основными особенностями самолетовождения над горной местностью являются: ухудшение условий ведения визуальной ориентировки из-за наличин

непросматриваемых участков земной поверхности;

* сокращение дальности действия светотехнических и радиотехнических средств, возникновение погрешностей при пеленговании радиостанций вследствие влияния горного эффекта;
* большая изменчивость погоды и отдельных метеоэлементов, наличие повышенной
* турбулентности воздуха;
* стесненность маневра в ущельях, сложность обхода зон опасных метеорологических явлений;
* недостаточная точность топографических карт для отдельных малоисследованных районов.

Ведение визуальной ориентировки при полетах над горной местностью усложняется в основном из-за характера местности и малого числа ориентиров. Горные хребты, глубокие ущелья и крутые скаты создают много непросматриваемых участков местности. Ориентиры, расположенные на обратных по отношению к полету склонах гор, становятся видимыми только при вертикальном наблюдении. Мелкие населенные пункты в горах сливаются с общим фоном местности, так как в качестве строительного материала обычно используют горные породы. Дороги в горной местности малозаметны. Ширина и конфигурация горных рек меняются в зависимости от времени года и выпадения осадков. Над горными хребтами часто наблюдается облачность, а в долинах и ущельях — туманы и густая дымка. Все это затрудняет, а иногда и совершенно исключает визуальную ориентировку .Для горных районов характерна неустойчивая метеорологическая обстановка, особенно в осенние и зимние месяцы. Здесь ветер часто меняет направление и имеет большую скорость, происходит быстрое образование облаков, наблюдаются частые грозы и сильные ливневые

осадки летом, а зимой — частые бураны и метели. Вблизи склонов гор наблюдаются сильные восходящие и нисходящие потоки воздуха со скоростью 10—20 м/с. Они вызывают сильную болтанку ВС, которая сказывается на точности выдерживания заданного режима полета. Восходящие воздушные потоки образуются с наветренной

стороны гор и вызывают непроизвольное взмывание ВС. Вертикальные воздушные потоки достигают высоты, примерно равной одной трети высоты хребта. С подветренной стороны гор образуются нисходящие воздушные потоки, которые вызывают опасные броски ВС вниз. Поэтому во всех случаях пересекать горные хребты следует на высоте, не менее безопасной.При полете над горной местностью дальность действия приводных радиостанций примерно в 2 раза меньше, чем над равнинной. Экранирующее действие гор значительно уменьшает дальность действия наземных РТС, работающих в диапазоне УКВ. Применение радиокомпаса затруднено из-за влияния горного эффекта, который вызывает погрешности в определении радиопеленгов. Учесть эти погрешности практически нельзя, но выбором условий, выгодных для радиопелеигования, можно свести их значение до минимума.

На коротких волнах погрешности сказываются меньше.В горных районах при полете на радиостанцию указатель радиокомпаса с некоторых направлений подхода может показывать ложный ее проход за 25—30 км от нее. Поэтому такие направления

подхода необходимо устанавливать путем облета и затем учитывать в полете.

**При подготовке к полету над горной местностью необходимо:**

тщательно изучить рельеф местности в полосе не менее чем по 50 км в обе стороны от ЛЗП. Особое внимание обратить на господствующие вершины, направления хребтов, ущелий, горных долин и их взаимное расположение. Знание этих данных необходимо

не только для обеспечения безопасности полета, но и оказывает

большую помощь в ориентировке;

нанести на полетную карту командные высоты и ограничительные пеленги;

вычертить на полетной карте профиль рельефа местности (для

самолетов с ГТД на участках набора высоты и снижения на удалении до 150 км от аэродрома, для самолетов с ПД по всему маршруту с горной местностью);

определить возможность преодоления склона горного хребта набором высоты по маршруту полета. Необходимая вертикальная скорость для преодоления склона где



— разность между высотой склона и высотой аэродрома

взлета; S — расстояние от аэродрома взлета до склона горного

хребта;

отметить участки ущелий и горных долин, где их ширина не позволяет безопасно выполнить разворот на обратный курс;

тщательно изучить особенности полетов в районах горных аэродромов взлета посадки и запомнить их высоты;

найти и обозначить на карте места, которые могут быть использованы для вынужденной посадки;

наметить обходные маршруты на случай встречи с опасными метеорологическими явлениями.

Полеты над горной местностью выполняют в соответствии с требованиями НПП ГА. Набор эшелона (высоты) полета в горной местности разрешается по маршруту следования только при условии обеспечения набора безопасного эшелона до установленного рубежа. В остальных случаях набор высоты производится по установленной для данного аэродрома схеме . Для надежного и безопасного самолетовождения экипаж должен более строго выдерживать расчетный курс следования, скорость и высоту полета, уточнять УС, IV и время полета. Определять

ветер следует с интервалом 20—35 мин, а также при переходе от равнинной местности к горной и наоборот. Больше уделять внимания контролю пути, который нужно осуществлять счислением и прокладкой пути, визуальной ориентировкой, а также при помощи радиотехнических средств .При видимости земли для визуальной ориентировки, кроме крупных населенных пунктов, рек и озер, можно использовать

отдельные вершины гор и хребты, а также долины, направление которых следует проверять по компасу, покров гор и их цвет.

При отсутствии видимости земли шире использовать для ориентировки бортовую РЛС, на экране которой отдельные вершины гор и горные хребты наблюдаются достаточно отчетливо. Полет на радиостанцию следует выполнять только активным способом. Радиопеленг с помощью радиокомпаса определяют по серии отсчетов за время 5— 10 с, которые затем осредняют. Полеты над горной местностью могут выполняться не только выше гор, но и ниже. Полеты ниже гор выполняют по ПВО по долинам и ущельям с максимальной осмотрительностью. Самолетовождение

в этом случае более сложное, чем при полете над горами. Заходить в долину или ущелье можно лишь после того, как пилот убедится, что их направление совпадает с направлением по карте. Контроль пути ведут детальной визуальной ориентировкой по изгибам долин, ущелий и другим ориентирам. При пересечении горного хребта по ПВП командир ВС обязан учитывать наличие восходящих и нисходящих воздушных потоков. Если при приближении к горному хребту наблюдаются нисходящие потоки и для выдерживания горизонтального полета требуется увеличение режима работы

двигателя (двигателей) до номинального, пересекать горный хребет на высотах менее 900 м над рельефом местности запрещается.При полетах по ППП на горных аэродромах снижение с нижнего безопасного эшелона и заход на посадку по установленной схеме разрешается выполнять после пролета установленного для данного аэродрома маркированного рубежа при непрерывном радиолокационном контроле, устойчивой работе бортового навигационного

оборудования, знании экипажем и диспетчером местоположения ВС.

