



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»



НАВИГАЦИОННОЕ (ШТУРМАНСКОЕ) ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ

Г. Москва
2022г.

БОРСОВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ
Заведующий кафедрой навигационного обеспечения полетов и
авионавигационной информации, д.т.н., профессор УИГА



Учебно-тематический план занятий

Тема № 1. Аэронавигационное и штурманское обеспечение полетов	2 часа
Тема № 2. Авионика воздушных судов.....	2 часа
Дифференцированный зачет.....	2 часа



- **Тема № 1. Аэронавигационное и штурманское обеспечение полетов**

- В ИКАО в 2018 г. разработан **Генеральный аэронавигационный план до 2030 года** в котором определены стратегические задачи развития международной аэронавигационной системы.

- В этом плане, кроме **связи, навигации, наблюдения и ОрВД (CNS/ATM)** были предложены новые направления:

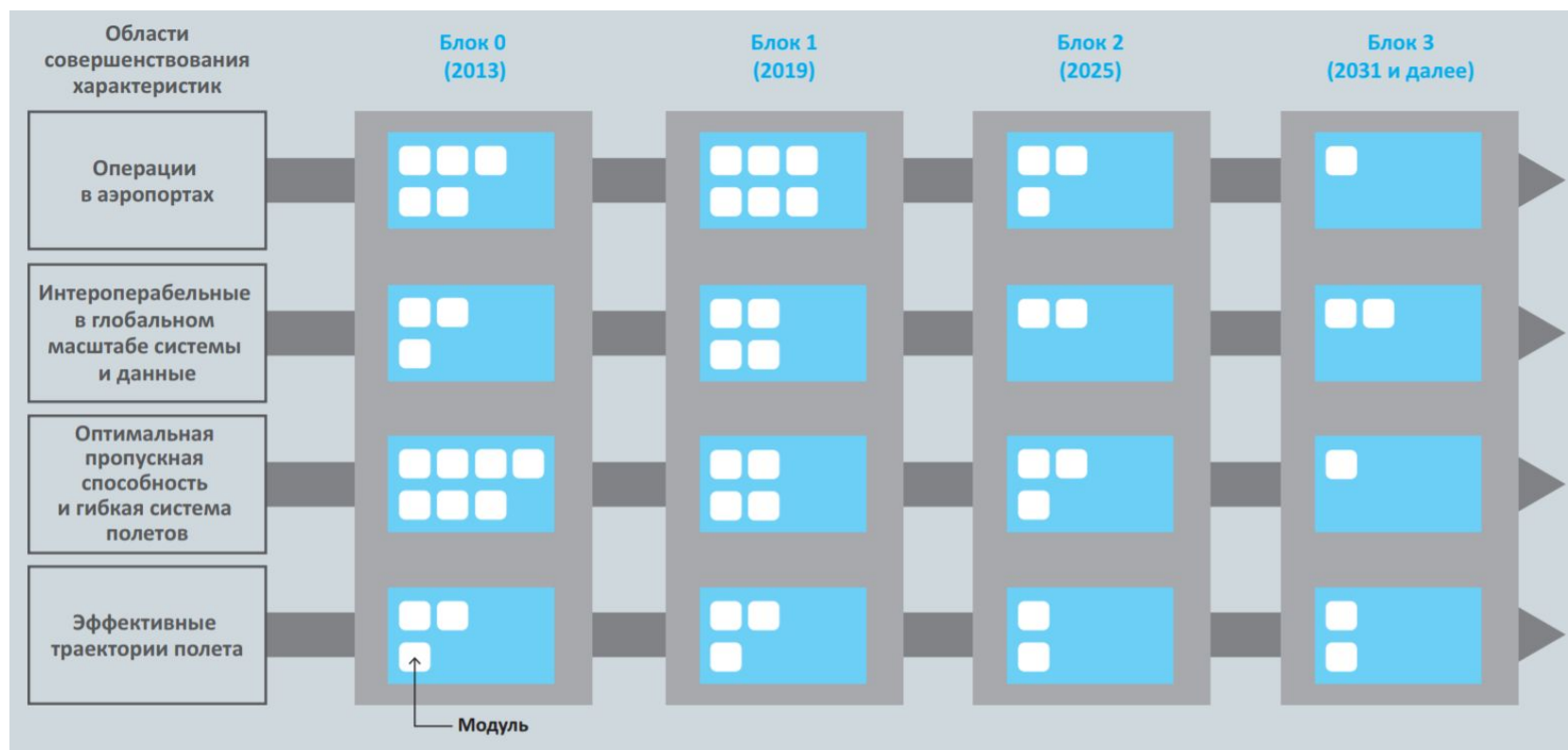
- - **общесистемное управление информацией (SWIM);**
- - **бортовое оборудование (авионика).**

- **Глобальный аэронавигационный план** (ГАНП) ИКАО представляет собой комплексные рамки, которые включают основные принципы политики в области гражданской авиации, призванные оказать помощь регионам, субрегионам и государствам ИКАО в подготовке их региональных и национальных аэронавигационных планов. (Doc 9750-AN/963 Шестое издание – 2016 год. ГАНП на 2016–2030 гг.)

- Рассмотрим этапы блочной реализации модулей ASBU и областей совершенствования характеристик, включающих создание процедур, возможностей и технических средств:



• БЛОЧНАЯ МОДЕРНИЗАЦИЯ АВИАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ





- **Блок 0** включает в себя модули, относящиеся к техническим средствам и возможностям, которые являются разработанными и уже в наши дни воплощены в жизнь во многих частях света.
- **Блок 1** состоит из модулей, предусматривающих презентацию новых возможностей и концепций, чтобы поддержать будущую систему ОрВД, а именно: представление информации о полетах и потоках движения, основанные на траектории полета; навигации, основанной на характеристиках (PBN); общесистемное управление информацией (SWIM); бортовое радиоэлектронное оборудование (авионики);
-
- **Блоки 2 и 3**, реализация которых будет организована соответственно в 2025 и 2031 годах, обладающие имеющимися и перспективными решениями в сфере характеристик.



SWIM – (System Wide Information Management)

информационная система управления, которая позволяет обеспечить **высокое качество, своевременность данных** для повышения эффективности национального воздушного пространства.

SWIM предусматривает внедрение услуг по общесистемному управлению информацией (виды применения и инфраструктура), обеспечивающих возможность создания авиационного Интернета, основанного на использовании стандартных моделей данных и Интернет - протоколов, в целях обеспечения максимальной степени интероперабельности



- **Модели (System Wide Information Management)**

FIXM

**Модель обмена
полетной информацией**

AIXM

**Модель обмена
авионавигационной информацией**

IWXM

**Модель обмена
метеорологической информацией ИКАО**



- СТАНДАРТЫ ДЛЯ МОДЕЛЕЙ ОБМЕНА ИНФОРМАЦИЕЙ

Специфические для пользователей расширения		WMO ORP
IWXXM	AIXM	FIXM
Эталонная модель для информации ОрВД		WMO (ISO) METCE
ISO/TS 19103 Географическая информация. Язык концептуальной схемы		
ISO 19107 Географическая информация. Пространственная схема		
ISO 19108 Географическая информация. Временная схема		
ISO 19115 Географическая информация. Метаданные		
ISO 19123 Географическая информация. Схемы для геометрии и функций		
ISO 19136 Географическая информация. Географический маркировочный язык (GML)		
ISO/TS 19139 Географическая информация. Метаданные. Внедрение языка XML		
ISO 19156 Географическая информация. Наблюдения и измерения		
ISO 639-2 Коды для представления названий языков (часть 2). Код Alpha-3		
W3C Спецификация XML Schema		



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигационного образования и подготовки»

Область	Компоненты	Дорожная карта
Связь	Связь "воздух – земля" по линии передачи данных	1
	Связь "земля – земля"	2
	Речевая связь "воздух – земля"	
Навигация	Специализированные технические средства	3
	Навигация, основанная на характеристиках	4
Наблюдение	Наблюдение, основанное на использовании наземных средств	5
	Наблюдение на поверхности	
	Наблюдение "воздух – воздух"	6
Управление информацией	SWIM	7
	Информация о полетах и потоках	
	AIS/AIM	
	Метеорология	
	Время	
Бортовое радиоэлектронное оборудование	Связь	8
	Наблюдение	
	Навигация	9
	Комплексы бортовых средств обеспечения безопасности полетов	10
	Бортовые системы	



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигационного приборостроения»

ОБЛАСТЬ	КОМПОНЕНТЫ	ДОРОЖНАЯ КАРТА
Связь	Связь "воздух – земля" по линии передачи данных	1
	Связь "земля – земля"	2
	Речевая связь "воздух – земля"	
Навигация	Специализированные технические средства	3
	Навигация, основанная на характеристиках	4
Наблюдение	Наблюдение, основанное на использовании наземных средств	5
	Наблюдение на поверхности	
	Наблюдение "воздух – воздух"	6
Управление информацией	SWIM	7
	Информация о полетах и потоках	
	AIS/AIM	
	Метеорология	
Бортовое радиозлектронное оборудование	Время	8
	Связь	
	Наблюдение	9
	Навигация	
	Комплексы бортовых средств обеспечения безопасности полетов	
Бортовые системы	10	



- Во исполнения этой рекомендации в корпорации ОрВД в 2017 г. разработана **Стратегия развития Аэронавигационной системы Российской Федерации до 2030 г.**
- **В стратегию этого плана были включены:**
- - внедрение процедур гибкого использования воздушного пространства (FUA);
- - создание маршрутов зональной навигации;
- - внедрение процедур бесступенчатого снижения и набора высоты CDO и CCO;
- - организация схем вылета, прибытия и захода на посадку на принципах PBN;
- - создание условных маршрутов ОВД через зоны ограничений полетов (CDR);
- - внедрение зон воздушного пространства свободной маршрутизации;
- - организация оперативного открытия / закрытия зон ограничений под реальную потребность;



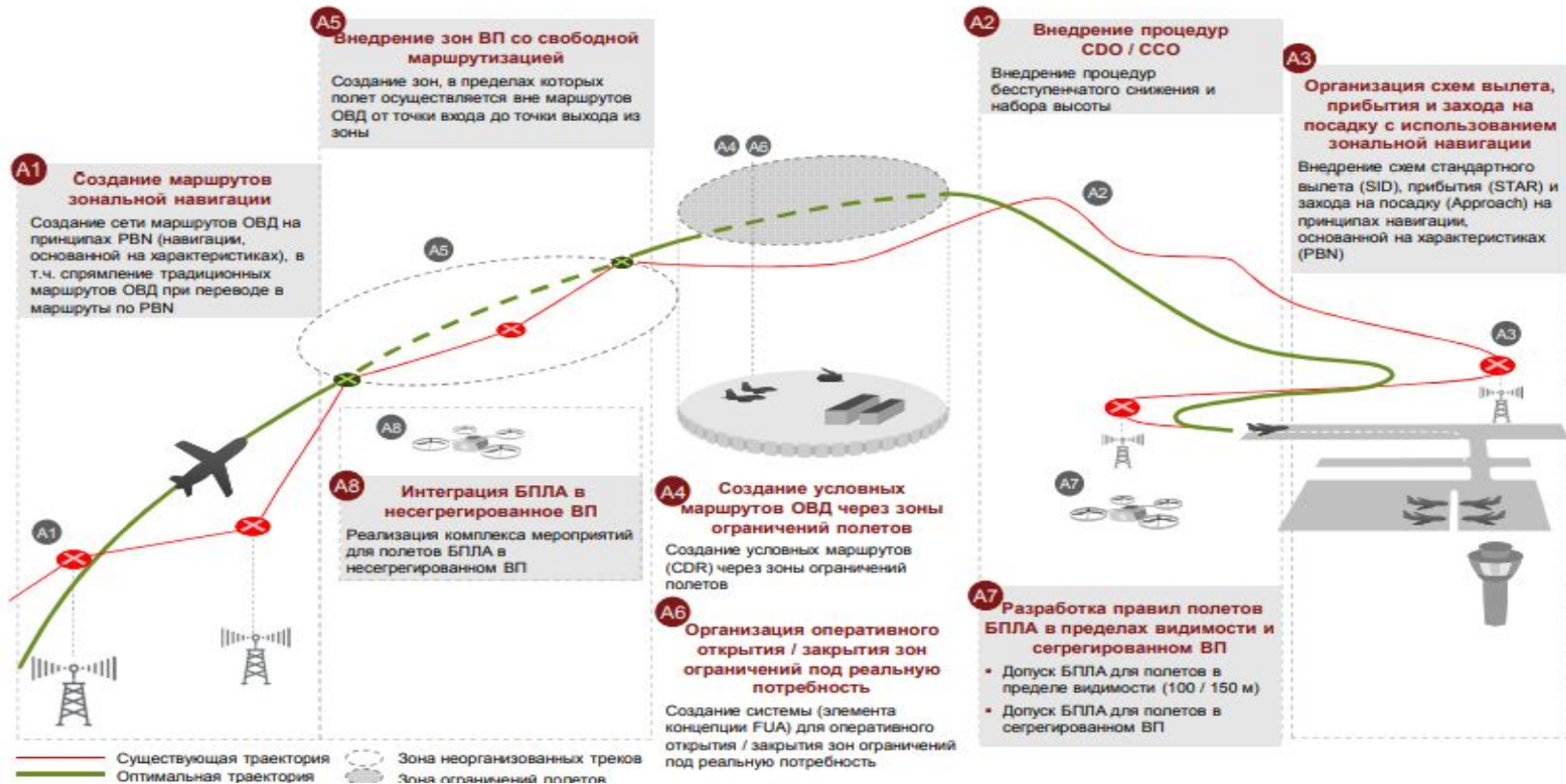
- - внедрение зон воздушного пространства свободной маршрутизации;
- - организация оперативного открытия / закрытия зон ограничений под реальную потребность;
- интегрированная система управления взлетами, посадками и операциями в аэропорту (AMAN / DMAN / SMAN);
- - внедрение процедур совместного принятия решений в аэропортах (A-CDM); .
- - внедрение систем управления движением по аэродрому (A-SMGCS);
- - внедрение сервисов, основанных на цифровых каналах связи, в работу диспетчеров (например, CPDLC);
- - разработка правил полетов БПЛА в пределах видимости в воздушном пространстве;
- - повышение степени использования функционала бортового оборудования при полете над территорией РФ.



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»

Инициативы по развитию Аэронавигационной системы

Инициативы по направлению «Эффективные траектории полета»





• **1.1. Задачи и структура службы аэронавигационного обеспечения полетов**

- В связи с вводом новых направлений изменились и требования к аэронавигационному обеспечению полетов и аэронавигационной информации.
- Сбор и рассылка аэронавигационной информации, предназначенной для использования при выполнении полетов воздушных судов всех типов, входит в обязанности службы аэронавигационной информации (САИ) государства, как это указано в Приложении 15 к Конвенции о международной гражданской авиации, подписанной в г. Чикаго 7 декабря 1944 г.
- В основу Приложения 15 положен принцип, вытекающий из Статьи 28 Конвенции, о том, что каждое государство несет ответственность за предоставление для нужд гражданской авиации любой и полной информации, которая необходима и требуется для выполнения полетов воздушных судов.



- Основное назначение САИ заключается в предоставлении информации, необходимой для обеспечения безопасности, регулярности и эффективности полетов гражданской авиации.

- В Российской Федерации функции САИ государства выполняет филиал «Центр Аэронавигационной Информации» Федерального государственного унитарного предприятия «Государственная корпорация по организации воздушного движения в Российской Федерации».

- В соответствии с приказом Минтранса РФ от 31.10.2014 № 305 «Об утверждении Порядка разработки и правил предоставления аэронавигационной информации» разработчики аэронавигационной информации предоставляют исходные аэронавигационные данные в ЦАИ ГА.



- К разработчикам авионавигационной информации относятся:
- - геодезические организации;
- - органы ОВД;
- - отдел разработки схем маневрирования ГК по ОрВД;
- операторы аэродромов и владельцы посадочных площадок;
- - Росгидромет.
- К организациям обработчикам официальных авионавигационных данных, кроме филиала «ЦАИ» относятся и зарубежные поставщики авионавигационных услуг, крупнейшие из которых:
- - Джеппесен;
- - Люфтганза системс (бывший ЛИДО);
- - Бритиш эрвэйз;
- - Хоневел и др.



- В большинстве крупных авиакомпаний имеется собственное подразделение авионавигационного обеспечения полетов в виде службы «Полетных диспетчеров» (ЦУП).
- В каждом аэропорту имеется служба «Брифинг» структурно входящий в ГК по ОрВД.
- Служба «Брифинг» должен обеспечить возможность для ознакомления экипажей ВС со следующими авионавигационными документами:
 - - сборники авионавигационной информации (AIP) – четыре книги;
 - - NOTAM (НОТАМ) – шесть вариантов;
 - - бюллетени предполетной информации (PIB);
 - - циркуляры авионавигационной информации (AIC).
- Рассмотрим, как осуществляется авионавигационное обслуживание экипажей ВС в авиакомпаниях и аэропортах службами полетных диспетчеров (Flight dispatcher) и службами брифинга.



● Полетный диспетчер (Flight dispatcher):

- 1. Формирует полный пакет полетной документации диспетчерского решения на выполнение полета. Оказывает помощь КВС в подготовке к полету и обеспечивает наличие соответствующей информации.
- 2. Оказывает помощь КВС в подготовке рабочего плана полета и плана полета для ОВД, подписывает, при необходимости, и представляет план полета для ОВД соответствующему органу ОВД, контролирует его прохождение через органы по организации воздушного движения (главный центр) и при необходимости изменяет его.