При отсутствии непрерывного РЛК или неустойчивой работе бортового навигационного оборудования (по докладу экипажа) ВС

выводится на ДПРМ (ОГ1РС) аэродрома на эшелоне не ниже

безопасного для определения местонахождения ВС с последующим

снижением для захода на посадку. При отсутствии непрерывного

РЛК и неустойчивой работе бортового навигационного оборудования снижение с нижнего безопасного эшелона запрещается. В этом

случае ВС должно следовать на запасной аэродром.

На горных аэродромах при атмосферном давлении на уровне

ВПП меньше предельного значения, которое может быть установлено на шкале давления барометрического высотомера, полет ВС контролируют по абсолютной высоте. В таких случаях поступают так:

перед взлетом экипаж устанавливает на высотомерах давление

аэродрома, приведенное к уровню моря, и принимает их показания за условный нуль, относительно которого производит первоначальный набор высоты;

перед посадкой диспетчер сообщает экипажу абсолютную высоту аэродрома и давление аэродрома, приведенное к уровню моря, которое экипаж устанавливает на высотомерах. При заходе на посадку экипаж учитывает, что высотомеры показывают абсолютную высоту полета. В момент посадки их показания будут соответствовать высоте аэродрома над уровнем моря.

Чтобы исключить случаи неправильной установки высотомеров на давление горного аэродрома, экипаж обязан после перевода шкал давления сообщить диспетчеру значение установленного давления и высоту, которую показывают высотомеры.

1. Правила расчѐта аэронавигационного запаса топлива.

Потребный запас топлива включает основной и аэронавигационный (АНЗ) запасы

топлива. Основной запас состоит из топлива на запуск двигателей,

руление, взлет, полет по маршруту и заход на посадку. АНЗ представляет собой резерв топлива, количество которого определяют согласно требованиям НПП ГА. Правильный расчет заправки ВС топливом — одно из условий, обеспечивающих безопасность и экономичность полетов. Для всех ВС потребный запас топлива рассчитывают таким образом, чтобы его хватило для полета от аэродрома вылета до аэродрома назначения, затем для полета с ВПР аэродрома назначения до запасного и для полета не менее 30 мин на высоте круга.

Общая масса топлива, необходимая для заправки ВС перед полетом,



Массу топлива, необходимого для полета по заданному маршруту с учетом ветра, определяют по специальным графикам

и таблицам, помещенным в РЛЭ для каждого типа ВС (рис. 10.5).

При составлении графика учтен расход топлива, потребный на взлет,

отход от аэродрома, набор высоты, горизонтальный полет по маршруту, снижение и заход на посадку до момента приземления.

Расход топлива в горизонтальном полете принят для режима

наибольшей крейсерской мощности.

Аэронавигационный запас топлива представляет собой

резерв топлива сверх расчетного запаса для полета от аэродрома

вылета до аэродрома назначения, необходимый на случай изменения

плана полета, вызванного направлением па запасной аэродром,

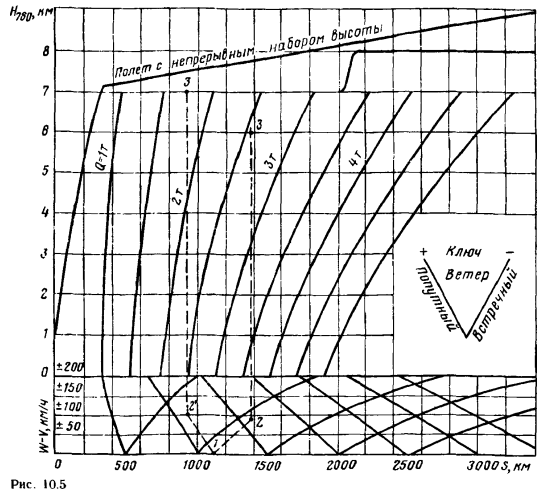
отклонением от утвержденного маршрута, усилением скорости встречного и другим обстоятельствам.

Его рассчитывают по формуле  — масса топлива, потребного на полет

с ВПР аэродрома назначения или с рубежа ухода (на эшелоне)

до запасного аэродрома;

* — масса топлива, необходимого на 30 мин полета на высоте круга, рассчитанного по среднему часовому расходу



Аэронавигационный запас топлива определяют по таблице, помещенной в РЛЭ, в зависимости от удаления запасного аэродрома

от аэродрома назначения и встречной составляющей скорости ветра.

При попутной составляющей АНЗ определяют для штилевых условий. Во всех случаях АНЗ должен быть не менее чем на 1 ч полёта —

для самолетов 1, 2, 3-го классов; 45 мин — для самолетов 4-го

класса; 30 мин — для вертолетов; 2 ч — для ВС, выполняющих полеты над арктическим бассейном морей Северного Ледовитого океана

и в Антарктике.

Решение об АНЗ принимает командир ВС в зависимости от

аэронавигационной, метеорологической обстановки по маршруту

полета, на аэродроме назначения и запасных и расстояний до

аэродрома назначения и запасных аэродромов. Масса топлива,

соответствующая минимальному аэронавигационному запасу для

каждого типа ВС, указана в РЛЭ.

Расход топлива двигателями на земле (?ЗСу, при запуске, прогреве

и рулении определяют для типов ВС по минутному расходу согласно

РЛЭ. Невырабатываемый остаток топлива в баках для каждого

типа ВС указан в РЛЭ.