- Рабочий план полета составляется на каждый намечаемый полет или серию полетов в порядке, определенном в РПП.
- Рабочий план полета утверждается КВС и, когда это предусмотрено РПП, сотрудником по обеспечению полетов (полетным диспетчером) и включает в себя сведения:
 - - тип воздушного судна;
 - - номер рейса или государственный и регистрационный опознавательные знаки;
 - - маршрут полета, включая поворотные пункты и пункты обязательного донесения, расстояния, время полета между ними, и заданные путевые углы на маршруте, включая полет на запасные аэродромы;



- - запланированная крейсерская скорость и общее время полета, расчетное и фактическое время пролета указанных пунктов;
- - минимальные безопасные высоты (эшелоны) полета, запланированные высоты (эшелоны) полета;
- - расчет топлива и контроль расхода топлива в полете;
- - запасные аэродромы назначения, взлета и на маршруте;
- - расчет плана полетов, измененного в полете;
- - необходимая метеорологическая информация;
- - другая информация, установленная эксплуатантом;

- Форма рабочего плана полета утверждается эксплуатантом и приводится в РПП.



- 3. При получении обработанных планов полета с органов ОВД (главного центра):
 - проводит предполетную консультацию с экипажами воздушных судов;
 - готовит планы полетов для службы инжиниринг;
- 4. Осуществляет контроль загрузки техническим или инженерным составом аэронавигационной базы данных в бортовой вычислитель ВС.
- 5. Осуществляет непрерывное наземное сопровождение обслуживаемого полета воздушного судна.
- 6. Обеспечивает КВС в полете информацией, которая может быть необходимой для безопасного выполнения полета;
- 7. Контролирует изменения аэронавигационной и метеорологической обстановки и принимает необходимые меры по обеспечению выполнения полета.



- 8. В случае необходимости передает на борт воздушного судна необходимую информацию, относящуюся к безопасности выполняемого полета, изменению текущей авионавигационной обстановки, существенному изменению метеорологических условий по маршруту следования полета, а также к изменению первоначального плана полета.
- 9. В случае аварийной ситуации во время полета сотрудник по обеспечению полетов (полетный диспетчер) приступает к выполнению процедур, предусмотренных РПП, и передает КВС информацию, касающуюся безопасности полетов, которая может быть необходимой для безопасного завершения полета, включая информацию о любых изменениях плана полета, необходимость в которых возникает в ходе этого полета.



Брифинг

-
- Главный оператор аэропорта организует предоставление экипажам воздушных судов аэронавигационной и метеорологической информации при подготовке к полету (далее - брифинг).

Брифинг аэропорта производится по запросам эксплуатантов или КВС и включает в себя:

- ведение документов аэронавигационной информации;
- обеспечение хранения, приема и выдачи документов аэронавигационной информации экипажам воздушных судов;
- учет, контроль издания и достоверности информации, которая доводится посредством NOTAM;
- получение, обработка и хранение аэронавигационной информации по районам полетной информации (районам ОВД) и гражданским аэродромам на территории Российской Федерации;



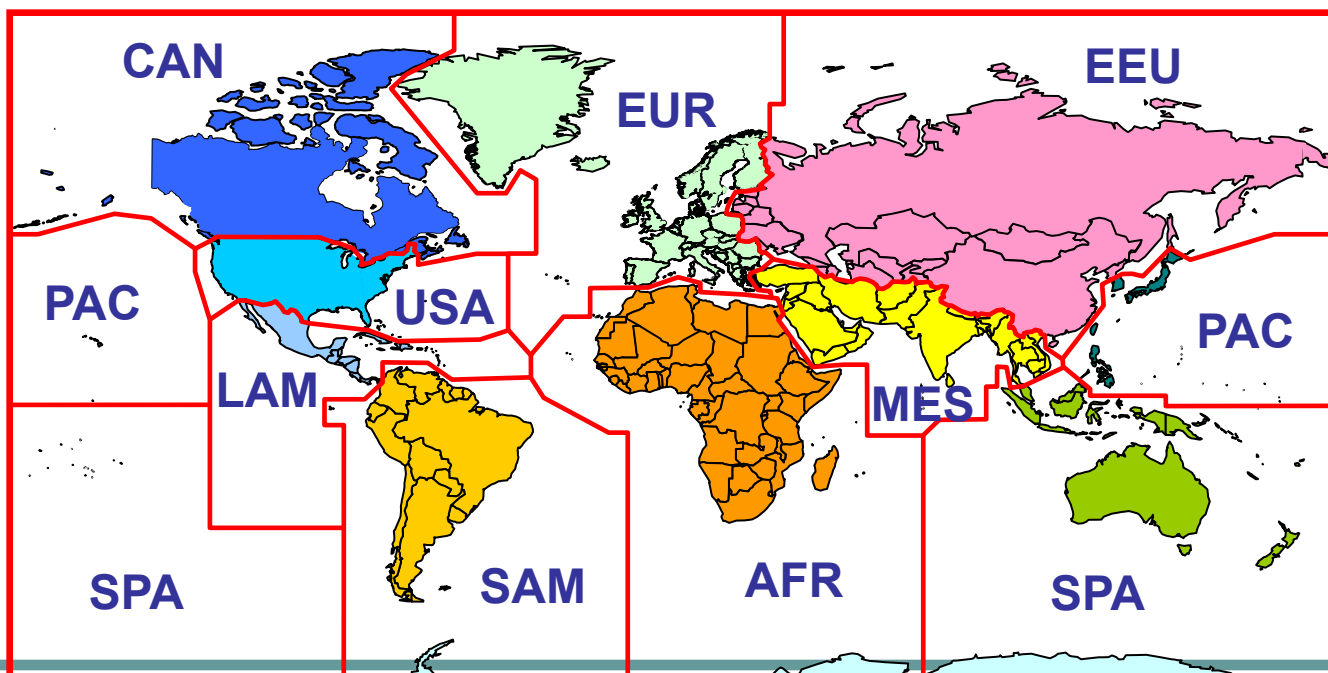
- - предоставление экипажу воздушного судна
- аэронавигационной информации по аэродромам вылета, назначения, запасным и районам полетной информации (районам ОВД), через которые пролегает маршрут полета;
- - взаимодействие с метеорологической службой (метеорологическими подразделениями аэропорта);
- - прием у экипажа воздушного судна или представителя эксплуатанта плана полета и передача его по каналам связи органу ЕС ОрВД;
- - рассылка специальных сообщений, связанных с выполнением полета;
- - согласование переноса времени вылета, задержек рейсов и других оперативных вопросов и передача соответствующей информации службам аэропорта.



● 1.2. Аэронавигационная база данных

- Для обеспечения полетов в авиакомпаниях и аэропортах созданы службы АНИ и аэронавигационного обеспечения полетов, которые подготавливают базу данных для формирования маршрутов полета для каждого ВС.
- Аэронавигационные данные - сведения об аэродромах, аэроузлах, элементах структуры воздушного пространства и средствах радиотехнического обеспечения, необходимые для организации и выполнения полетов;
- Аэронавигационная информация - информация, полученная в результате подборки, анализа и форматирования аэронавигационных данных;
- Базу данных авиакомпании или аэропорты, как правило, получают с ФГУП «ЦАИ», фирмы «ДЖЕЕПСЕН» и других поставщиков.

- ФГУП «ЦАИ» поддерживает базу данных полетной информации на основе стандарта ARINC 424.
- База данных подразделена на 10 различных географических зон, которые обозначены трехбуквенными указателями.
- В каждую зону включены соответствующие государства:





- В ФГУП «ЦАИ» на основе базы издаются, также ряд документов в бумажном и электронном виде: Сборник аэронавигационной информации Российской Федерации (АИП РФ, книги 1, 2, 4), Сборники аэронавигационной информации №1-5, 11-16 (Аэропорт-Оптима) и Сборник воздушных трасс СНГ, Сборник МВЛ РФ, Сборник аэронавигационных данных об искусственных препятствиях.



- **Перечень стандартов и документов, применяемые при ведении Базы данных.**
- 1. Приложение 4 ИКАО «Аэронавигационные карты».
- 2. Приложение 14 ИКАО «Аэродромы».
- 3. Приложение 15 ИКАО «Службы аэронавигационной информации».
- 4. DOC 8168 «Производство полетов воздушных судов».
- 5. DOC 8126 «Руководство по Службам аэронавигационной информации».
- 6. DOC 9674 «Руководство по всемирной геодезической системе WGS-84».
- данных».
- 7. КТ – 200А «Обработка аэронавигационных данных».
- 8. ARINC 424 «База данных навигационной системы».



- **База аэронавигационных данных, разработанная в ФГУП «ЦАИ», используется:**
- 1. На воздушных судах:
 - - в вычислительных системах самолетовождения (ВСС) или FMS;
 - - в спутниковых системах навигации ССН «ГЛОНАСС» или GPS;
 - - в системах раннего предупреждения приближения близости к земле;
- 2. В автоматизированных системах управления воздушным движением;
- 3. В автоматизированных системах планирования полетов ВС.
- В авиационных тренажерах



- **С помощью ARINC 424 записываются следующие данные:**
- **Навигационные средства:**
 - - ОБЧ-радионавигационные средства;
 - - Ненаправленные радиомаяки NDB.
- **Маршрут:**
 - -Точки воздушных трасс;
 - - Воздушные трассы;
 - - Зоны ожидания;
 - - Средства радиосвязи на маршруте.
- **Аэродром:**
 - - Данные аэродрома;
 - - Стоянки;
 - - Точки маршрутов в районе аэродрома;
 - - Стандартные схемы вылета по приборам (SID);
 - - Стандартные маршруты прибытия по приборам (STAR);
 - - Схемы захода на посадку;



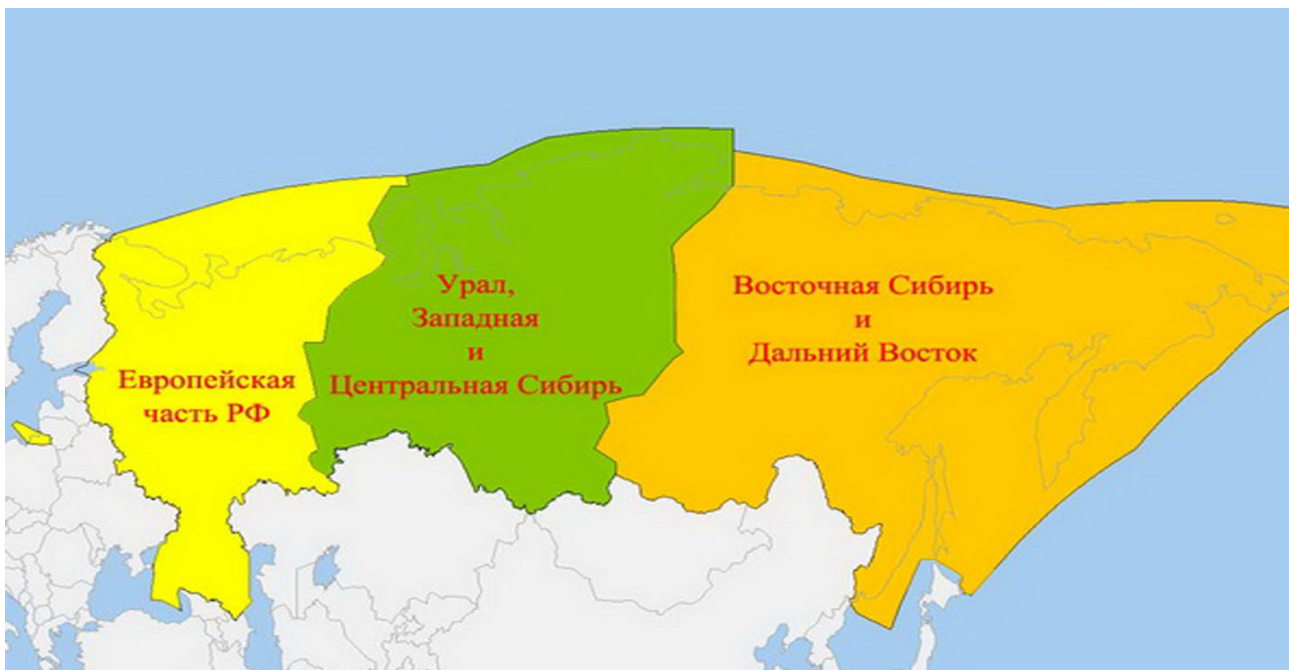
- - Взлетно-посадочные полосы;
- - Курсовые и глиссадные маяки систем посадки;
- - Маркерные радиомаяки;
- - Аэродромные ОПРС;
- - Минимальные безопасные абсолютные высоты сектора;
- - Средства связи на аэродроме;
- - GNSS (GLS) посадочные системы
- **Маршруты авиакомпаний (заказная информация):**
- -Маршруты авиакомпаний;
- **Воздушное пространство специального использования:**
- - Контролируемое воздушное пространство;
- - Воздушное пространство ограниченного использования.
- **Магнитное склонение:**
- - Координатная сетка для значений магнитного склонения.



- **База данных искусственных препятствий включает**
 - **следующую информацию:**
- идентификатор препятствия;
 - тип препятствия;
 - координаты препятствия;
 - система отсчета координат;
 - превышение препятствия;
 - наличие светоограждения



- **Аэронавигационная база данных "АРНАД – МВЛ"**
- База данных МВЛ включает весь объем информации, необходимый для использования в бортовых навигационных приборах и системах планирования полетов. База данных МВЛ поставляется для следующих регионов РФ или любого их сочетания.





Система WGS-84

Мировая геодезическая система WGS-84 (World Geodetic System - 84) была разработана Военно-картографическим агентством Министерства обороны США [DMA, 1991]. Система WGS-84 реализована путем модификации координатной системы NSWC-9Z-2, созданной по доплеровским измерениям, путем приведения ее в соответствие с данными Международного Бюро Времени (МБВ).

Система координат ПЗ-90.11

Параметры Земли 1990 г. ПЗ-90.11 были определены Топографической службой Вооруженных сил Российской Федерации. Параметры ПЗ-90.11. Входящая в состав ПЗ-90.11 система координат иногда называется СГС-90.11 (Спутниковая геоцентрическая система 1990 г.). Параметры Земли ПЗ-90.11 заменили предыдущие наборы ПЗ-77 и ПЗ-85. Параметры Земли ПЗ-90.11 получены по результатам почти 30 миллионов фотографических, радиодальномерных, доплеровских, лазерных и альтиметрических измерений спутника Гео-ИК с привлечением радиотехнических и лазерных измерений дальностей до спутников систем ГЛОНАСС и "Эталон".

Начало системы расположено в центре масс Земли.



Применение цифровых карт в навигации

Использование цифровых авиационных карт позволяет показать текущее положение самолета на карте, то есть осуществить навигацию по карте. Также можно просмотреть различные фрагменты местности, расположения аэродромов и т.д. Вторая задача носит название «тактический просмотр». Традиционно навигационные карты были бумажными. Первые цифровые карты показывали только те данные, какие были доступны бумажным картам. И первые цифровые карты не могли обеспечить пилота топографической, тематической или другой дополнительной информацией. Сегодня цифровые карты для навигации и тактических просмотров получили огромное распространение и делают доступным для пилотов широкий спектр различной дополнительной информации.

Базы данных-карт представляют собой совокупность координат различных объектов, обладающих определенными свойствами, как-то: цвет, протяженность, толщина, и т.д. Базы данных-карт обладают более высокой точностью и могут быть как двухмерными, так и трехмерными. Модификация баз данных-карт может осуществляться при помощи различных источников, в том числе через Интернет.

Цифровые карты в авиации применяются как для навигации самого самолета или вертолета, так и для просмотра любых других участков местности, что дает возможность пилоту, например, проложить курс.



1.3. Навигация, основанная на характеристиках (PBN)

Предпосылки создания навигации, основанной на характеристиках PBN Визуальная и воздушная навигация.

На протяжении многих десятилетий маршруты полетов ВС строились таким образом, чтобы они проходили по наземным ориентирам или наземные радиомаяки – как правило, радиомаяки VOR и ОПРС.

Поскольку полет выполнялся «на» или «от» радиомаяка, бортовое оборудование непосредственно определяло и индицировало на указателях типа ПНП сторону и величину углового отклонения ВС. Это позволяло пилоту легко сохранять линию заданного пути (ЛЗП), удерживая планку в центре прибора. Точность работы аналоговых навигационно-вычислительных устройств (НВУ) ВС оставалась очень низкой и изделие было подвержено различным помехам.

Возрастание интенсивности воздушного движения к середине 80-х годов привело к тому, что обычных трасс, проходящих через радиомаяки, во многих регионах уже было недостаточно для обеспечения требуемой пропускной способности воздушного пространства.



Для решения задач увеличения пропускной способности в ИКАО стали прорабатываться вопросы возможности полетов по **произвольным** траекториям, **не обязательно проходящим через радиомаяки.**

В этот период времени в бортовые навигационные системы стала интенсивно внедряться только что появившаяся цифровая вычислительная техника, что оказалось очень кстати для решения этой задачи.

Зональная навигация

Такая навигация по маршрутам, не проходящим через радиомаяки, получила название **«зональной навигации»** (aRea Navigation - RNAV), поскольку ее осуществление было возможно только при нахождении ВС в пределах зоны действия радиомаяка.

- ***Зональная навигация*** - метод навигации, позволяющий воздушным судам выполнять полеты по любой желаемой траектории в пределах зоны действия наземных или спутниковых навигационных средств, или в пределах, определяемых возможностями автономных средств, или их комбинации;

В документах ИКАО определены следующие требования к зональной навигации:



- **1. Точки пути и фиксированные точки в системе RNAV**
- ИКАО в Приложении 11 и в Doc 8168 определяет термин Waypoint (WPT, WP, W/P) как термин, применяемый для описания маршрутов и процедур зональной навигации.
- В документах по зональной навигации могут встретиться следующие аббревиатуры точек пути процедуры захода на посадку:
 - IAWP – точка начала захода на посадку (IAF);
 - IWP – точка пути промежуточного этапа захода на посадку (IF);
 - FAWP – точка пути конечного этапа захода на посадку (FAF);
 - MAWP – точка ухода на второй круг (MAPt);
 - MHWP – конечная точка после ухода на второй круг с зоной ожидания (MAHF).
- WP устанавливаются во всех важных точках процедуры – при изменении заданного путевого угла (ЗПУ), высоты, скорости.



2. Оборудование зональной навигации – такие технические средства, которые имеют **компьютер (ВСС или FMS)**, бортовую **базу аэронавигационных данных**, в системе **WGS-84 (ПЗ-90.11)** и датчики для **определения географических координат**.

Наиболее перспективными датчиками являются спутниковые навигационные системы (GNSS) и бесплаформенные инерциальные навигационные системы (БИНС).

У БИНС очень высокая степень готовности и непрерывности, однако точность определения координат недостаточно высокая. Кроме того, со временем, погрешность определения координат возрастает (накапливается). ИНС периодически требует коррекции координат.

GNSS имеет достаточно высокую точность, однако в настоящее время остаются проблемы с готовностью и непрерывностью обслуживания.

Для повышения готовности и непрерывности обслуживания используются функциональные дополнения GNSS.

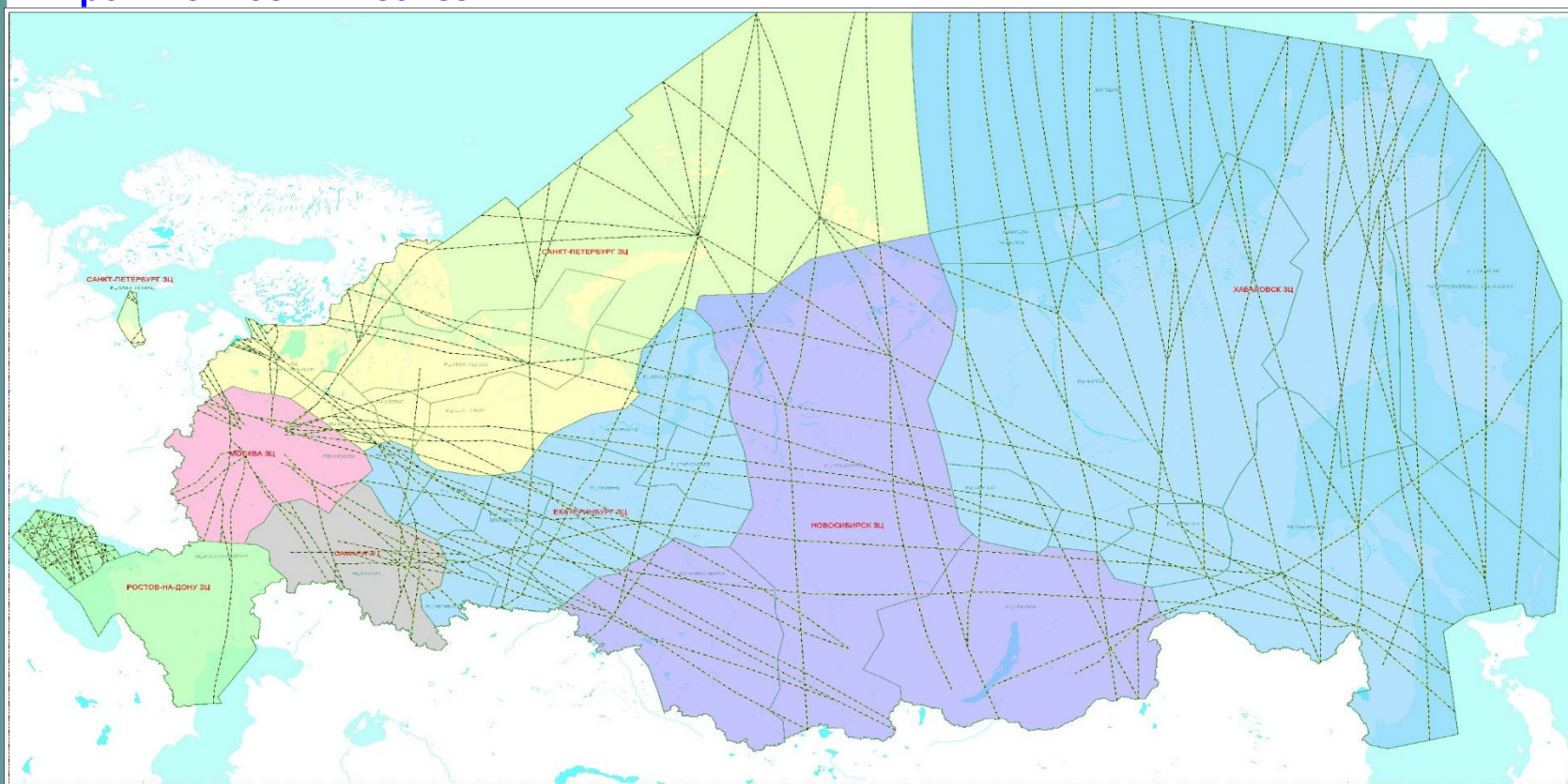


Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт аэронавигации»

Структура маршрутов зональной навигации

Маршрутов зональной навигации – 161

Протяженность – 236 153 км





3. Навигационные элементы полета

Для упрощения различных вычислений берут геометрическую фигуру близкой к истинной форме Земли **геоид**.

Геоидом называется фигура, ограниченная условной поверхностью, которая является продолжением поверхности океанов в их спокойном состоянии.

Термин «**геоид**» был предложен в 1873 году немецким математиком Иоганном Бенедиктом Листингом





Основные точки, линии, круги на земном шаре

Ось вращения Земли пересекается с поверхностью Земли в двух точках, которые называются **географическими полюсами Земли**.

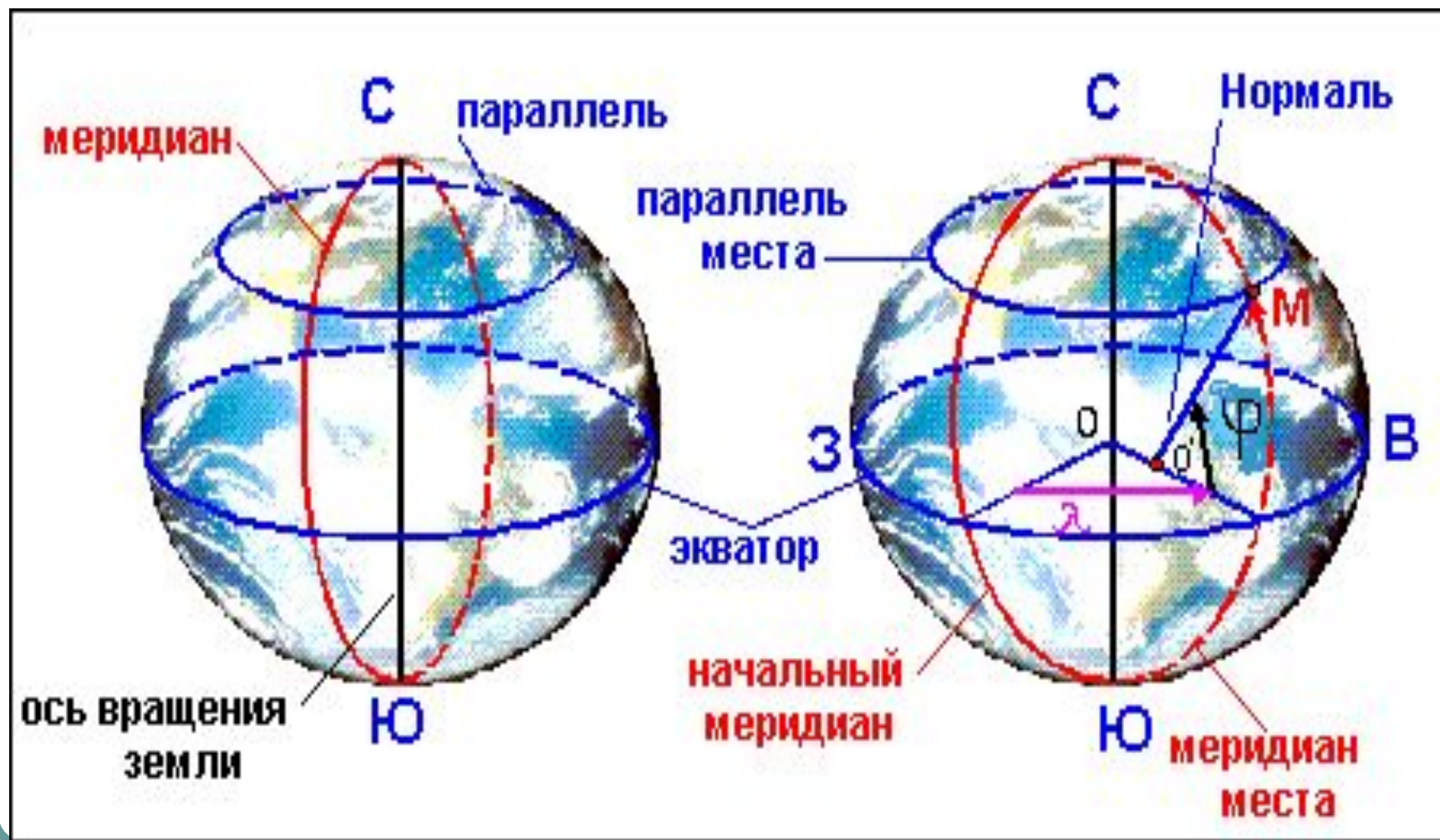
Большой круг, плоскость которого перпендикулярна оси вращения Земли, называется **экватором**. Экватор делит Земной шар на Северное и Южное полушария.

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 обсерваторию, принят по международному соглашению в качестве **начального или нулевого меридиана**. Начальный меридиан делит Земной шар на западное и восточное полушарие.

Плоскость экватора и плоскость нулевого меридиана, являются начальными плоскостями, от которых производится отсчет географических координат.





Географические координаты

Географические координаты - это угловые величины, которые определяют положение данной точки на земной поверхности. Географическими координатами являются долгота и широта места.

Географическая широта (φ) - угол между плоскостью экватора и направлением нормали к поверхности эллипсоида в данной точке или длина пути меридиана, выраженная в градусах, между экватором и параллелью данной точки. Широта измеряется от экватора к северу и югу от 0° до 90° . Северная широта считается положительной, южная - отрицательной. Все точки, лежащие на одной параллели имеют одинаковую широту.

Географическая долгота (λ) - двугранный угол между плоскостью начального меридиана и плоскостью меридиана данной точки, или длина дуги экватора, выраженной в градусах между начальным меридианом и меридианом данной точки. Отсчет ведется от начального меридиана к востоку и западу от 0° до 180° . Долгота, отсчитываемая на восток, называется восточной (положительной), а отсчитываемая на запад, западной (отрицательной).

Все точки, лежащие на одном меридиане имеют одну и ту же долготу. Долгота места кроме угловых величин может измеряться в единицах времени (в часах, минутах, секундах). Один час соответствует долготе 15° и отсчитывается от начального меридиана к востоку и западу от 0 до 12 ч.



Направления на земной поверхности, азимут, пеленг и путевой угол

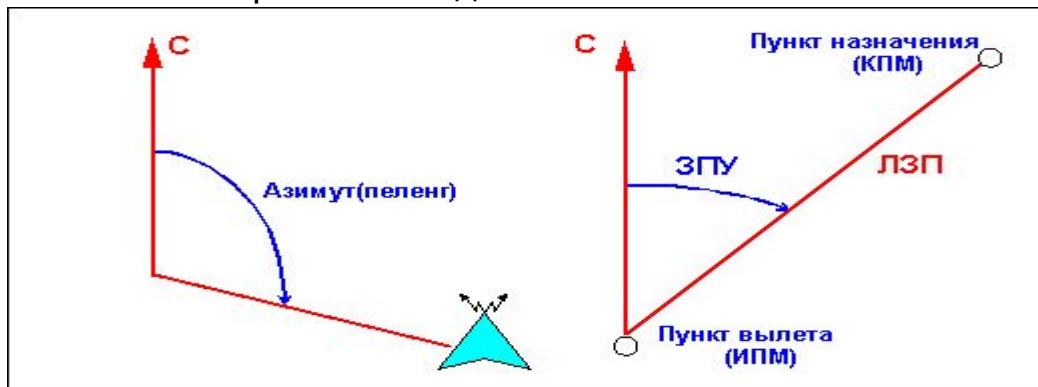
В самолетовождении принято направление на земной поверхности измерять в градусах относительно северного направления меридиана.

Направление указывается азимутом или пеленгом и путевым углом.

Азимут или **пеленгом ориентира** называют угол, заключенный между северным направлением меридиана, проходящего через данную точку, и направлением на наблюдаемый ориентир. Отсчитывается от северного направления меридиана до направления на ориентир по часовой стрелке от 0° до 360° .

При подготовке к полету заданные пункты маршрута соединяют на карте линией, называемой **линией заданного пути (ЛЗП)**.

Заданным путевым углом (ЗПУ) называется угол, заключенный между северным направлением меридиана и ЛЗП. Он отсчитывается от северного направления меридиана до направления ЛЗП по часовой стрелке от 0° до 360° .





Ортодромия и локсодромия и их свойства

Ортодромия – дуга большого круга, являющегося кратчайшим расстоянием между двумя точками на земной поверхности. Ортодромия пересекает меридианы под различными углами, вследствие схождения меридианов у полюсов. Через две точки на земной поверхности расположенных не на противоположных концах оси Земли, можно провести только одну ортодромию. Экватор и меридианы являются частными случаями ортодромии.

Ортодромическим путевым углом (ОПУ), называется угол, заключенный между северным направлением меридиана и линией заданного пути в начальной точке ортодромии.

На полетных картах ортодромия между двумя пунктами, расположенными на расстоянии 1200 км прокладывается по прямой, а на больших расстояниях – кривой, обращенной выпуклостью к полюсу.

Локсодромия – линия, пересекающая меридианы под постоянным путевым углом. На поверхности земного шара, локсодромия имеет вид пространственной спирали, своей выпуклостью обращенной к экватору. Путь по локсодромии длиннее пути по ортодромии. Параллели – частные случаи локсодромии. Локсодромия на полетных картах, для отрезков до 250 км, прокладываются в виде прямой линии, т.к. на коротких отрезках, локсодромический путь незначительно отклоняется от прямой линии.



Курсы воздушного судна

Курс ВС - угол, заключенный между северным направлением меридиана, проходящего через ВС и продольной осью ВС. Отсчитывается от северного направления меридиана по часовой стрелке до продольной оси ВС от 0° до 360° .

В зависимости от начала отсчета различают курсы: **условный, ортодромический, истинный, магнитный и компасный.**

Истинный курс (ИК) - угол, заключенный между северным направлением истинного меридиана, проходящего через ВС и продольной осью ВС.

Магнитный курс (МК) - угол, заключенный между северным направлением магнитного меридиана, проходящего через ВС, и продольной осью ВС.

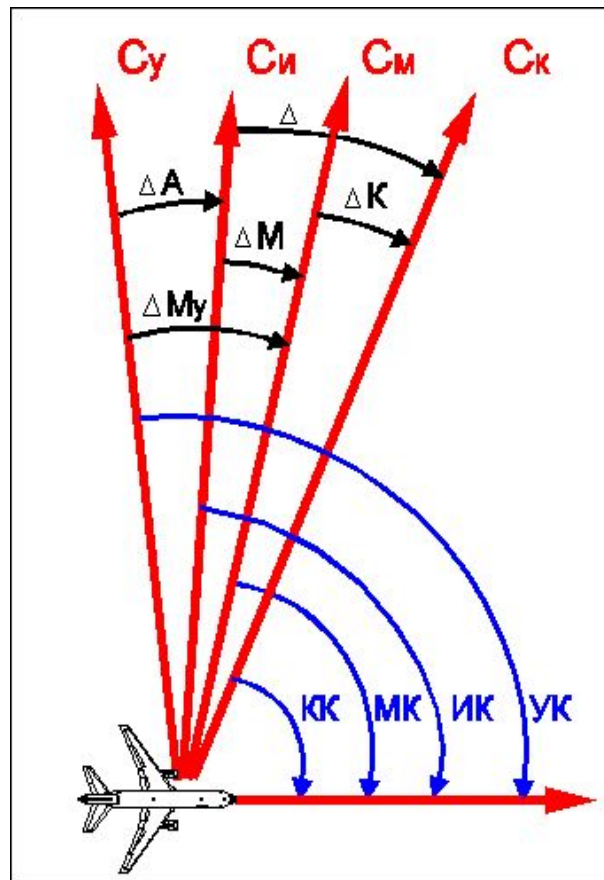
Компасный курс (КК) - угол, заключенный между северным направлением компасного меридиана, проходящего через ВС, и продольной осью ВС.

Между условным, истинным и магнитными курсами существует следующая зависимость:

$$УК = ИК + (\pm \Delta a); \quad УК = МК + (\pm \Delta My),$$

где, Δa - азимутальная поправка;

ΔMy - условное магнитное склонение.