1. Использование, ограничения и эксплуатационная надежность авиационного оборудования, электронного и приборного оборудования необходимого для управления самолетом и навигации.

**Использование:** Авиационное оборудование используется для обеспечения безопасности полетов, навигации, связи и управления самолетом. Это включает в себя системы автоматического пилотирования, радионавигационное оборудование, приборы для контроля двигателей и многие другие компоненты.

**Ограничения:** Оборудование имеет свои ограничения, такие как рабочие пределы по температуре, высоте, скорости и другим параметрам. Пилоты и технический персонал должны соблюдать эти ограничения для обеспечения безопасности полетов.

**Эксплуатационная надежность:** Надежность оборудования играет ключевую роль в безопасности полетов. Регулярное техническое обслуживание, проверки и обучение персонала помогают поддерживать высокий уровень эксплуатационной надежности. Надежность закладывается при проектировании, обеспечивается при производстве и поддерживается в эксплуатации

1. Использование, точность и надежность навигационных систем, применяемых на этапах вылета, полета по маршруту, захода на посадку и посадки

Системы ILS, VOR и DME: навигационные инструменты, обеспечивающие точность и надежность , безопасность полетов в авиации.

🔹Система ILS (Instrument Landing System) является одной из наиболее используемых в авиации. Это высокоточная радионавигационная система, которая обеспечивает самолетам наведение на малой дальности, позволяющее им приближаться к взлетно-посадочной полосе ночью или в плохую погоду.

ILS состоит из нескольких компонентов, включая:

▪два локатора, размещенные в конце полосы;

▪радиомаяк оси посадки (главный маяк);

▪разнонаправленный маяк (маяк местоположения), находящийся на боковом подходе.

🛬Пилот, следуя указаниям ILS на панели приборов, может с достаточной точностью безопасно посадить самолет.

🔹Система VOR (VHF Omni-Directional Range), работающая на диапазоне VHF (высокочастотные волны от 30 до 300 МГц), предоставляет пилотам возможность определить направление относительно навигационного маяка.

Система основана на принципе дифференциального приема сигналов от трех или четырех маяков, расположенных на земле.

Пилот, используя индикатор VOR на бортовой панели, может определить угол между самолетом и маяком, что позволяет точно управлять курсом полета.

📍VOR широко используется для наведения самолетов на путь, а также для обеспечения точного следования заданному маршруту.

🔹Система DME (Distance Measuring Equipment) предоставляет пилотам точные данные о расстоянии до навигационного маяка на земле. Система помогает определить расстояния от наземной станции до воздушного судна.

Расстояние от самолета до радиомаяка определяется по измеренному времени, за которое сигнал доходит до радиомаяка, вызывает срабатывание ответчика и возвращается обратно. Благодаря этим данным, пилот и диспетчера точно знают нахождение летательного аппарата в воздухе.

1. Принципы и характеристики автономных навигационных систем и систем, ориентированных на внешние средства

Автономные навигационные системы осуществляют измерения аппаратурой, находящейся на борту летательного аппарата. Их работа не зависит от радиотехнических и оптических средств информации, располагаемых на Земле и других космических телах. Автономные радионавигационные системы получают первичную навигационную информацию на борту корабля без использования сторонних источников радиоизлучения. Кроме радиосистем, в навигации к автономным относятся инерциальные системы и системы, анализирующие физические поля Земли и Космоса.

Автономные системы, как правило, реализуют метод счисления пути, реже — обзорно-сравнительный метод. Возможны системы, использующие метод позиционных линий.

Метод счисления пути основан на измерении вектора скорости или вектора ускорения. При этом скорость и ускорение должны быть определены в системе координат, в которой решается навигационная задача, т.е. интегрированию подлежат путевая скорость или путевое ускорение. Широко распространены системы, которые используют информацию о воздушной скорости; в этом случае необходима дополнительная информация о векторе скорости ветра для пересчета воздушной скорости в путевую. Всё сказанное относится и к морской навигации. Повсеместно применяются инерциальные системы с измерителями вектора ускорения; здесь ускорение определяется в инерциальной системе координат.

В зависимости от целей они подразделяются на орбитальные и межпланетные автономные навигационные системы. В состав системы могут входить следующие приборы и устройства:

1) радиотехнические (дальномеры, высотомеры), которые применяются вблизи поверхности планеты;

2) оптические (угломер, секстант), используются на аппаратах, осуществляющих межпланетные перелеты;

3) инерциальные (гировертикаль, гироорбитант, гироплатформа и др.), применяются на активных участках полета для контроля ориентации аппарата в пространстве и измерении параметров орбит для коррекции траектории. Обработка результатов работы систем осуществляется бортовым цифровым вычислительным комплексом, входящим в состав бортового комплекса управления. Предусмотрена возможность ввода измерительных данных в ручном режиме экипажем, но при этом система снабжена альтернативным информационным контролем данных по результатам наземной обработки сеансной информации.

Навигационные системы разделяются на **автономны**е, **неавтономные** и комплексные. **Неавтономные навигационные** системы используют **внешнюю навигационную** информацию, получаемую от наземных радиотехнических, оптических и других систем. Автономные системы навигации могут применяться в любом месте околосолнечного пространства и в космосе. Эти системы навигации являются основными и практически единственными при дальних межпланетных и космических полетах. К ним относятся:

1.Инерциальные системы, основанные на измерении ускорений и их интегрировании во времени c целью получения скорости и координат положения;

2.Астрономические системы, позволяющие получать координаты местонахождения, скорость и время полета путем измерения угловых размеров небесных тел и направлений на них, а также величину допплеровских смещений в спектрах излучения звезд и планет;

3.Астро-инерциальные системы, сочетающие функции инерциальных и астрономических систем;

4.системы, основанные на использовании энергии электромагнитного излучения Солнца и других планет;

5.Системы моделирования параметров движения.

1. Принципы и характеристики автономных навигационных систем, работа бортового оборудования.