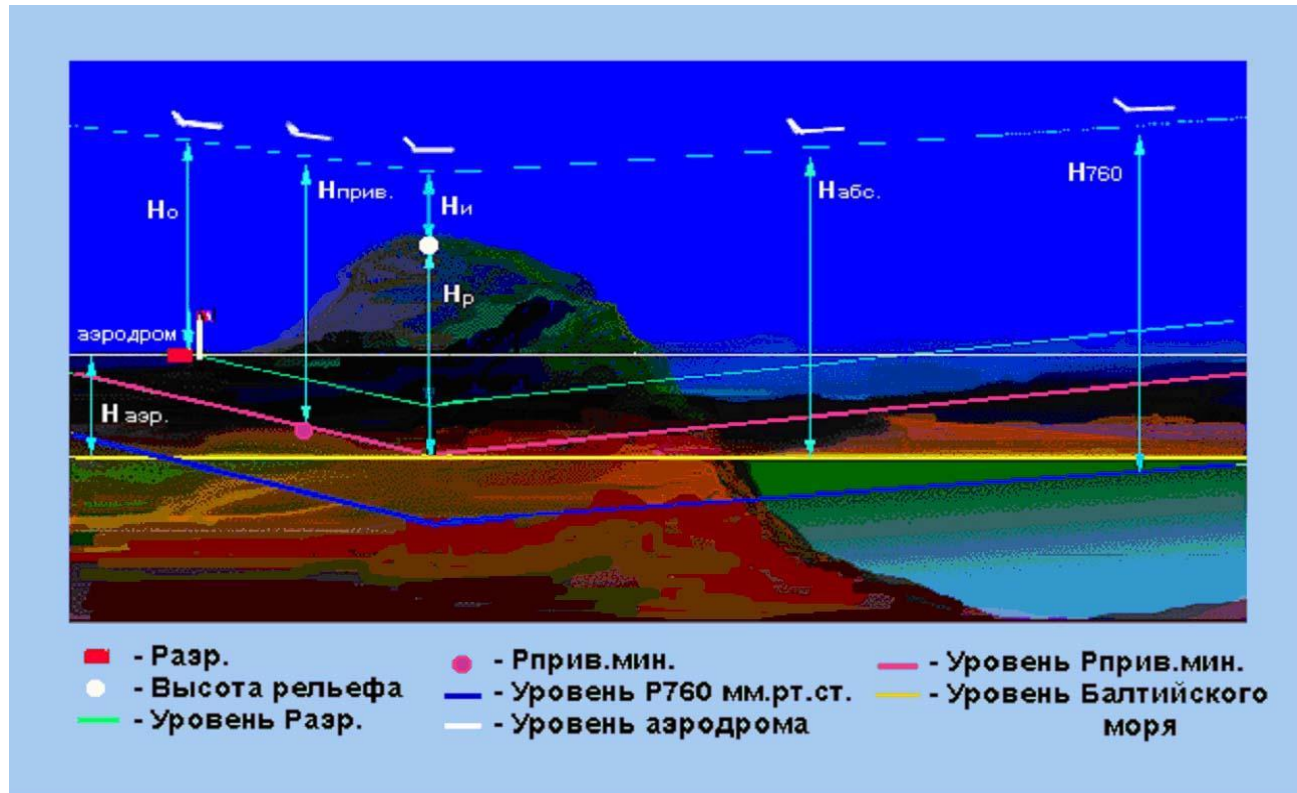




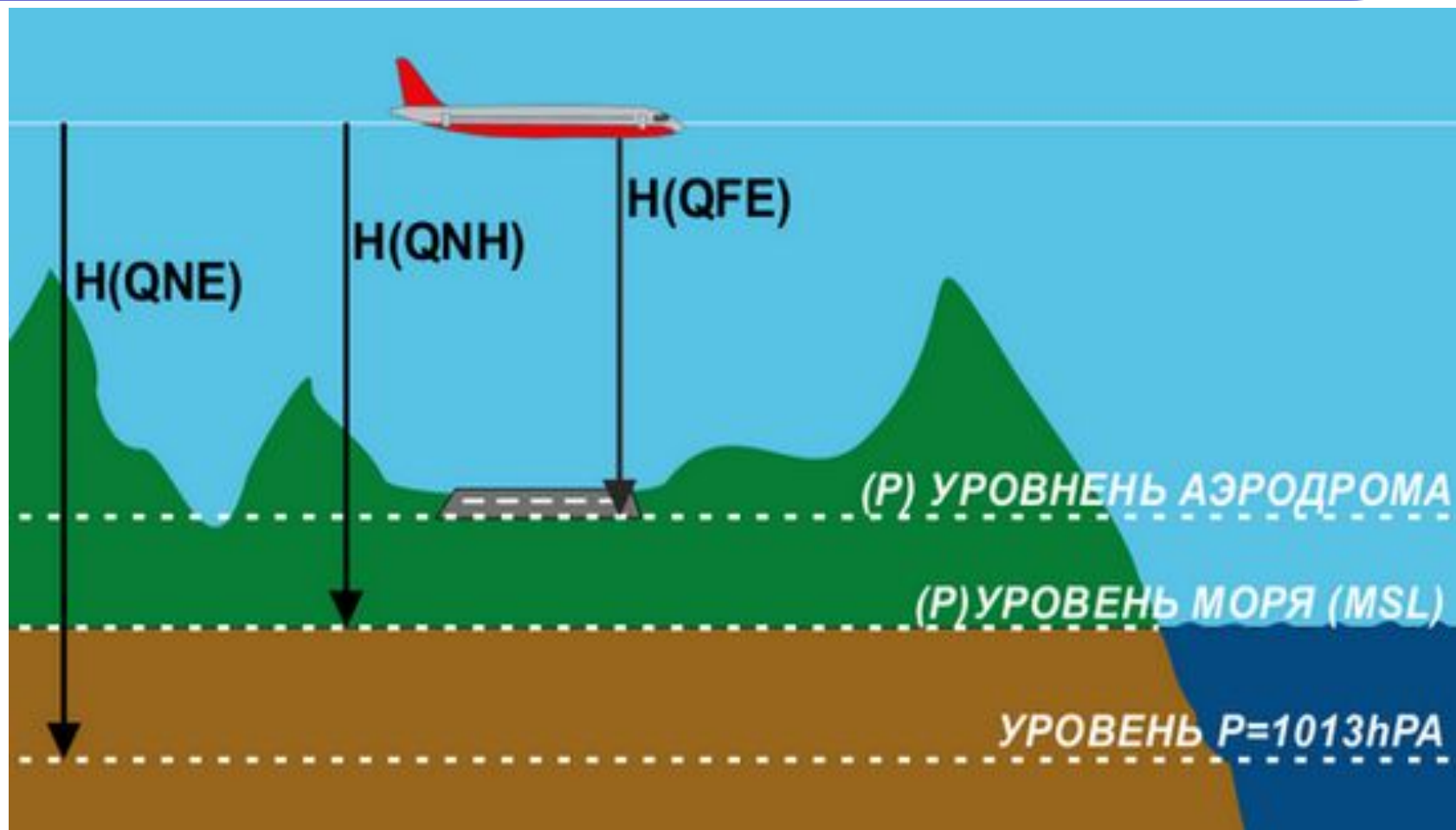
Высота полета

Высота полета (H) - расстояние до ВС, отсчитанное по вертикали от некоторого уровня, принятого за начало отсчета.

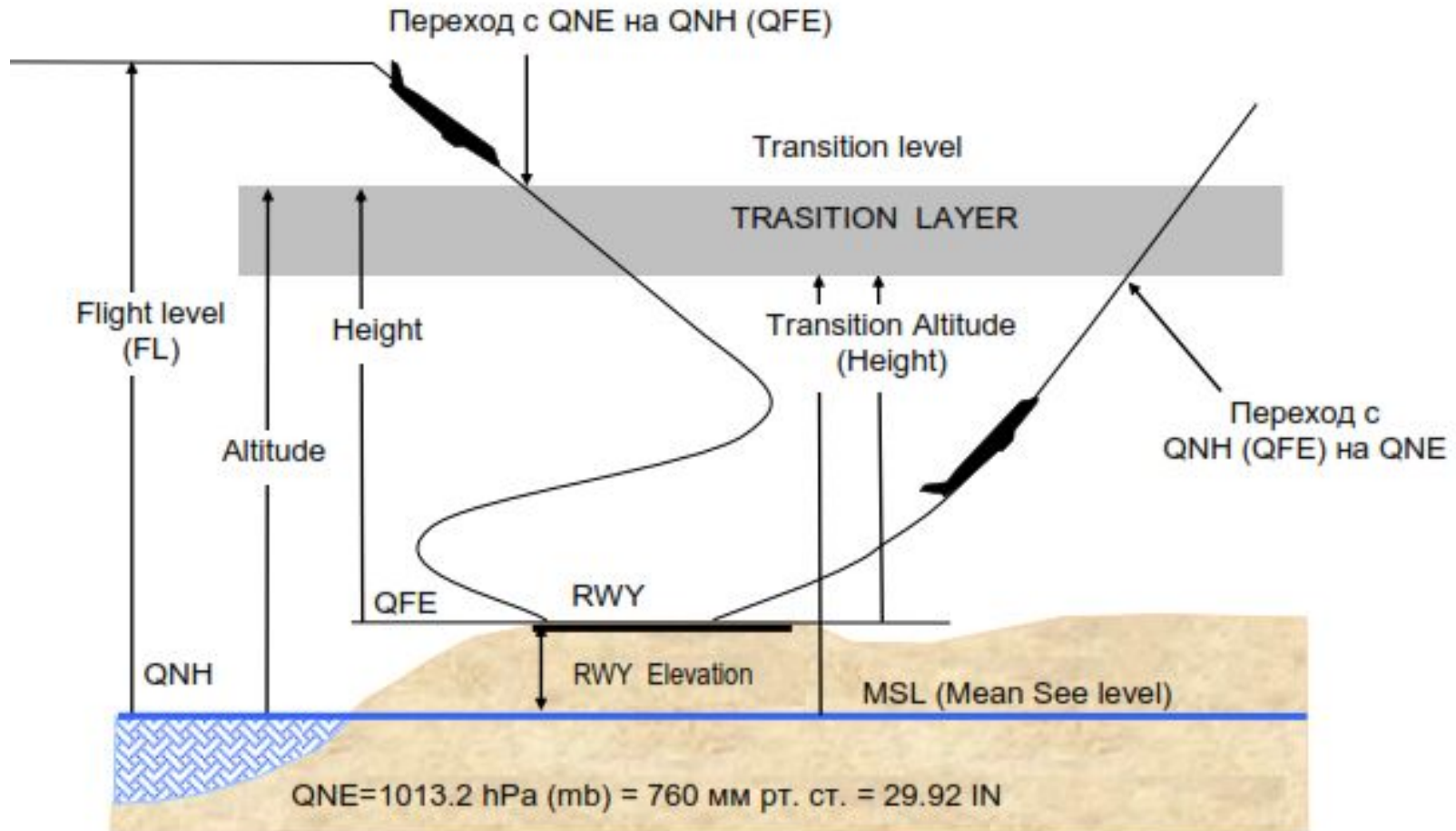
Различают *истинную, абсолютную и барометрическую* высоту полета

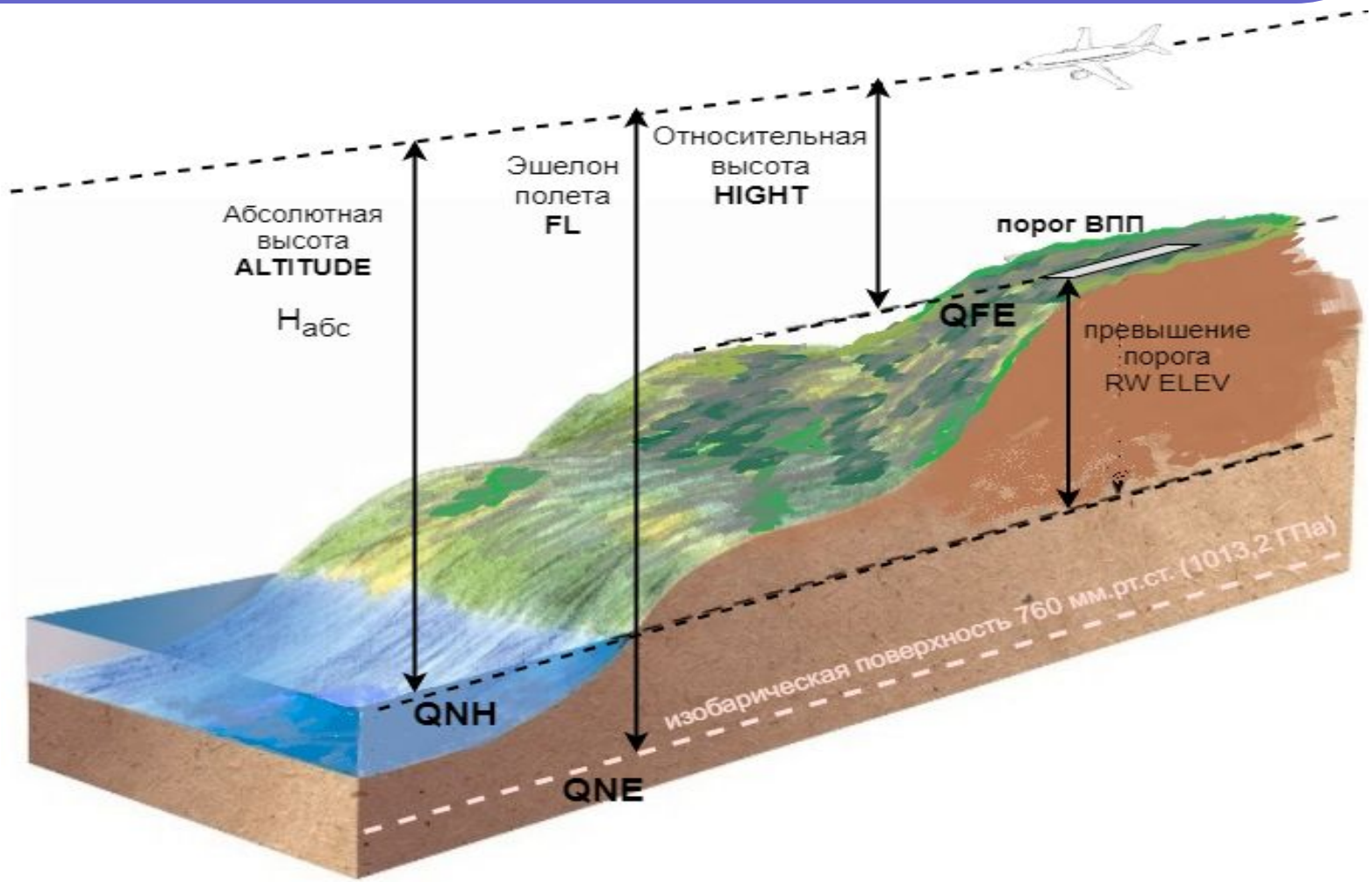


Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»







Истинная высота ($H_{и}$) - высота полета, измеряемая относительно пролетаемой местности.

Абсолютная высота ($H_{абс}$) - высота полета, измеряемая относительно уровня Балтийского моря.

Барометрическая высота ($H_{б}$) - высота полета, измеряемая относительно изобарической поверхности атмосферного давления, установленного на шкале барометрического высотомера.

$H_{б}$ может быть:

относительной ($H_{о}$), когда измерение высоты производится относительно давления аэродрома вылета и посадки, используется в районе взлета и посадки;

приведенной ($H_{прив}$), когда измерение высоты производится относительно минимального давления участка трассы, приведенного к уровню моря, используется при визуальных полетах ниже нижнего эшелона;

Безопасная высота - минимально допустимая истинная высота полета, гарантирующая ВС от столкновения с земной (водной) поверхностью или препятствиями.



Уровни отсчета давления

QNE - установке высотомера по давлению 1013,2 гПа. (Doc 8400).

QNH - установка на земле шкалы давлений высотомера для получения превышения аэродрома (Doc 8400).

QFE - атмосферное давление на превышении аэродрома (или на уровне порога ВПП) (Doc 8400).



Скорость полета

Различают *воздушную* и *путевую* скорости полета, которые измеряются в километрах в час (км/час).

Воздушная скорость (V) – скорость ВС относительно воздушной среды. Эту скорость ВС приобретает под действием силы тяги двигателей. Воздушная скорость зависит от аэродинамических качеств ВС, его полетной массы и плотности воздуха. Считается, что направление воздушной скорости совпадает с осью ВС. Воздушная скорость измеряется указателем воздушной скорости.

Путевая скорость (W) – скорость ВС относительно земной поверхности. Ее величина зависит от воздушной скорости ВС, скорости и направления ветра.

Приборная воздушная скорость, Indicated Airspeed : IAS

Это воздушная скорость отображаемая на приборе. Эта скорость идентичная TAS при нормальных условиях (давление 1013.25 hPa и 15° C)

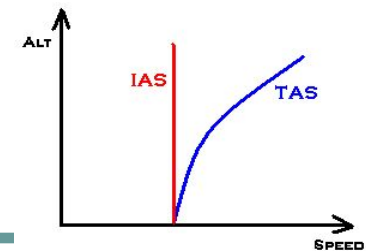
IAS – скорость для безопасного управления самолетом. Скорость сваливания и скорости ограничения использования закрылков и шасси – приборные скорости.

Истинная воздушная скорость, True Airspeed : TAS

Фактическая скорость самолета относительно воздуха

TAS используют для планирования полета и навигации. С ее помощью рассчитывают расчетное время прибытия и отклонения.

С увеличением высоты уменьшается давление и температура, т.е. при постоянной приборной скорости в подъеме истинная будет расти.





- **Навигация, основанная на характеристиках**

Навигация, основанная на характеристиках (PBN)" - зональная навигация, основанная на требованиях к характеристикам воздушных судов, выполняющих полет по маршруту обслуживания воздушного движения, схеме захода на посадку по приборам или полет в установленном воздушном пространстве;

Навигационный прикладной процесс. Навигационный прикладной процесс представляет собой применение навигационной спецификации и соответствующей инфраструктуры навигационных средств на маршрутах ОВД, в схемах захода на посадку по приборам и/или в определенном объеме воздушного пространства в соответствии с концепцией воздушного пространства. Прикладной процесс RNP обеспечивается спецификацией RNP; прикладной процесс RNAV обеспечивается спецификацией RNAV.

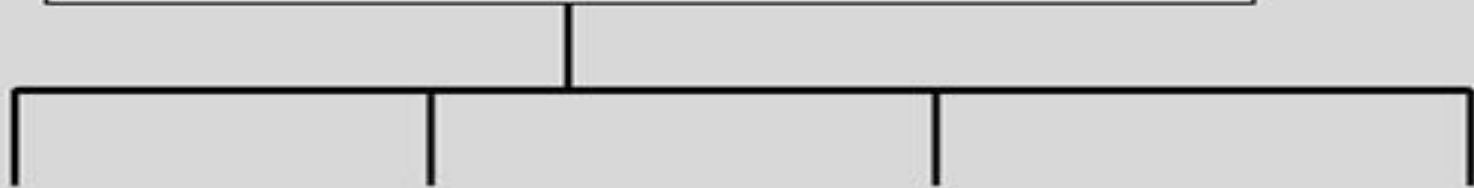


Навигационная спецификация (RNAV, RNP)" – совокупность требований к воздушному судну и летному экипажу, необходимых для обеспечения полетов в условиях навигации, основанной на характеристиках (PBN), в пределах установленного воздушного пространства;

- **Инфраструктура навигационных средств.** Под инфраструктурой навигационных средств понимаются наземные или спутниковые навигационные средства. К наземным навигационным средствам относятся DME и VOR. Спутниковые навигационные средства включают элементы GNSS, определенные в Приложении 10 "Авиационная электросвязь".



Концепция воздушного пространства



Связь (C)

Навигация (N)

Наблюдение (S)

ОрВД (ATM)





Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»





Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт аэронавигации»

Точность. Степень соответствия расчетного или измеренного местоположения к истинному.

Целостность (Integrity). Способность системы своевременно выдавать пользователям предупреждения в тех случаях, когда система не должна использоваться для навигации.

Непрерывность обслуживания (Continuity of function). Способность всей системы функционировать без непредсказуемых прерываний во время выполнения намеченного полета.

Функциональные требования – это требования к бортовому навигационному, связному оборудованию, вычислительным технике и другим средствам.

Эксплуатационное утверждение навигационной спецификации PBN представляет собой утверждение, разрешающее эксплуатанту выполнять оговоренные операции PBN с использованием конкретных воздушным судам в пределах заданного воздушного пространства.

**Концепция навигации на основе
эксплуатационных характеристик (PBN)**

Навигационные спецификации

Мониторинг и выдача предупреждений
не требуются

RNAV-10

**RNAV 5
RNAV 2
RNAV 1**

Навигационные спецификации

Мониторинг и выдача предупреждений
требуются

**RNP 1, RNP 2
RNP 4
RNP 0.3 - 0.1**

**RNP с
дополнительными
требованиями
(3D, 4D)**

PBN – зональная навигация, основанная на эксплуатационных требованиях к воздушному судну, выраженных в навигационных спецификациях



Применение навигационной спецификации по этапам полета

Навигационное техническое требование	ЭТАПЫ ПОЛЕТА							
	Полет по маршруту Океаническое ВП / удаленные р-ны конт. ВП	Полет по маршруту Континен- тальное ВП	Прибы- тие	Заход на посадку				Вылет
				Началь- ный этап	Промежу- точный этап	Конеч- ный этап	Уход на второй круг	
RNAV 10 (RNP 10)	10							
RNAV 5		5	5					
RNAV 2		2	2					2
RNAV 1		1	1	1	1		1	1
RNP 4	4							
Basic- RNP 1			1	1	1		1	1
RNP APCH				1	1	0,3	1	
RNP AR APCH				1 - 0.1	1 - 0.1	0.3 - 0.1	0.3 - 0.1	



Требования к составу бортового оборудования зональной навигации (**RNAV**)

	GNSS	ИНС	DME/DME	DME/DME/ИНС	DME/VOR
RNP-10	✓	✓			
RNAV-5	✓	✓	✓	✓	✓
RNAV-1	✓		✓	✓	
RNP-4	✓				
Basic RNP-1	✓				
RNP APCH	✓				
RNP AR APCH	✓				



- **2. АВИОНИКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**



2.1. АВИОНИКА ВОЗДУШНЫХ СУДОВ 4 и 5 ПОКОЛЕНИЯ

Предпосылки появления авионики самолетов 4 и 5 поколения

Инфраструктура навигационных средств:

- спутниковые системы навигации;
- азимутальные и дальномерные радиомаяки;
- маркерные радиомаяки;
- отдельные приводные радиостанции;
- автоматические радиопеленгаторы,
- радиотехническая система ближней навигации;
- инструментальные радиомаячные системы посадки;
- оборудование системы посадки (ОСП);
- локальные контрольно-корректирующие станции.



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авиации»

КАБИНА САМОЛЕТА ЯК - 42





НПП



КПП





Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»

Высотомеры



Обеспечивается:

- возможность индикации высоты в метрах и футах;
- высокая точность измерения высоты ВБЭ 25м, СВС-96 12м; АВИОНИКА
- сигнализация отклонения от заданного эшелона $\Delta H \geq 60\text{м}$;
- дискретность выставки заданного эшелона 100м, 100 футов.



Некоммерческое образовательное учреждение
дополнительного профессионального образования –
«Институт авиации»

Комплексный пилотажный индикатор





Цель модернизации авионики:

- Обеспечение перехода к перспективной Аэронавигационной системе;**
- Внедрение систем связи, навигации, наблюдения / организации воздушного движения (CNS/ATM), основанных на широком использовании спутниковых технологий, цифровых линий передач данных;**
- Существенное повышение безопасности полетов, эффективности аэронавигационной системы, пропускной способности воздушных трасс;**
- Снижение эксплуатационных расходов авиакомпаний.**



□ Ожидаемые результаты:

- Повышение пропускной способности воздушного пространства;
- Снижение эксплуатационных расходов пользователей воздушного пространства;
- Интеграция аэронавигационной системы России в единую Европейскую аэронавигационную систему на базе перехода к перспективным системам CNS/ATM, технологиям, правилам и процедурам ИКАО;
- Концепция перспективной CNS/ATM системы основана на широком использовании спутниковых технологий, цифровой связи и обмена цифровыми данными между наземными, бортовыми и космическими системами.



Навигация:

Специальный комитет ИКАО по будущим аэронавигационным системам определил развитие навигации на основе эксплуатационных характеристик PBN, которым должны соответствовать воздушные суда при полетах по маршруту, заходах на посадку в установленном воздушном пространстве.

- **Концепция PBN объединяет требования зональной навигации RNAV, требуемые навигационные характеристики RNP и функциональные требования бортового оборудования (точность, целостность, непрерывность, функциональность).**



Связь:

-
- **Сеть авиационной электросвязи (АТН) будет обеспечивать обмен цифровыми данными между конечными пользователями, включая службы организации воздушного движения, аэропорты, авиакомпании, государственные регулирующие органы, военные органы и др.**



Наблюдение:

Особенность перспективной системы наблюдения связана с внедрением автоматического зависимого наблюдения (АЗН). АЗН позволяет воздушному судну автоматически передавать данные о своем местоположении и другие данные (курс, скорость, высота полета, маршрут, остаток топлива и др.), используя цифровые линии передачи данных органу управления воздушным движением.

Контактные АЗН предполагается использовать в океанических и континентальных районах с низкой и средней плотностью движения.

АЗН в вещательном режиме передает в реальном масштабе времени данные о местоположении, высоте, скорости полета и другую необходимую информацию службам УВД и другим воздушным судам.



- **Организация воздушного движения**
- **Внедрение перспективных средств связи, навигации и наблюдения позволит получить новые качества в организации воздушного движения. Появится возможность сокращения норм эшелонирования, что, в свою очередь, приведет к повышению пропускной способности воздушных трасс и существенному сокращению эксплуатационных расходов.**



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт аэронавигации»

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ АЭРОНАВИГАЦИИ:

Десятая аэронавигационная конференция ИКАО приняла Концепцию перехода к перспективной системе связи, навигации, наблюдения / организации воздушного движения (CNS/ATM), основанную на широком использовании спутниковых технологий.

Одиннадцатая Аэронавигационная Конференция подтвердила необходимость перехода к перспективной системе CNS/ATM и сделала упор на необходимости повышения безопасности полетов, а также необходимости выработки целевых показателей безопасности, эффективности и регулярности полетов.

Двенадцатая аэронавигационная конференция утвердила стратегию блочной модернизации, что позволит повысить эффективность, безопасность полетов, применение PBN, использование навигации 4D.



Концепция выбора бортового оборудования

COTS-технологии:

- Средства разработки;
- Аппаратные средства;
- Интерфейс;
- ПО.

Открытая архитектура

Функциональная интеграция систем

Интегрированная модульная авионика

Соответствие мировым нормам и стандартам



КОНКУРЕНТОСПОСОБНЫЙ КОМПЛЕКС
МИРОВОГО УРОВНЯ

Высокоскоростные шины обмена данными:

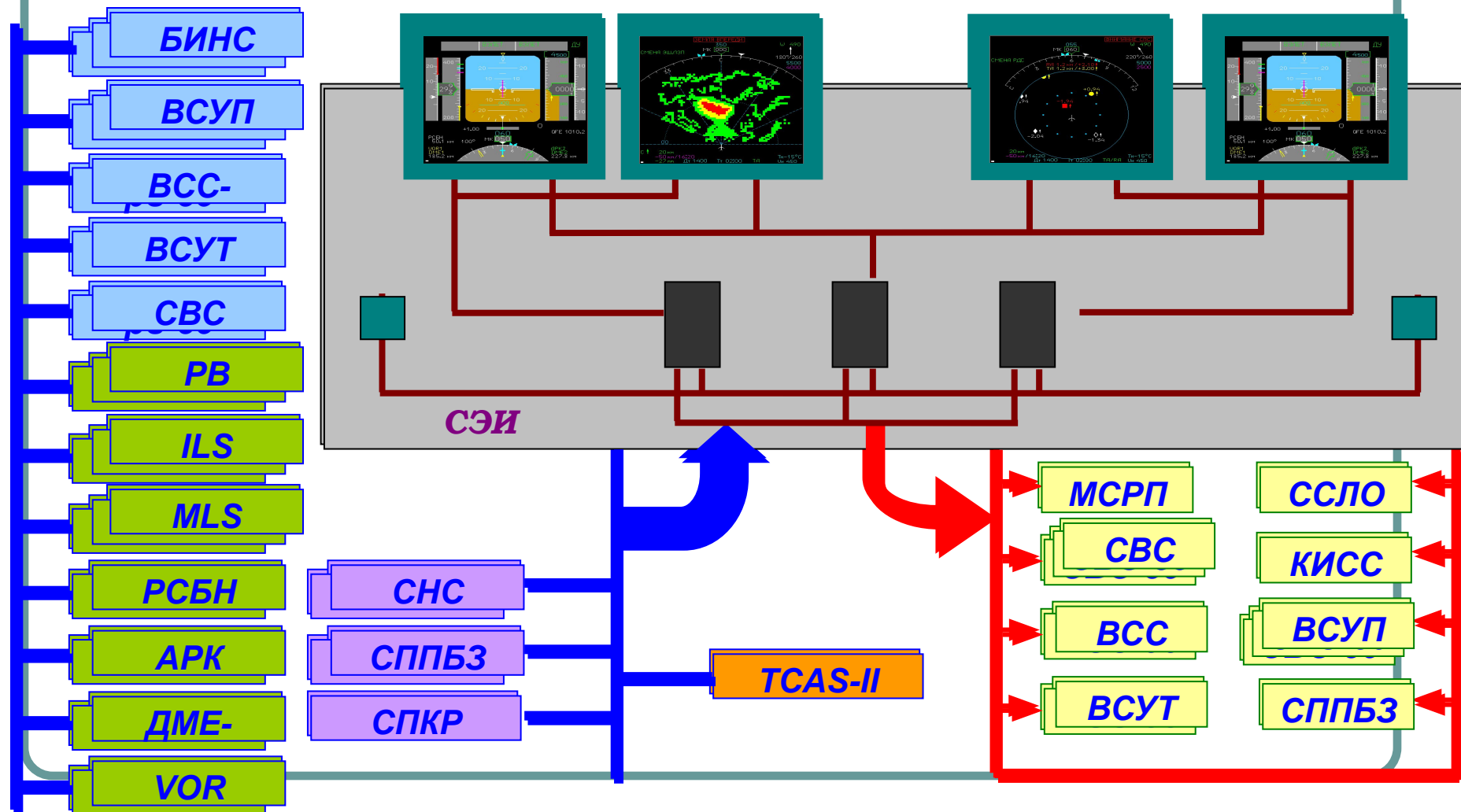
- ARINC 664;
- ARINC 812;
- CAN-bus.

Внутри- и межпроектная унификация

Бортовая система технического обслуживания



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авиации»



ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ СИСТЕМА САМОЛЕТОВОЖДЕНИЯ ВСС-100



МФПУ



Блок базы данных


- автоматическое самолетовождение по пространственной траектории (4-D навигация) при полетах по авиатрассам с выполнением требований RNP и RVSM;
- автоматическое определение координат и параметров движения на всех этапах полета на базе непрерывной комплексной обработки (КОИ) данных СНС, БИНС, СВС, РСБН, VOR/DME с автоматическим выбором набора датчиков, обеспечивающих наилучшую точность определения навигационных параметров;
- автоматизированный ввод программы полета и формирование плана полета;
- полет по запрограммированному маршруту с возможностью его оперативного изменения;
- прием, хранение и автоматизированное использование базы аэронавигационных данных;
- выход в заданную точку с заданными параметрами движения
- расчет оставшейся дальности и времени по топливу;
- решение задач RNAV;
- автоматическая и ручная настройка и выбор РТС;
- контроль работоспособности на земле и в полете;
- индикация навигационных, маршрутных и справочных данных;
- информационное обеспечение функции зависимого наблюдения (АЗН).



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»

основные направления развития российских стандартов и авионики ВС ГА.pdf - Adobe Reader

БЕСПЛАТФОРМЕННАЯ ИНЕРЦИАЛЬНАЯ МАЛОГАБАРИТНАЯ СИСТЕМА (БИМС-Т)




РЕЖИМЫ РАБОТЫ
«Выставка»:
- автономная (АВК)
- по заданному курсу (ЗК)
«Навигация»
«Курсовертикаль»
«Тест-контроль»

Система взаимодействует со следующими системами ВС:

- вычислительной системой самолетовождения ВСС;
- системой воздушных сигналов СВС;
- внешней спутниковой навигационной системой СНС, соответствующей квалификационным требованиям КТ-34-01;
- с комплексной системой электронной индикации и сигнализации КСЭИС и другими системами ВС в соответствии с РТМ 1495-75 изм. 3

Летные испытания БИМС-Т ИЛ-96-300 RA-96-002, аэропорт «Елизово» г. Петропавловск-Камчатский



ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ:
- Система выдает два вида информации: автономную пилотажно-навигационную и гибридную навигационную, откорректированную по сигналам СНС.

- Погрешности 2σ (95%), не более:

	Автономная информация		Гибридная информация
	3,7 км за 1 час полета	100 м в течение полета	
Координаты			
Путевая скорость,	4 м/с		2 м/с
Углы крена и тангажа, град	0,1		0,1
Истинный курс, град	0,4		0,4
Магнитный курс, град	2,0		2,0
Время готовности, мин		10	
Наработка на отказ, час		10 000	
Интерфейс		ARINC-429	
Электропотребление:			
Основной источник (-115 В, 400 Гц)		75 ВА	
Вспомогательный источник (+27 В)		70 ВА	
Масса		15 кг	
Габаритные размеры, мм		197 × 227,3 × 410,5	
Температурный диапазон работы, °С		От -15 до +55	

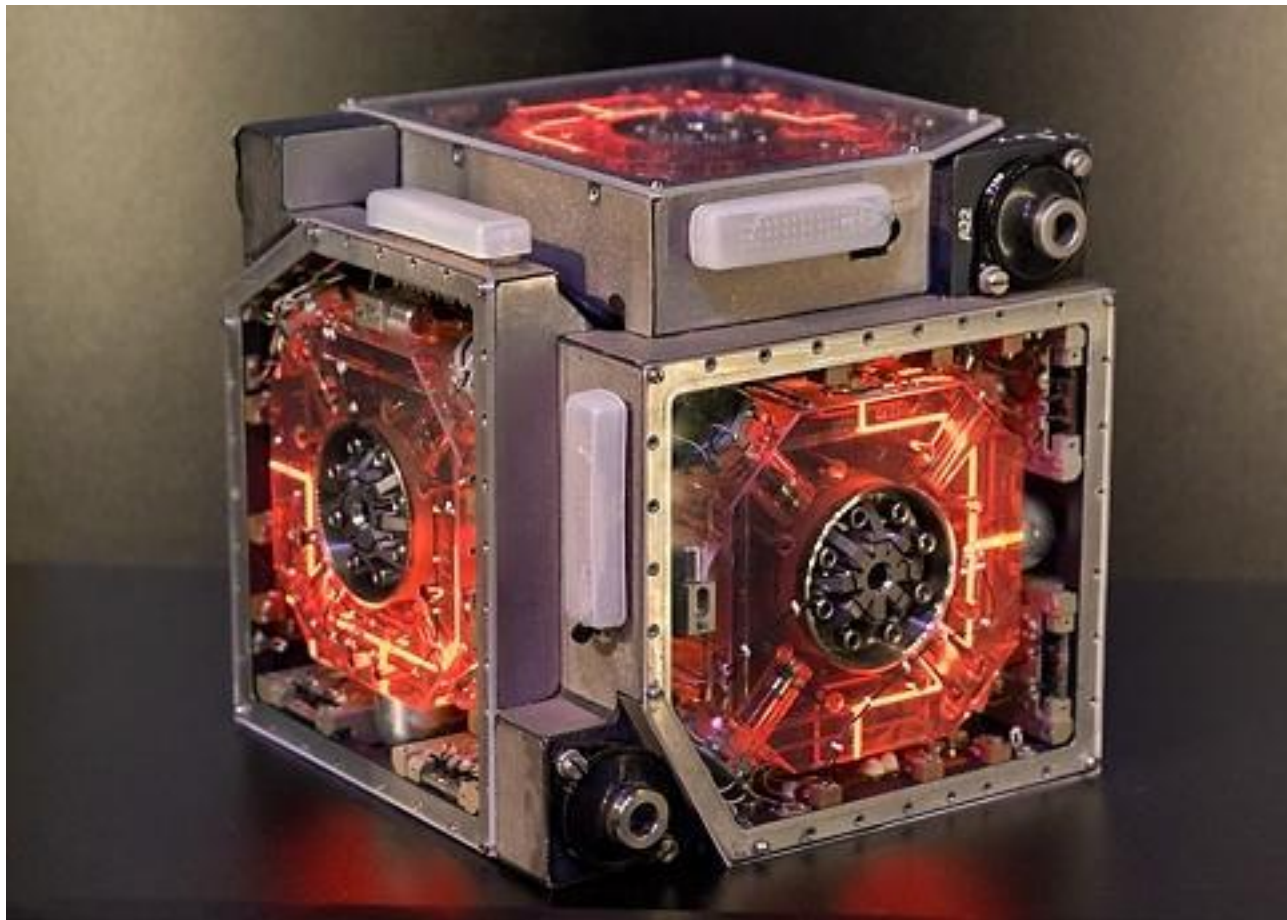
Принудительное охлаждение не требуется.
Время непрерывной работы 18 ч.
По внешним воздействующим факторам система соответствует квалификационным требованиям КТ-160Д
Программное обеспечение сертифицировано в соответствии с требованиями КТ-178А.