Автономные радионавигационные системы получают первичную навигационную информацию на борту корабля без использования сторонних источников радиоизлучения. Кроме радиосистем, в навигации к автономным относятся инерциальные системы и системы, анализирующие физические поля Земли и Космоса.

Автономные системы, как правило, реализуют метод счисления пути, реже — обзорно-сравнительный метод. Возможны системы, использующие метод позиционных линий.

Метод счисления пути основан на измерении вектора скорости или вектора ускорения. При этом скорость и ускорение должны быть определены в системе координат, в которой решается навигационная задача, т.е. интегрированию подлежат путевая скорость или путевое ускорение. Широко распространены системы, которые используют информацию о воздушной скорости; в этом случае необходима дополнительная информация о векторе скорости ветра для пересчета воздушной скорости в путевую. Всё сказанное относится и к морской навигации. Повсеместно применяются инерциальные системы с измерителями вектора ускорения; здесь ускорение определяется в инерциальной системе координат.

Однократное или двукратное интегрирование непрерывно измеряемых вектора скорости или вектора ускорения (векторных функций) производится по составляющим в принятой системе координат. Выполняется это с помощью электромеханических или электронных вычислителей.

Вектор путевой скорости в аэронавигации измеряется с помощью доплеровских измерителей скорости, работающих в радиодиапазоне. В морской навигации измерения выполняются акустическими устройствами. Радиодоплеровский измеритель определяет модуль путевой скорости и угол сноса самолёта, т.е. вектор скорости относительно продольной оси корабля.

Скорость в топоцентрической системе координат, в которой решается навигационная задача, определяется относительно направления на север. Это означает, что информация с доплеровского измерителя должна быть дополнена результатом измерения курсового угла самолёта. Последний определяется каким-либо компасом: магнитным, индукционным или гироскопическим.

1. Аэронавигация, включая использование аэронавигационных карт, радионавигационных средств и систем зональной навигации.

**Аэронавигация** – это наука о точном, надёжном и безопасном вождении

воздушных судов из одной точки земной поверхности в другую.

**Аэронавигационные карты** - условное изображение участка земной поверхности, его рельефа и искусственных сооружений, специально предназначенное для аэронавигации. (Приложение 4 ИКАО).

Аэронавигационные данные входящие в состав карт обобщены и предоставляются в виде отдельных пользовательских карт. Разделение по категориям облегчает процесс подготовки аэронавигационной карты к использованию в информационных системах или изданию.

(Дополнительно: В соответствии с требованиями Doc 8697 ИКАО «Руководства по аэронавигационным картам» по составу аэронавигационных данных и использованию карты разделяются на несколько шесть групп.

Аэронавигационная карта мелкого масштаба (ИКАО) отображает максимальный для определенных рамок листа картографируемый район. Они составляют серию карт общего назначения, используемых для планирования полетов на дальние расстояния. Карты этой серии выполняются в масштабе 1:1000000

Аэронавигационная карта масштаба 1: 500 000 (ИКАО) представлена более подробными картами, которые являются наиболее подходящим средством для обучения пилотов и подготовки в области навигации. Карты этой серии больше всего подходят для использования при выполнении полетов на малой скорости, на короткие или средние расстояния, на малых и средних высотах.

Аэронавигационные карты в целях планирования включают следующие типы карт:

- карты аэродромных препятствий, типа А, В и С;

- карту местности для точного захода на посадку.

Аэронавигационные карты для использования в ходе полета между этапами взлета и посадки включают:

- маршрутную карту;

- карту района;

- карту стандартного вылета по приборам (SID);

- карту стандартного прибытия по приборам (STAR);

- карту захода на посадку по приборам (IAP);

- карту визуального захода на посадку.

Карты для наземного движения воздушных судов включают:

- карту аэродрома/вертодрома;

- карту наземного аэродромного движения;

- карту стоянки воздушных судов.

Карты для визуальных полетов включают аэронавигационные карты масштаба 1:1 000 000 и 1: 500 000 для выполнения в воздушном пространстве классов С и G.)

Радионавигационное средство (радиотехническое средство навигации) – это устройство, расположенное на борту, на земле или даже в космосе, основанное на использовании радиоволн и предназначенное для решения навигационных задач.

Радионавигационные средства делятся на автономные и неавтономные.(подробнее 50 вопросе)

зональная навигация - метод навигации, позволяющий воздушным судам выполнять полет по любой желаемой траектории в пределах зоны действия радиомаячных навигационных средств или в пределах, определяемых возможностями автономных средств, или их комбинации;

1. Особые навигационные требования в отношении полетов в районе аэродрома и по маршрутам большой протяженности.

полеты в районе аэродрома (аэроузла) выполняются в соответствии с инструкцией по производству полетов в районе данного аэродрома (аэроузла) или аэронавигационного паспорта аэродрома, требования которых обязаны твердо знать и точно выполнять экипажи воздушных судов, базирующихся на данном аэродроме, а также должностные лица, организующие и обеспечивающие полеты в районе аэродрома (аэроузла).

Необходимые сведения об аэродромах (аэроузлах) публикуются в документах аэронавигационной информации. Перелеты на аэродромы, сведения о которых не опубликованы в документах аэронавигационной информации или не доведены до экипажей воздушных судов, запрещаются.

До внесения сведений об изменении состояния аэродрома, работе средств связи и РТО полетов, порядке выполнения полетов и т.п. в инструкцию по производству полетов в районе аэродрома (аэроузла) или аэронавигационный паспорт аэродрома, а также в документы аэронавигационной информации выполнять полеты запрещается.

Порядок представления донесений об изменениях аэронавигационной информации и их внесение в документы аэронавигационной информации определяется соответствующими документами в государственной, гражданской и экспериментальной авиации.

Взлет и посадка воздушных судов без разрешения органа ОВД (управления полетами) аэродрома запрещаются, за исключением случая, когда на аэродроме (посадочной площадке) орган ОВД (управления полетами) не предусмотрен. При отсутствии радиосвязи с органом ОВД (управления полетами) командир воздушного судна действует в соответствии с установленными сигналами для аэродромного движения согласно приложениям N 3,5 к настоящим Правилам.