Стратег. ОРВД

пуск Лекции ИШОП ... основные напр... Безымянный - ... RU 15:14



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт аэронавигации»

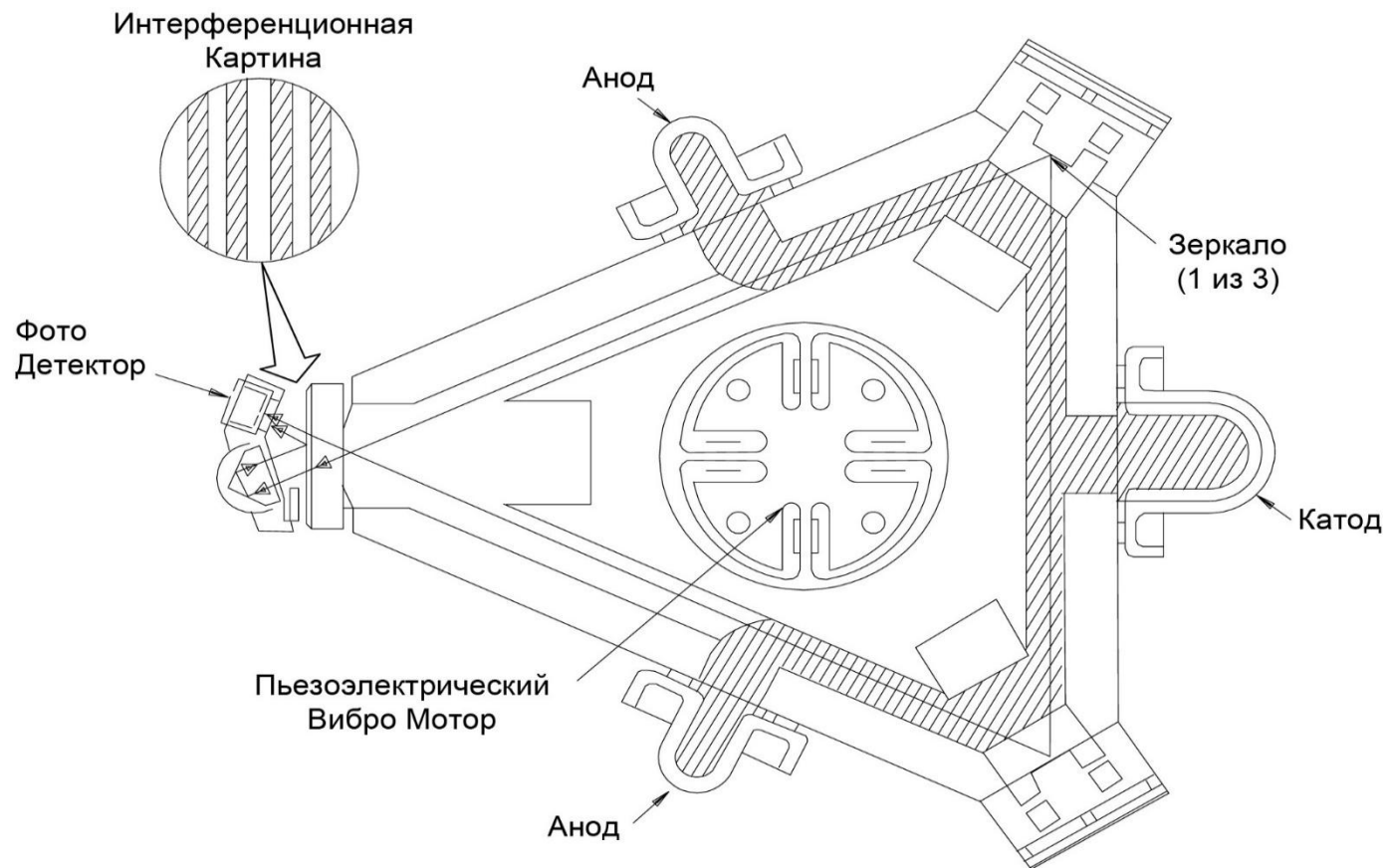




- Принцип действия лазерного гироскопа заключается в том, что внутри замкнутого по периметру пространства, образованного системой зеркал и корпусом, изготовленным из специального стекла, возбуждаются два лазерных луча, которые по каналам идут навстречу друг другу. Когда гироскоп находится в состоянии покоя, два луча «бегут» навстречу друг другу с одинаковой частотой, а когда начинает совершать угловое движение, то каждый из лучей изменяет свою частоту в зависимости от направления и скорости этого движения.

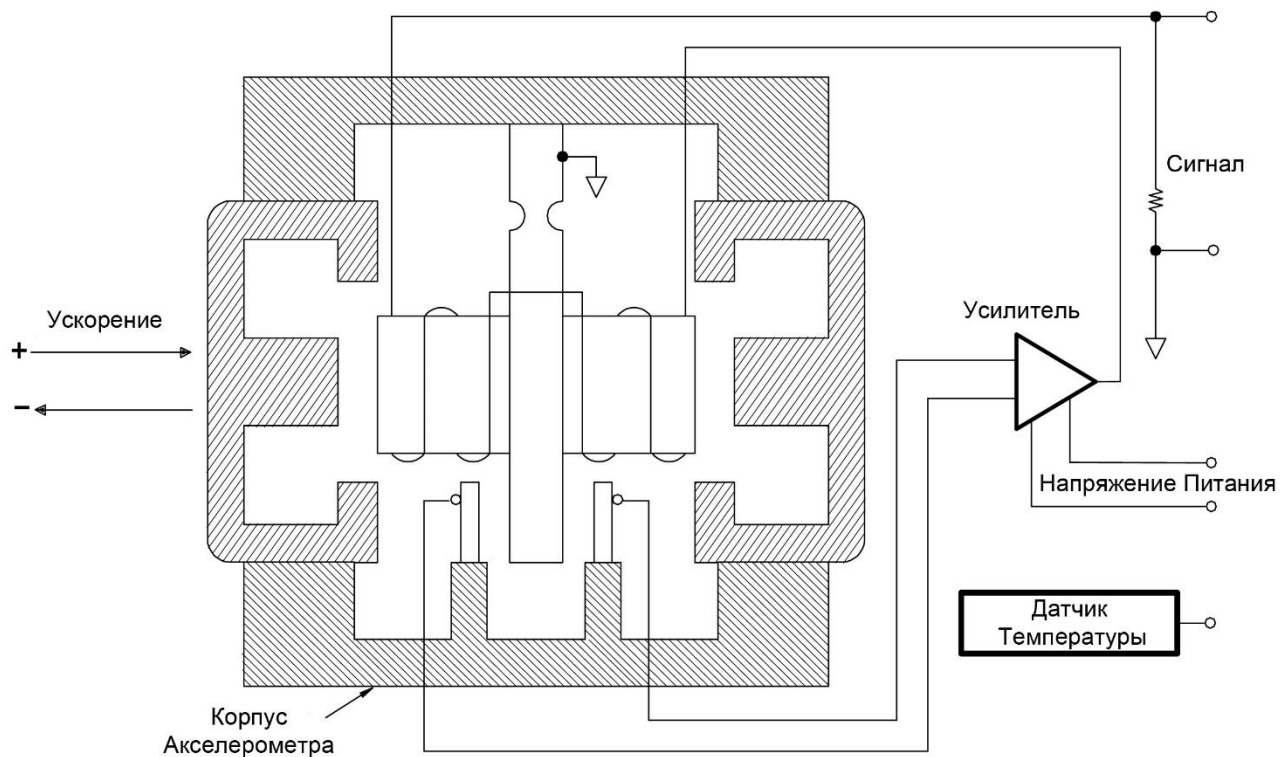


Устройство лазерного гироскопа





Устройство акселерометра





- **Система предупреждения столкновения с землей TAWS**
- **TAWS**, входящая в единый комплекс **T2CAS** вместе с системой предупреждения столкновения в воздухе TCAS, слов на ветер не бросает.
- Ее аппаратура, используя данные о самолете и его полетные параметры, непрерывно отслеживает по введенной в прибор карте предполагаемые наземные препятствия и заявляет о себе лишь в том случае, если в течение будущих двух минут, при сохранении текущих параметров полета, возможно столкновение с наземными объектами.
- Обычно сначала срабатывает **«оранжевый»** уровень угрозы, что информирует пилота о том, что самолет находится на опасном курсе и расстояние до наземных препятствий не слишком большое. Появление **«красной»** угрозы с одновременным речевым информированием означает, что думать поздно – впереди препятствие и надо действовать, немедленно, не раздумывая.



- **Дисплей EGPWS**

- **Первая (жёлтым цветом)** — это область заблаговременного предупреждения об угрозе возможного столкновения с землёй. **Она распространяется вдоль линии пути от 20 до 132 с впереди ВС.** Конкретное значение времени рассчитывается автоматически и зависит от высоты препятствия, этапа полёта и технических возможностей ВС по набору высоты в данных условиях полёта. При этом вырабатывается речевое сообщение «Земля». **20 с — это минимальное достаточное время для анализа изображения земной поверхности на специальном панорамном дисплее, реагирования экипажа и подготовки к набору высоты.**
- **Вторая (красным цветом)** — это область высокой опасности столкновения с землёй. **Она распространяется вдоль линии пути от 8 до 120 с впереди ВС. 8 с — это минимальное достаточное время для реагирования экипажа и экстренного набора безопасной высоты.**
- При этом системой EGPWS вырабатывается речевая команда **«Pull up» (тяни вверх).**





СХЕМА КАТАСТРОФЫ SUKHOI SUPERJET 100



Superjet 100 должен был лететь на высоте не менее 3,35 км, чтобы сохранять безопасное расстояние от склонов вулкана



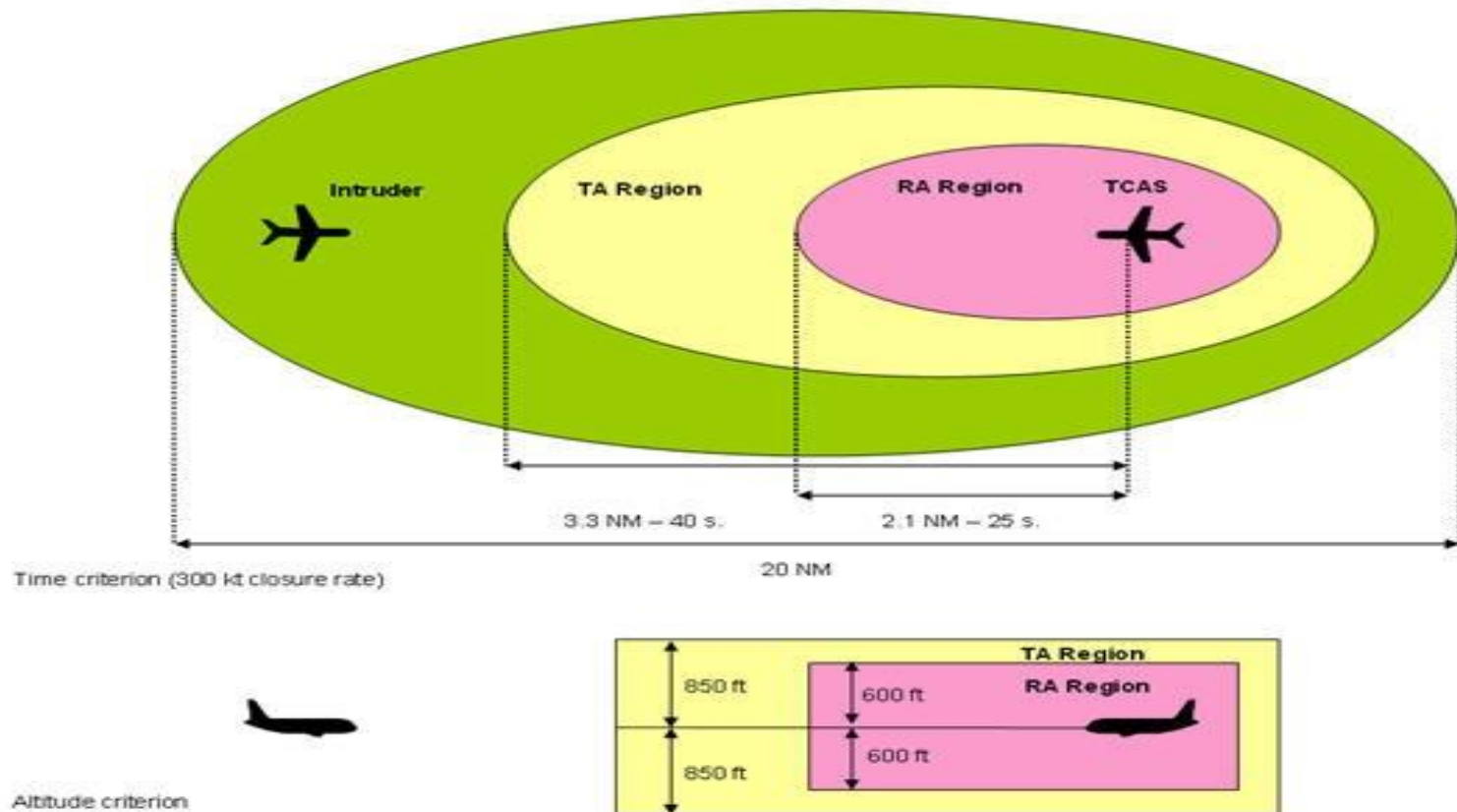
Вулкан Салак – опасное место для полетов, у него очень крутые склоны, в районе сложные метеоусловия, сообщил индонезийский эксперт в области авиации

Система предупреждения о столкновении с подстилающей поверхностью (TAWS) подала сигнал об опасном приближении к земле перед крушением, после чего последовали шесть сигналов предупреждения об опасности.

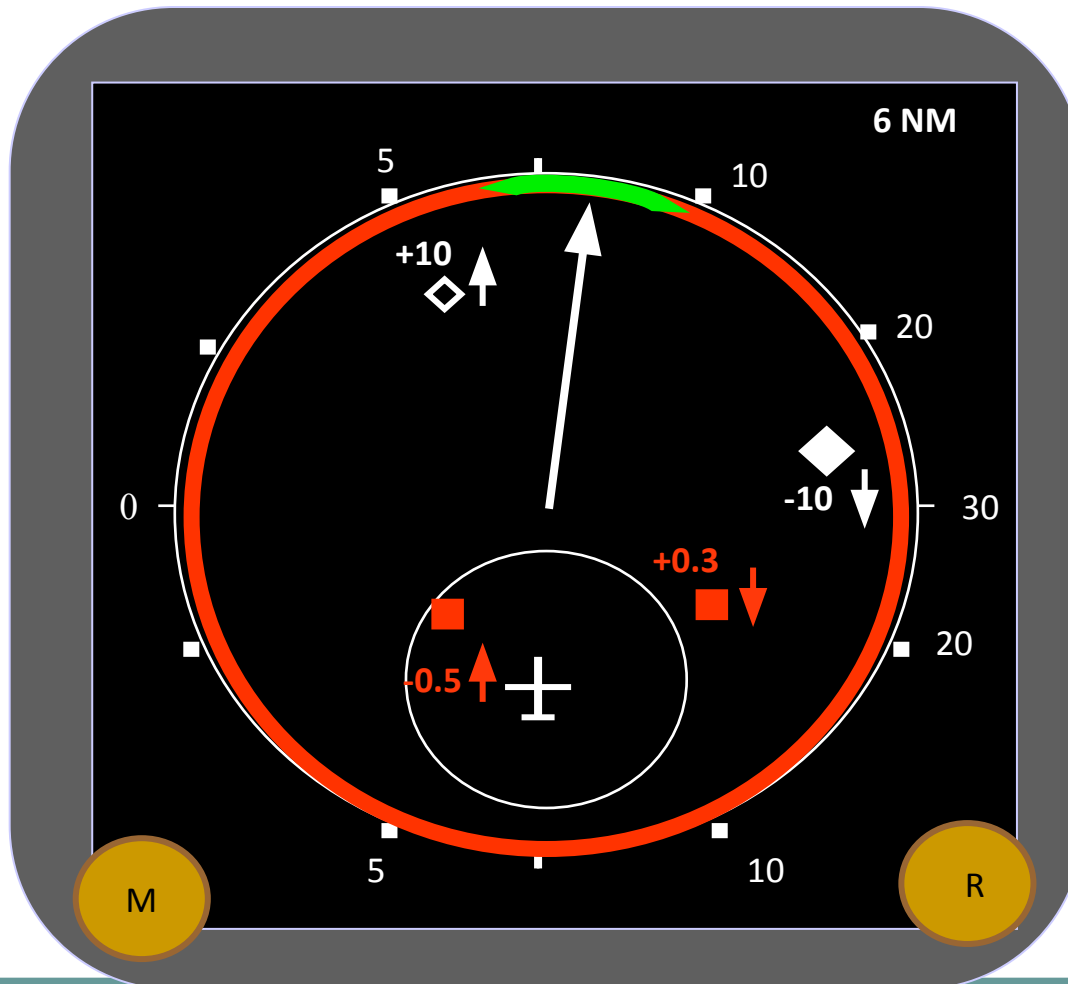


Система предупреждения столкновений воздушных судов

- Система предупреждения столкновений ВС - СПС (Traffic Alert and Collision Avoidance System - TCAS)
- Существуют две области, для которых определены временные пороги:
- **менее 48 секунд – область предупреждения о конфликтном движении;**
- **менее 35 секунд – область устранения конфликтной ситуации.**
- **Важно понимать**, что условием срабатывания TCAS является нахождение конфликтующих воздушных судов в одном из объёмных участков, т.е. **сочетание двух критериев.**
- **ТА и RA выдаются в случае, если рассчитанная системой точка наибольшего сближения находится в пределах защитной зоны и время её достижения менее порогового.**



Example of ACAS Protection Volume between 5000 and 10000 feet





- **Приборы, отображающие высотно-скоростные параметры полета (Air Data Instruments).**
- Эти приборы отображают истинную воздушную скорость и высоту ВС. По принципу действия они подразделяются на электрические и пневматические. Электрические преобразуют и отображают цифровые данные от системы воздушных сигналов (ADCS). Пневматические преобразуют и отображают параметры полета напрямую от системы питания барометрических приборов (Pitot-Static System).