Минимальные интервалы между взлетающим и выполняющим заход на посадку воздушными судами, между поочередно взлетающими воздушными судами, а также воздушными судами, выполняющими друг за другом заход на посадку, в зависимости от их типа устанавливаются инструкцией по производству полетов в районе данного аэродрома и (или) аэронавигационным паспортом аэродрома.

В зависимости от наличия препятствий, населенных пунктов в районе аэродрома, а также структуры воздушного пространства устанавливается схема набора высоты после взлета, снижения и захода на посадку, ожидания посадки, выполнения полета над аэродромом (по кругу полетов, двумя разворотами на 180 градусов, с рубежа, отворотом на расчетный угол, векторение и т.п.).

В районе аэродрома в зависимости от выполняемых задач при необходимости устанавливаются аэродромные зоны (пилотажа, групповых полетов, полетов по приборам и др.), размеры которых определяются в соответствии с типами воздушных судов, выполняемыми в них полетными заданиями и местными условиями.

Взаимное расположение в районе аэродрома аэродромных зон, установленных маршрутов набора высоты, снижения и захода на посадку осуществляется в соответствии правил использования воздушного пространства

Командир воздушного судна до выхода из района аэродрома вылета обязан установить радиосвязь с органом ОВД (управления полетами), который будет осуществлять дальнейшее обслуживание (управление) полета данного воздушного судна, и получить от него разрешение на вход в район ОВД и условия полета (информацию о полете).

При подходе к аэродрому посадки командир воздушного судна на установленном рубеже обязан установить связь с органом ОВД (управления полетами) аэродрома, доложить высоту (эшелон) полета, свое местонахождение, курс следования, расчетное время прибытия и получить разрешение от органа ОВД (управления полетами) на вход в район аэродрома. Вход воздушного судна в район аэродрома посадки без разрешения органа ОВД (управления полетами) данного аэродрома запрещается, за исключением случаев потери радиосвязи, когда экипаж действует в соответствии с требованиями настоящих Правил. При выполнении маневра захода на посадку на высотах ниже высоты круга при отрицательных температурах наружного воздуха экипаж воздушного судна обязан выдерживать высоту с учетом температурной поправки согласно приложению N 1 к настоящим Правилам. Командир воздушного судна после посадки обязан без промедления освободить ВПП и доложить об этом органу ОВД (управления полетами) аэродрома.

1. Определение параметров навигационного треугольника скоростей

Навигационный треугольник скоростей

Самолет относительно воздушной массы перемещается с воздушной

скоростью в направлении своей продольной оси. Одновременно под

действием ветра он перемещается вместе с воздушной массой в

направлении и со скоростью ее движения. В результате движение самолета

относительно земной поверхности будет происходить по

равнодействующей, построенной на слагаемых скоростях самолета и ветра.

Таким образом, при полете с боковым ветром векторы воздушной скорости,

путевой скорости и скорости ветра образуют треугольник ,

который называется навигационным треугольником скоростей. Каждый

вектор характеризуется направлением и величиной.

Вектором воздушной скорости называется направление и скорость

движения самолета относительно воздушных масс. Его направление

определяется курсом самолета, а величина — значением воздушной

скорости.

Вектором путевой скорости называется направление и скорость

движения самолета относительно земной поверхности. Его направление

определяется путевым углом, а величина — значением путевой скорости.

Вектором ветра называется направление и скорость движения

воздушной массы относительно земной поверхности. Его направление

определяется направлением ветра, а величина — значением его скорости.

Навигационный треугольник скоростей имеет следующие элементы:

МК — магнитный курс самолета;

V — воздушная скорость;

МПУ— магнитный путевой угол (может быть заданным —ЗМПУ и

фактическим — ФМПУ);

W — путевая скорость;

НВ — навигационное направление ветра;

U — скорость ветра;

УС — угол сноса;

УВ — угол ветра.

Фактическим магнитным путевым углом называется угол,

заключенный между северным направлением магнитного меридиана и

линией фактического пути. Отсчитывается от северного направления

магнитного меридиана до линии фактического пути по ходу часовой

стрелки от 0 до 360°.

Углом сноса называется угол, заключенный между продольной осью

самолета и линией пути. Отсчитывается от продольной оси самолета до

линии пути вправо со знаком плюс и влево со знаком минус.

Углом ветра называется угол, заключенный между линией пути

(фактической или заданной) и направлением навигационного ветра.

Отсчитывается от линии пути до направления ветра по ходу часовой

стрелки от 0 до 360°.

Между элементами навигационного треугольника скоростей существует следующая

зависимость:

МК = МПУ - (± УС);

ОС = V cos УС;

МПУ = МК + (± УС);

CB = U cos УВ;

УС = МПУ-МК; W = VсоsУС + UсоsУВ;

УВ = δ ± 180° - МПУ; δ = МПУ + УВ ± 180°.

Так как углы сноса обычно небольшие, а косинусы малых углов

близки к единице, то можно считать, что W ≈ V+UсоsУВ. Приведенные

выше формулы используются для расчета элементов навигационного

треугольника скоростей.

Угол сноса и путевая скорость являются основными навигационными

элементами, поэтому нужно твердо знать, как они зависят от изменения

воздушной скорости, скорости ветра и угла ветра.

Зависимость угла сноса и путевой скорости от воздушной скорости

самолета. При неизменном ветре и курсе самолета путевая скорость

изменяется соответственно изменению воздушной скорости, т. е. с

увеличением воздушной скорости путевая скорость становится больше, а с

уменьшением — меньше. Считают, что изменение воздушной

скорости вызывает пропорциональное изменение путевой скорости, т. е.

насколько изменилась воздушная скорость, настолько соответственно

изменится и путевая скорость.

Угол сноса с возрастанием воздушной скорости уменьшается, а с ее

уменьшением — увеличивается.

Зависимость утла сноса и путевой скорости от скорости ветра.

При постоянной воздушной скорости и курсе самолета с увеличением

скорости ветра угол сноса увеличивается, а при ее уменьшении —

уменьшается .

Путевая скорость при попутном и попутно-боковом ветре с изменением

скорости ветра изменяется так же, как и угол сноса. При встречном и

встречно-боковом ветре с увеличением скорости ветра путевая скорость

1. Измерители навигационных параметров полета. Радиокомпасы радиопеленгаторы. Принцип действия, характеристики.

Автоматическим радиокомпасом (АРК или ADF) называют бортовой

автоматический радиопеленгатор, позволяющий непрерывно определять

курсовой угол радиостанции (КУР).

1. Доплеровские измерители параметров вектора путевой скорости. Принцип действия и разновидности. Влияние подстилающей поверхности на точность измерения параметров вектора путевой скорости.

Доплеровские измерители скорости и угла сноса (ДИСС) предназначены для определения составляющих полной скорости (продольной, поперечной и вертикальной) и(или) путевой скорости и угла сноса. Кроме того, ДИСС позволяют решать задачу счисления пути курсо-доплеровским способом.

Принцип действия основан на использовании эффекта Доплера, согласно которому, частота принятого сигнала, отражённого от цели может отличаться от частоты излучённого сигнала и разница зависит от соотношения скоростей объектов относительно друг друга.

В зависимости от особенностей технической реализации различают следующие типы ДИСС:

• самолетные и вертолетные;

• однолучевые и многолучевые;

• с фиксированной и поворотной антенной системой;

• односторонние и двусторонние;

• с непрерывным и импульсным излучением;

• с излучением модулированных и немодулированных колебаний;

• с раздельной и попарной обработкой сигналов, принимаемых по лучам антенной системы.

Решение основных задач самолетовождения невозможно без наличия ин­формации о путевой скорости и угле сноса самолета. Для определения этих величин на самолетах (вертолетах) широко применяются са­молетные радиоэлектронные средства, получившие название доплеровских измерителей путевой ско­рости и угла сноса (ДИСС).

Доплеровский измеритель скорости и угла сноса (ДИСС) измеряет параметры вектора скорости ВС: путевую скорость и угол сноса – угол между направлением продольной оси ВС и действительным направлением его движения.

ДИСС применяет наклонное облучение земной поверхности и определяет параметры вектора скорости по спектру частот сигнала, отраженного землей.

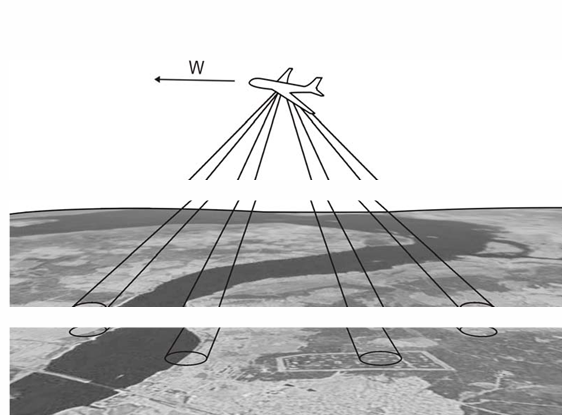
ДИСС основан на использовании эффекта, открытого австрийским физиком Х.Доплером (C.Doppler) в 1842 г. Эффект заключается в том, что если источник излучения волн движется по направлению к приемнику, то приемник воспринимает частоту больше, чем частота на самом деле излучаемая. И наоборот, если источник удаляется, то принимаемая приемником частота меньше излучаемой. Этот эффект справедлив для любых волновых процессов: электромагнитного излучения, в том числе и светового, звуковых волн и т.д.

Вследствие эффекта Доплера возникает сдвиг частот излученного и отраженного сигналов. Для повышения точности ДИСС излучает не один, а 3 или 4 луча в разных направлениях. Погрешность измерения не превышает 0,5% по скорости и 0,2° по углу сноса. Частота работы 13325±75 МГц.

Как правило, ДИСС объединяется с автономными нерадиотех­ническими измерителями скорости (ИНС, СВС) в составе навигационной сис­темы в целях повышения точности измерения путевой скорости самолета.

ДИСС является автономным устройством, то есть не требует для своей работы установки какого-либо оборудования на земле. Основными составными частями бортового оборудования являются передатчик и приемник с антеннами, вычислительное устройство и пульты управления и индикации. Передатчик через антенну излучает радиоволны сверхвысокой частоты (порядка 9-13 ГГц), но не во все стороны, а по трем или четырем узконаправленным лучам. Соответственно различают трехлучевые и четырехлучевые ДИСС. Лучи наклонены к земле и расположены под углом к продольной оси ВС. Как показано на рис. у четырехлучевого ДИСС они направлены влево-вперед, вправо-вперед, влево-назад и вправо назад.

Радиоволны, излучаемые по этим лучам, отражаются от земной поверхности и принимаются приемником через антенну. ВС летит вперед, спереди земля «набегает» на него, поэтому частота отраженных радиоволн для лучей, направленных вперед, будет больше излучаемой передатчиком. Соответственно, для лучей направленных назад отраженная частота будет меньше излучаемой, поскольку отражающая земная поверхность удаляется. Но ВС имеет еще и боковое перемещение относительно своей продольной оси. Тогда, если, например, ветер сносит самолет вправо, то справа земля «набегает», а слева – удаляется от самолета. Следовательно, для лучей, направленных вправо, отраженная частота будет больше, чем для лучей, направленных влево. В результате оказывается, что для каждого из четырех лучей частота отраженного сигнала различна. По измеренным значениям этих частот можно рассчитать путевую скорость и угол сноса, что и делает вычислитель. Значения угла сноса и путевой скорости отображаются на индикаторе. Индикаторы могут иметь различный вид. Один из них представлен на рис. Угол сноса индицируется стрелкой, а путевая скорость в цифровом виде. Точность ДИСС является высокой. Погрешность измерения W составляет 3-5 км/ч, а угла сноса 0,3…0,5°. Для управления ДИСС имеется пульт. Он предназначен для включения устройства, его предполетного контроля. Имеется переключатель «Суша-Море», который в полете устанавливается в положение, соответствующее характеру подстилающей поверхности. Необходимость этого обусловлена различием характера отраженного сигнала от земной и водной поверхности.