- **Система воздушных сигналов - CBC (Air Data Computing System - ADCS).**
- Данная система предназначена для измерения и вычисления высотно - скоростных параметров (высота, воздушная скорость, число Маха и температура воздуха) и угла атаки ВС. Система также преобразует полученную информацию в цифровой формат ARINC-429 и выдает ее во взаимодействующие бортовые системы. В процессе функционирования система использует данные, полученные от системы питания барометрических приборов (Pitot-Static System).



- ***В положении ILS включается монитор системы посадки (Landing System display), на котором отображается вертикальная (курс) и горизонтальная (глиссада) планки.***
- Она выдает эту информацию взаимодействующим навигационным системам ВС, таким как СЭПП (EFIS) и вычислительная система самолетовождения (ВСС).



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт аэронавигации»

основные направления развития российских стандартов и авионики ВС ГА.pdf - Adobe Reader

File Edit View Window Help

Tools Sign Comment

Sign In

Export PDF

Adobe ExportPDF
Convert PDF files to Word or Excel online.

Select PDF File:
основные направления развити...
1 file / 4.56 MB

Convert To:
Microsoft Word (*.docx)

Recognize Text in English (U.S.)
Change

Convert

Create PDF
Send Files
Store Files

Стратег. ОРВД

пуск основные напр...

RU 15:20

АПДД

Вид экрана БМС в режиме ПОСАДКА

АПДД обеспечивает:

- прием сообщений от работающей в УКВ-диапазоне наземной локальной контрольно-корректирующей станции;
- посадку воздушных судов на аэродромы и площадки не оборудованные посадочными системами;
- выдачу посадочной информации на штатные аналоговые (ПНП, ПКП) и цифровые приборы, а также в САУ.



- **Метеонавигационный радиолокатор - МНР
(Weather Radar System - WRS)**

- Система предназначена для определения расположения и интенсивности метеорологических образований в зоне перед воздушным судном.
- Предусмотрена также возможность работы системы в режиме «Земля», для отображения особенностей подстилающей земной поверхности.



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт аэронавигации»





- **Система VOR (VOR System). VOR (Very high frequency Omni Range navigation system)** - навигационная система всенаправленных радиомаяков УКВ-диапазона. Она используется для определения азимута ВС относительно наземных станций VOR. Информация об азимуте отображается на УДМК (RDMI) и ЭНУ (EHSI).
- **Система дальномерного оборудования (Distance Measuring Equipment System - DME).** Система DME вычисляет расстояние от воздушного судна до выбранного наземного радиомаяка. Это расстояние отображается на УДМК (RDMI), а также может использоваться для коррекции координат ВС системой ВСС.
- **Автоматический радиокompас - APK (Automatic Direction Finder System - ADF).** Автоматический радиокompас используется для определения курсового угла радиостанции ВС. Курсовой угол радиостанции определяется относительно вещающей радиостанции и отображается на УДМК (RDMI) и ЭНУ (EHSI).



- **Система маркерных радиомаяков - MPM (Marker Beacon System - MBS).** Данная система выдает визуальную индикацию и звуковое оповещение экипажа, когда ВС пролетает над одним из наземных маркерных маяков.
- **Высотная система оповещения (Altitude Alert System).** Эта система обеспечивает звуковую и визуальную сигнализацию в случае, когда ВС приближается или отклоняется от заданной высоты. Первичным источником информации для этой системы является система воздушных сигналов (ADCS).



- **Система управления воздушным движением - УВД (Air Traffic Control System - ATCS)**
- Система управления воздушным движением после получения сигнала запроса от наземной станции в автоматическом режиме транслирует ответный сигнал, содержащий необходимую информацию о ВС. Эта информация включает в себя высоту ВС, а также идентификационные данные и используется диспетчерами для контроля и управления воздушным движением

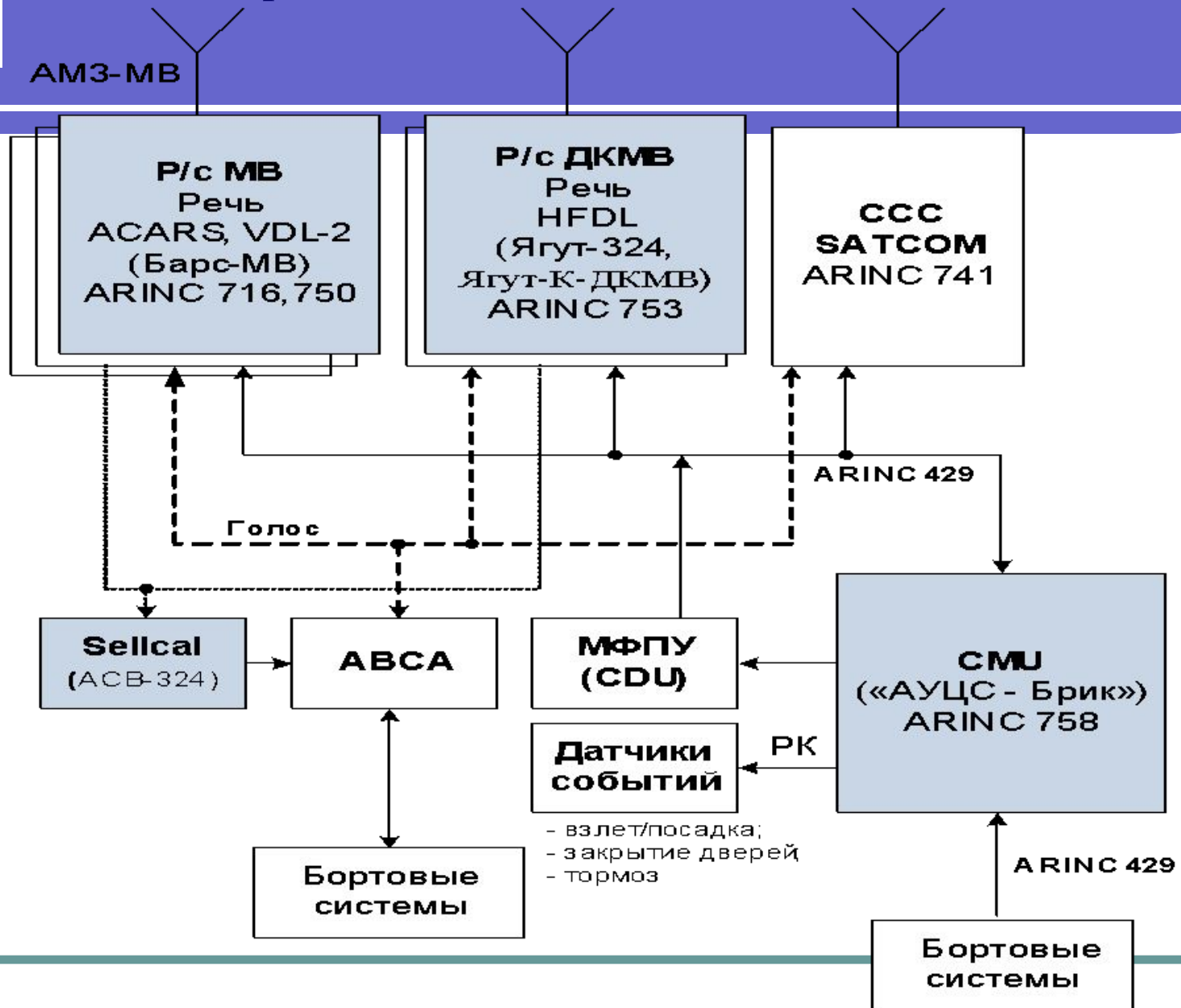


Бортовой комплекс радиосвязного оборудования обеспечивает:

- Дальнюю и ближнюю телефонную радиосвязь;
- Автоматизированное (автоматическое) формирование и передачу сообщений о нештатных (опасных) ситуациях на борту по рабочему каналу ТЛФ радиосвязи или обмена данными;
- Внутреннюю телефонную связь между членами экипажа и наземным обслуживающим персоналом;
- Взаимодействие со смежными бортовыми системами самолета;
- Информационный автоматизированный и автоматический обмен данными по линии «борт-земля-борт» с центрами ОрВД по МВ, ДКМВ и спутниковым каналам связи, включающий Интернет.
- Автоматизированный обмен информацией между членами экипажей ВС и авиакомпаниями по каналам ACARS.
- Автоматический (в полете) и автоматизированный (при проведении предполетной подготовки) контроль технического состояния средств комплекта;



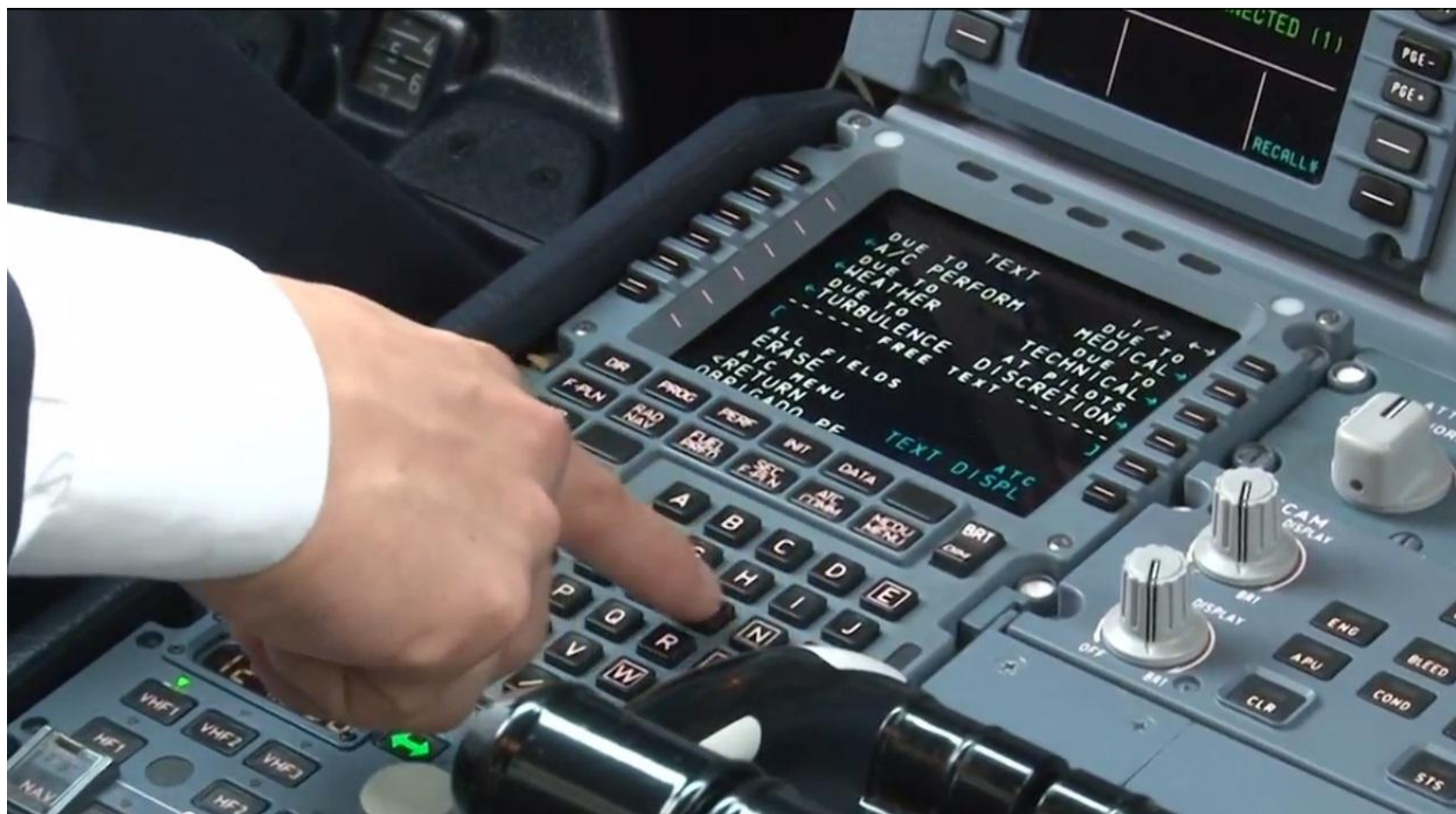
Бортовой комплекс связи для ВС ГА







Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авиации»





Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»





Перспективные средства отображения информации на широкоформатных индикаторах.



Преимущества(обеспечивают):

- возможность отображения необходимой информации в зависимости от этапа полета и систематизирует работу пилота во время полета.
- формирование трехмерной картины «вид из окна» с наложением на синтезированную картину рельефа данных об угрозах, которые могут возникнуть в пространстве, в том числе данных БСПС и метеолокатора, заданной траектории полета в виде «дороги в небе», аэродрома, его рулежных и взлетно-посадочных полос с возможностью вывода в центральную зону картины изображения от систем «искусственного зрения»;
- формирование синтезированной трехмерной карты полета с нанесенными на неё маяками, ориентирами, препятствиями и пунктами маршрута;
- осуществление автоматического и ручного (с пультов управления индикацией) управления отображаемыми форматами, в том числе при отказах.