В некоторых ситуациях в полете ДИСС может перестать выдавать информацию. Это может произойти при большом крене ВС, когда луч, направленный в сторону, противоположную крену, приподнимается. В этом случае точка отражения луча от земли будет очень далеко, а отраженный сигнал слишком слабым.

Также отраженная радиоволна может не вернуться при полете над гладкой водной поверхностью, когда луч отражается от нее как от зеркала. В таких случаях ДИСС переходит в режим «Память». На индикаторе загорается красное табло с соответствующей надписью, а значения путевой скорости и угла сноса «замораживаются», то есть сохраняются такими, какими они были в момент пропадания сигнала. При появлении отраженного сигнала индикация восстанавливается.

1. Радиотехнические средства получения координатной информации. Радиосистемы обеспечения захода на посадку и посадки.

Радиолокационные системы (РЛС) относятся к радиотехническим системам извлечения информации. Они служат для обнаружения объектов в пространстве, измерения их координат и параметров движения с помощью радиотехнических средств

Принцип определения координат с помощью импульсной

РЛС периодически посылает, через перемещающуюся (сканирующую) параболическую (узко

направленную) антенну, зондирующие импульсы в пространство.

Если антенна направлена на объект (цель), то на входе приемника, подключаемого к антенне в промежутке между зондирующими импульсами, появляется отраженный сигнал.

В зависимости от назначения РЛС делятся на следующие

типы:

1. РЛС обзорного типа. Наблюдение воздушного пространства и выявление объектов (целей) и их положения относительно

рельефа местности и друг друга. Различают РЛС кругового обзора и секторальные.

2. Координатные РЛС следящего типа. Точное измерение координат и выдача информации о движении. Используются в системах управления зенитными ракетами, в системах управления

космическими аппаратами и т.п.

3. Специализированные измерители (радиовысотомеры, доплеровский измеритель вектора скорости).

**Радиотехнические системы захода на посадку**

В зависимости от сложности метеоусловий, в которых возможно использование радиомаячных систем (РМС), они подразделяются на системы первой, второй и третьей категории

В состав наземного оборудования РМС должны входить:

• курсовой радиомаяк (КРМ);

• глиссадный радиомаяк (ГРМ);

• маркерные радиомаяки (МРМ);

• Курсовой и глиссадный маяки устанавливаются возле ВПП. Первый в противоположном торце ВПП, по осевой линии, глиссадный, сбоку от ВПП на удалении (по оси ВПП) точки приземления от порога ВПП.

• Рабочий диапазон частот КГС:

o курсовой канал (40 с нечётными десятыми долями частоты) 108.10-111.95 МГц;

o канал глиссады 329.15-335.00 МГц;

• Дальность действия в соответствии с нормами ICAO:

o по курсовому каналу - не менее 46км,

o по каналу глиссады - 18,5км

Курсовой радиомаяк (КРМ)

• Курсовой радиомаяк обеспечивает наведение самолета в горизонтально плоскости - по курсу.

• Курсовой радиомаяк (КРМ) - передающее устройство с антенной системой.

• Антенная система КРМ размещается на продолжении оси ВПП в противоположной направлению посадки стороне на удалении от 400 до 1150 метров от порога

ВПП. При этом боковое смещение антенн недопустимо.

• Сигнал несущей, модулированной частотой 150 Гц, должен преобладать справа от направления захода на посадку, а модулированной частотой 90 Гц - слева от нег

• КРМ должен работать в диапазоне частот 108,0 111,975 МГц.

• Зона действия КРМ в горизонтальной плоскости должна быть не менее 35 градусов вправо и влево относительно линии курса. Для КРМ I и II категории допускается сужение зоны действия до ±10°.

. Глиссадный радиомаяк (ГРМ)

• Глиссадный маяк обеспечивает наведение в вертикальной плоскости - по глиссаде.

• Глиссадный радиомаяк (ГРМ) - передающее устройство с антенной системой.

• Антенная система ГРМ размещается у начала ВПП (на удалении 450...2000 метров от порога) со стороны захода на посадку на расстоянии 120... 180 метров от её

оси в сторону грунтовой части лётного поля. Такое размещение ГРМ обеспечивает необходимую высоту средней линии глиссады над порогом ВПП - высоту

опорной точки.

• Номинальное значение угла наклона глиссады устанавливается в пределах 2°...4°.

глиссаду.

Маркерные радиомаяки (МРМ)

• Маркерный радиомаяк — это устройство, используемое в составе курсо-глиссадной системы, которое позволяет пилоту определить расстояние до ВПП.

• Маркерные радиомаяки работают на частоте 75 МГц, излучая сигнал узким пучком вверх.

• Когда ВС пролетает над маркерным маяком, сигнал принимает маркерный радиоприемник, включается система оповещения — мигает специальный индикатор на приборной панели и издаётся звуковой сигнал.

• Маркеры, сигнализирующие момент пролета определенных точек на траектории захода. Обычно маркеры устанавливаются на ДПРМ и БПРМ.

Дальний маркерный радиомаяк (внешний МРМ) - наземное

радиотехническое устройство, излучающее радиосигналы и установленное

таким образом, чтобы обеспечить экипажу самолета возможность проверки

высоты на определенном расстоянии, а также функционирование

оборудования в промежуточной и конечной зонах захода на посадку.

Дальний маркерный радиомаяк размещается на продолжении оси ВПП со

стороны захода на удалении 3800...7000 метров от её порога (допускается

боковое смещение ±75 метров), совместно с дальней приводной

радиостанцией.

Средний маркерный радиомаяк - наземное радиотехническое устройство,

излучающее радиосигналы и установленное таким образом, чтобы

обеспечить на самолет информацию в условиях плохой видимости о

непосредственной близости начала наведения с помощью визуальных

средств.

Средний маркерный радиомаяк размещается на продолжении оси ВПП со

стороны захода на удалении 4000 ± 200 метров от её порога.

Радиоизлучение МРМ должно осуществляться без перерывов.

Ближний маркерный радиомаяк

Ближний маркерный радиомаяк (внутренний МРМ) - Наземное

радиотехническое устройство, излучающее радиосигналы и установленное

таким образом, чтобы обеспечить на самолет информацию в условиях плохой

видимости о непосредственной близости порога взлетно-посадочной полосы.

Ближний маркерный радиомаяк размещается на продолжении оси ВПП со

стороны захода на удалении 850... 1200 метров от её порога (допускается

боковое смещение ±75 метров)

Радиоизлучение МРМ должно осуществляться без перерывов.

Сигналами опознавания должна быть непрерывная передача 6 точек в

секунду.

1. Радиосистемы ближней навигации. Радиосистемы дальней навигации.

**Радиотехническая система ближней навигации** РСБН-2 предназначена

для обеспечения самолетовождения, захода на посадку в сложных

метеоусловиях, контроля и управления движением самолетов с земли.

Появление этой системы явилось большим достижением на пути

автоматизации полета, обеспечения высокой точности самолетовождения и

безопасности полетов.

Радиотехническая система РСБН-2 позволяет в зоне действия решать

следующие задачи самолетовождения:

1. Непрерывно определять место самолета.

2. Выполнять полет по заданному маршруту.

3. Выводить самолет в любую заданную точку независимо от условий

видимости с указанием момента подхода к точке и момента ее пролета.

4. Определять навигационные элементы полета (ФЛОТУ, путевую

скорость самолета и угол сноса).

5. Осуществлять контролируемое пробивание облачности и заход на

посадку. В связи с этим самолетная аппаратура имеет отдельный режим

работы для пробивания облачности и отдельный режим для осуществления

захода на посадку. Режим «Пробивание облачности» в ГА временно, до

установки специальных курсовых и глиссадных радиомаяков, не

задействован.

6. Наблюдать с земли по индикатору кругового обзора (ИКО) за

самолетами, определять их координаты и опознавать самолеты, если они

оборудованы самолетной аппаратурой системы опознавания.

В настоящее время многие аэродромы и самолеты гражданской авиации

оснащены наземной и бортовой аппаратурой системы РСБН-2. Это требует от летного состава знания основных данных об этой системе и методов ее

использования.

**Радиосистемы дальней навигации** (РСДН) — относятся к классу многопозиционных радионавигационных систем и предназначены для определения местонахождения ЛА на расстояниях до нескольких тысяч километров или в пределах земного шара (глобальные системы). Все системы дальней навигации работают в пассивном режиме в диапазоне километровых (длинных) или мириаметровых (сверхдлинных) волн, где требуемая дальность действия обеспечивается с помощью сигналов поверхностных волн.

. Основа РСДН — сеть наземных опорных радиостанций с дальностью действия (в зависимости от системы) от 1 тыс. до 12 тыс. км. Основная задача опорных радиостанций — формирование и излучение навигационного сигнала в формате, зависящем от разновидности системы дальней навигации. Передатчики опорных

станций снабжены эталонами времени и частота (ЭВЧ) с долговременной стабильностью 10'9...1012 и синхронизированы со шкалой Всемирного координированного времени (СТС).

1. Система навигационных точек маршрута. Профиль полета в вертикальной плоскости.
2. Этапы полета. Обеспечение безопасности. Маршрут полета. Навигационные параметры при выполнении разворота полета.

Выполнение полёта включает в себя следующие этапы (рис. 6.1):

1) Вылет (Departure) – взлёт, набор высоты и выход на исходный пункт

маршрута;

2) Полёт по маршруту (Enroute) – полёт по маршруту и выход на конеч-

ный пункт маршрута;

3) Прибытие (Arrival) – снижение и выход в точку начала захода на по-

садку;

4) Заход на посадку и посадка (Approach).

В процессе полёта экипаж и диспетчер ОВД должен уметь определять эле-

менты разворота и учитывать их при маневрировании. Элементы разворота за-

висят от крена β. Данные расчёты можно выполнять с помощью калькулятора или навига-

ционной линейки НЛ-10М, но в большинстве современных систем управления

полётом и систем управления воздушным движения расчёт радиуса разворота

выполняется автоматически.

В процессе набора высоты рассчитываются время и место набора заданной

высоты для выполнения заданного полёта. Определяется потребная вертикаль-

ная скорость VВ. и время набора заданной высоты с помощью приборного обо-

рудования или НЛ-10М.

Не менее важным элементом полёта является определение рубежа начала

снижения. Рассчитывается время и место начало снижения. Данный расчёт

производится на основании полученных от службы ОВД условий подхода к

аэродрому посадки. Снижение ВС производится по согласованию со службой

ОВД, с обязательным докладом о времени начала снижения. В процессе сниже-

ния необходимо учитывать ограничения, изложенные в руководстве по лётной

эксплуатации данного ВС, и ограничения воздушного пространства в зоне под-

хода и непосредственно самого аэропорта посадки. В процессе снижения необ-

ходимо учитывать изменение ветра с высотой. Учитывается интенсивность

воздушного движения и метеорологическая обстановка в процессе снижения.

В настоящее время очень широко используются методики стандартных

маршрутов вылета (SID – Standard Instrument Departure) и прибытия (STAR –

Standard Instrument Arrival) воздушных судов. Данные маршруты изложены в

специальных сборниках аэронавигационной информации, с которыми экипаж

должен работать в процессе подготовки и выполнения полёта.

Очень широкое применение в целях организации воздушного движения

получили зоны ожидания (ЗО). Также служба ОВД широко применяет процесс

векторения ВС, т. е. задание определённой высоты, скорости и траектории дви-

жения воздушного судна.

1. Эшелонирование по высоте полета и плановым координатам. Правила и способы самолетовождения. Курсовой, путевой и маршрутный способы самолетовождения. координатные системы