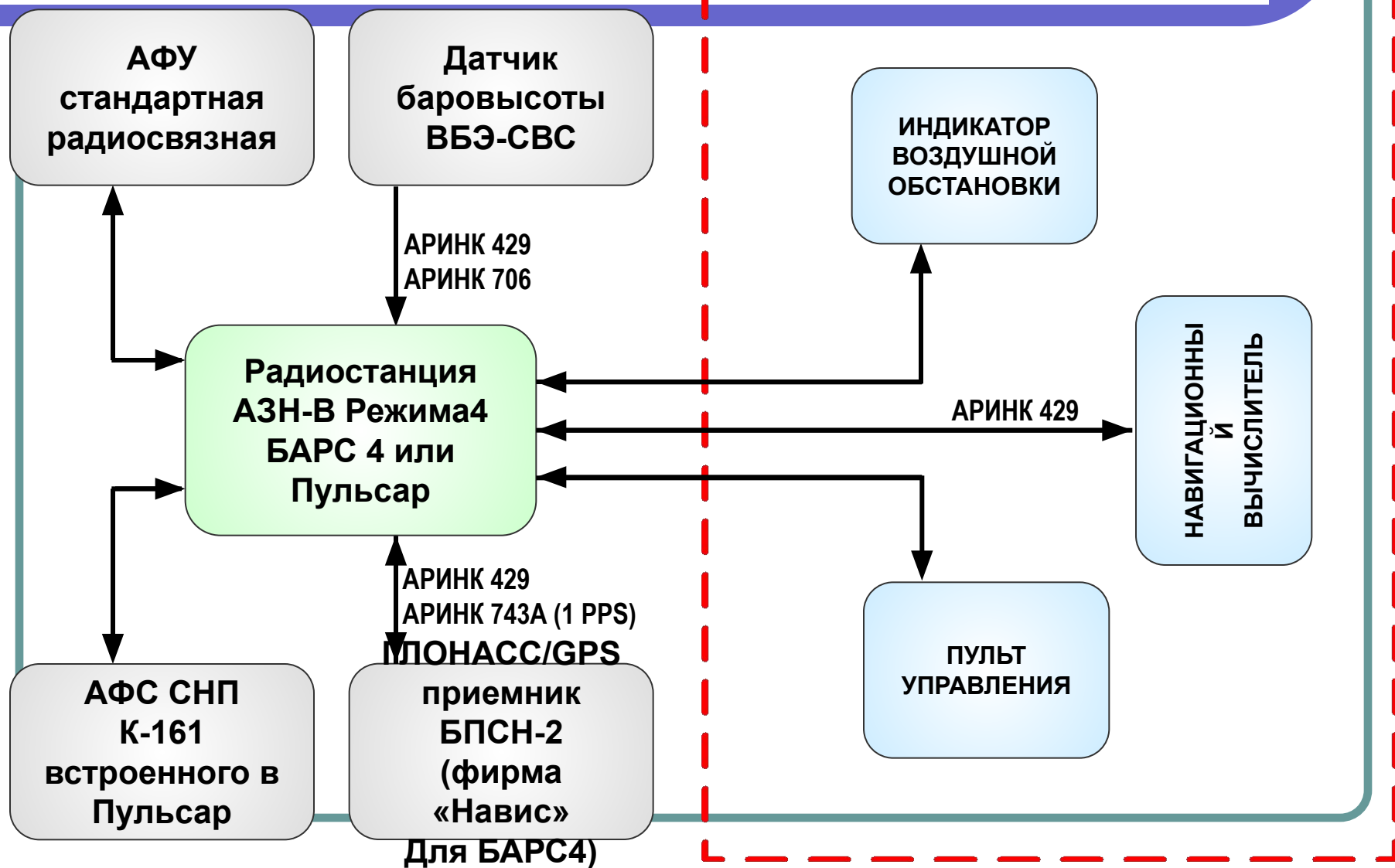


Кабина самолета В-767



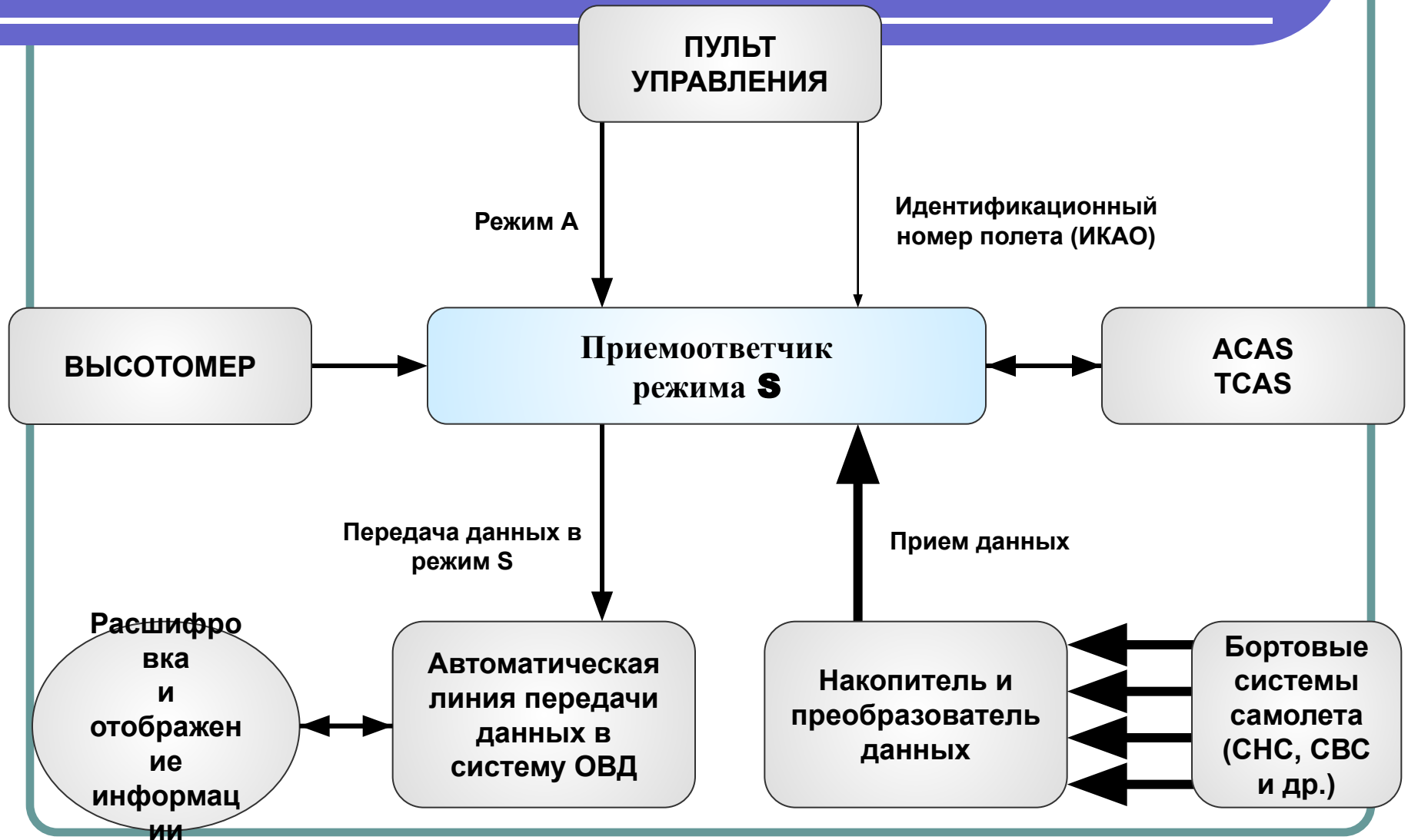


Структурная схема системы АЗН-В на базе УКВ ЛПД режима 4





Технология зависимого наблюдения (EHS) с использованием приемоответчика Режима S



Посадка ВС с использованием спутниковых технологий





- **2.2. Построение схем полета ВС в бортовых цифровых системах навигации**

Авионика воздушных судов 4 и 5 поколений основана на использовании FMC.

- Интерфейсы FMS разных ВС имеют небольшие отличия, но принцип работы един для всех. Наличие тех или иных функций в самолете определяется не столько типом FMC, сколько его изготовителем.
- **Вычислительная система самолетовождения - ВСС (*Система управления самолётом – Flight Management System / FMS*)**



- **Вычислительная система самолетовождения - ВСС (Система управления самолётом – *Flight Management System / FMS*)**
- ***FMS*** – обобщенное название бортовых систем управления полетом, включающих в себя бортовые датчики, приемники, вычислители, базы навигационных данных и данных о характеристиках ВС.
- FMS выдает данные о положении ВС и команды на управление траекторией полета на дисплеи и в автопилот (систему траекторного управления). Некоторые FMS контролируют и регулируют расход топлива, управляя режимами работы двигателей, и решают задачи оптимизации полета по различным критериям.





- ***FMS выполняет следующие основные функции:***
- Разработка плана полёта;
- Определение текущего местоположения;
- Прогнозирование траектории полёта на снижении;
- Горизонтальная навигация;
- Вертикальная навигация на этапе захода на посадку;
- Настройка радиосвязного оборудования;
- Управление радиосредствами АТС/TCAS;
- Управление радионавигационными средствами.
-
- Иными словами, пользуясь отечественной терминологией, ***FMS выполняет функции навигационного комплекса с возможностью оптимизации полета.***



- Система FMS вырабатывает и выводит на дисплей лётные, навигационные и режимные данные. Она выдаёт также команды для автопилота и командного пилотажного прибора.
- FMS является единственным средством управления ответчиками системы управления воздушного движения (АТС) и подсистемой предупреждения столкновения в воздухе (TCAS).
- FMS — основное средство управления радионавигационными системами и резервное средство настройки радиосвязного оборудования.
- FMS обеспечивает работу пилота путём разработки полного плана полёта от пункта взлёта до пункта посадки, включая навигационное оборудование, промежуточные пункты маршрута, аэропорты, воздушные трассы и стандартные процедуры взлёта (SID), посадки (STAR), захода на посадку (APPR) и т.д.



- План полёта создается экипажем по пунктам маршрута и авиационным трассам с использованием дисплея MCDU или путём загрузки маршрутов авиакомпании из соответствующей базы данных.
- База данных пользователя может включать в себя до 400 различных планов полёта (маршруты авиационных компаний) и до 4000 промежуточных пунктов маршрута.
- План полёта может включать в себя не более 199 промежуточных пунктов маршрута. FMS может выполнять обработку базы данных пользователя, не превышающей 1800 различных промежуточных пунктов маршрута.



• 2.3. Навигация на различных этапах полета

- В FMS могут быть созданы 3 плана полёта: один активный (RTE1) и два неактивных (RTE2 и RTE 3). Экипаж может вносить изменения в действующий план полёта.
- При изменении плана полёта создается временный план полёта. Измененный план полёта становится активным при нажатии кнопки «Активный» и может быть отменён при нажатии кнопки «Отмена».
- Маршрут полета самолета состоит из последовательности точек и трасс, ниже мы приведем реальный маршрут из аэропорта Внуково в Санкт-Петербург, именно в таком виде его видят пилот и диспетчер.
- ***UUWW UM4D UM DCT AR DCT OBELU B239 AJ R369 DB B964 LUKIR
LUK11A ULLI***



- **UUWW** – международный код аэродрома Внуково
- **UM4D** – обозначение маршрута вылета (SID)
- **UM** – приводная радиостанция «Ивановское»
- **DCT** – «прямо на»
- **AR**— приводная радиостанция «Бужарово»
- **DCT** — «прямо на»
- **OBELU** – обозначение точки
- **B239** – обозначение трассы
- **AJ** — приводная радиостанция «Старица»
- **R369** — обозначение трассы
- **DB** — приводная радиостанция «Починок»
- **LUKIR** — обозначение точки
- **LUKI1A** – обозначение маршрута прибытия (STAR)
- **ULLI** — международный код аэродрома Пулково



- Обозначение трассы уже включает в себя последовательность точек, само название точки или приводной радиостанции указывается в маршруте при смене трассы. Сокращение **DCT** (*direct to* — «**прямо на**») применяется в тех случаях когда невозможно выполнить полет по трассе, либо органом обслуживания воздушного движения разрешено планирование полетов вне трасс.
- При выполнении полетов по зональной навигации или PBN типы RNAV и RNP для определенных районов, объемов воздушного пространства в определенном диапазоне высот, для маршрутов или процедур в районе аэродрома устанавливаются либо соответствующим государством, либо региональным авионавигационным соглашением.
- Конкретный тип RNP или RNAV вводится в зависимости от ряда факторов: инфраструктуры средств связи, наличия наземных радиомаяков и радиолокационного наблюдения, насыщенности воздушного пространства, характера местности, расположения препятствий, особых зон и др.



- RNP могут применяться с момента взлета и до посадки. При этом на различных этапах полета могут применяться различные типы RNP. Как правило, для захода на посадку и ухода на второй круг применяются «строгие» RNP, для вылета и прибытия – более «мягкие», а на маршруте – совсем «мягкие» RNP с минимальным набором функциональных требований.



Применение типов RNP по этапам и районам полета



Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авиации»

- По правилам прохождения WP подразделяются на два типа: Fly-by и Fly-over.
- Развороты в WP выполняются при полете по маршруту с креном 20° . При разработке схем захода на посадку и вылета предусматриваются следующие крены:
 - 25° при заходе на посадку;
 - при выполнении процедуры вылета и ухода на второй круг (Missed Approach) на схемах, основанных на RNAV – 15° , а на RNP RNAV – 20° .

Fly-by Waypoint

Точка пути флай-бай

Fly-over Waypoint

Точка пути флай-овер

Fly-by Waypoint coincident with Compulsory Reporting Point

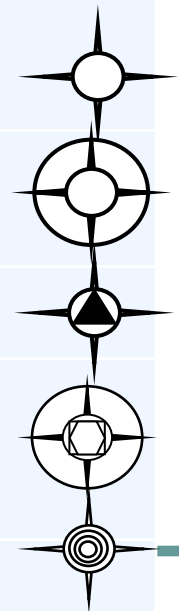
Точка пути флай-бай совпадает с пунктом обязательного доклада

Fly-over Waypoint coincident with VOR/DME

Точка пути флай-овер совпадает с VOR/DME

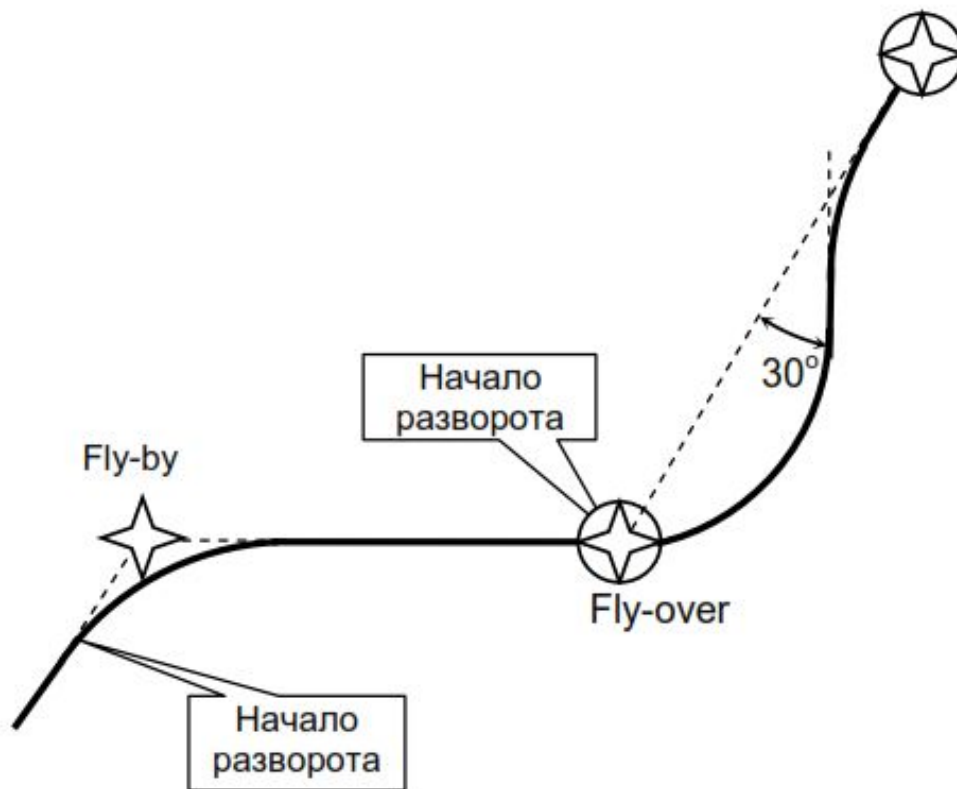
Fly-by Waypoint coincident with NDB

Точка пути флай-бай совпадает с NDB





Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авионавигации»

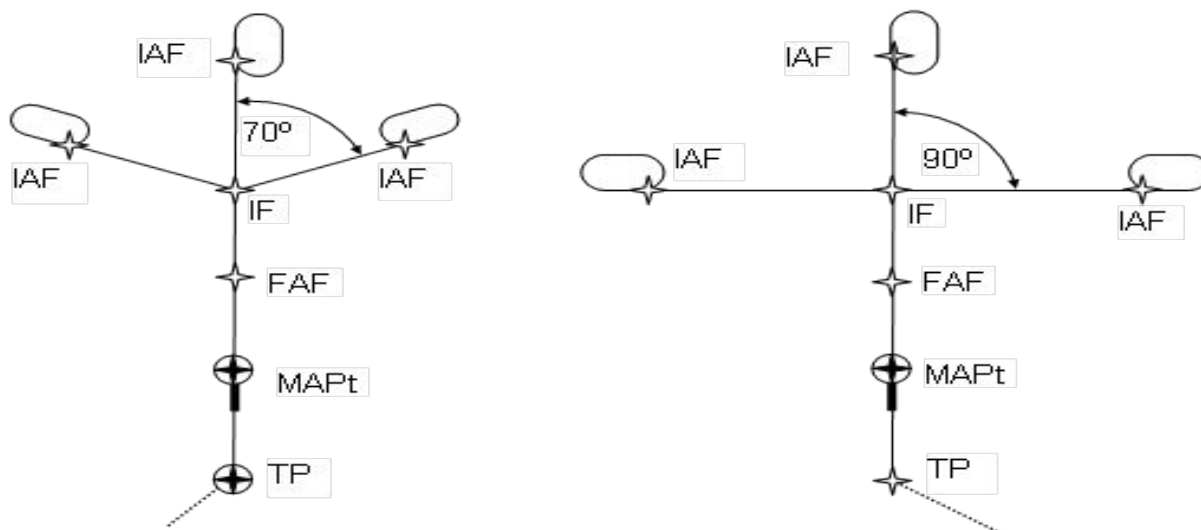


Разворот в точке Fly-by и Fly-over

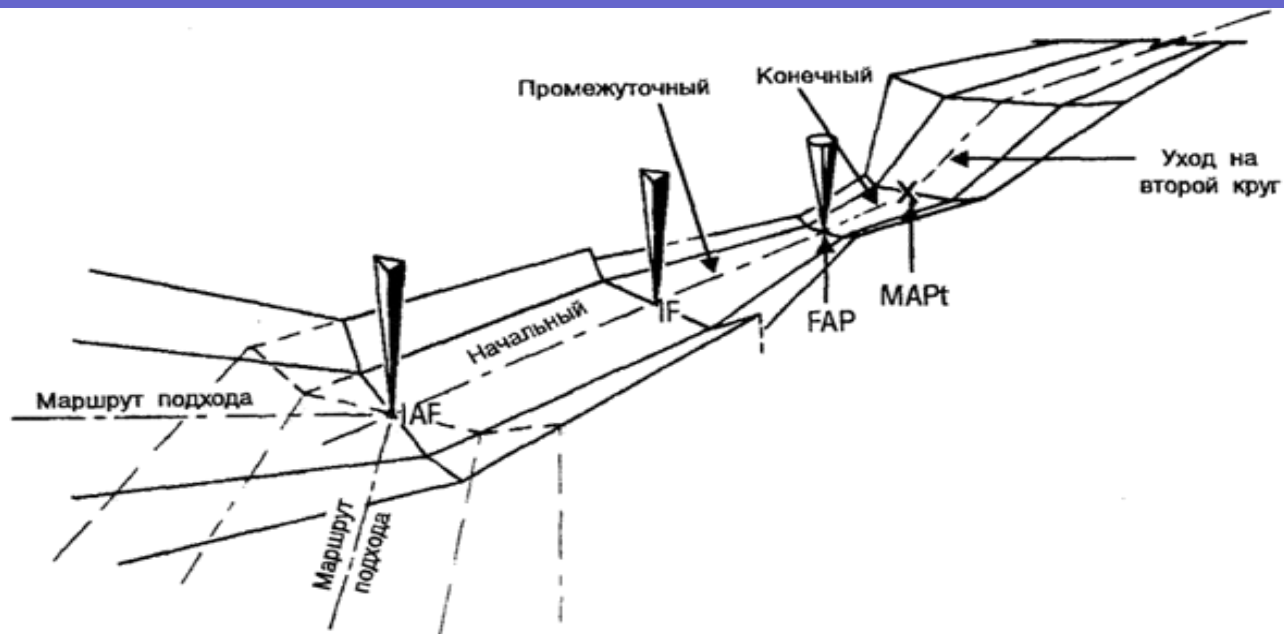


Некоммерческое образовательное учреждение дополнительного профессионального образования – «Институт авиации»

ИКАО внедрила концепцию **Terminal Area Approach (TAA)** – аэроузловой район подхода, который позволяет производить заход на посадку в режиме зональной навигации с использованием приемников базовой GNSS для навигации в районе аэродрома *без привязки* к наземным радиосредствам.

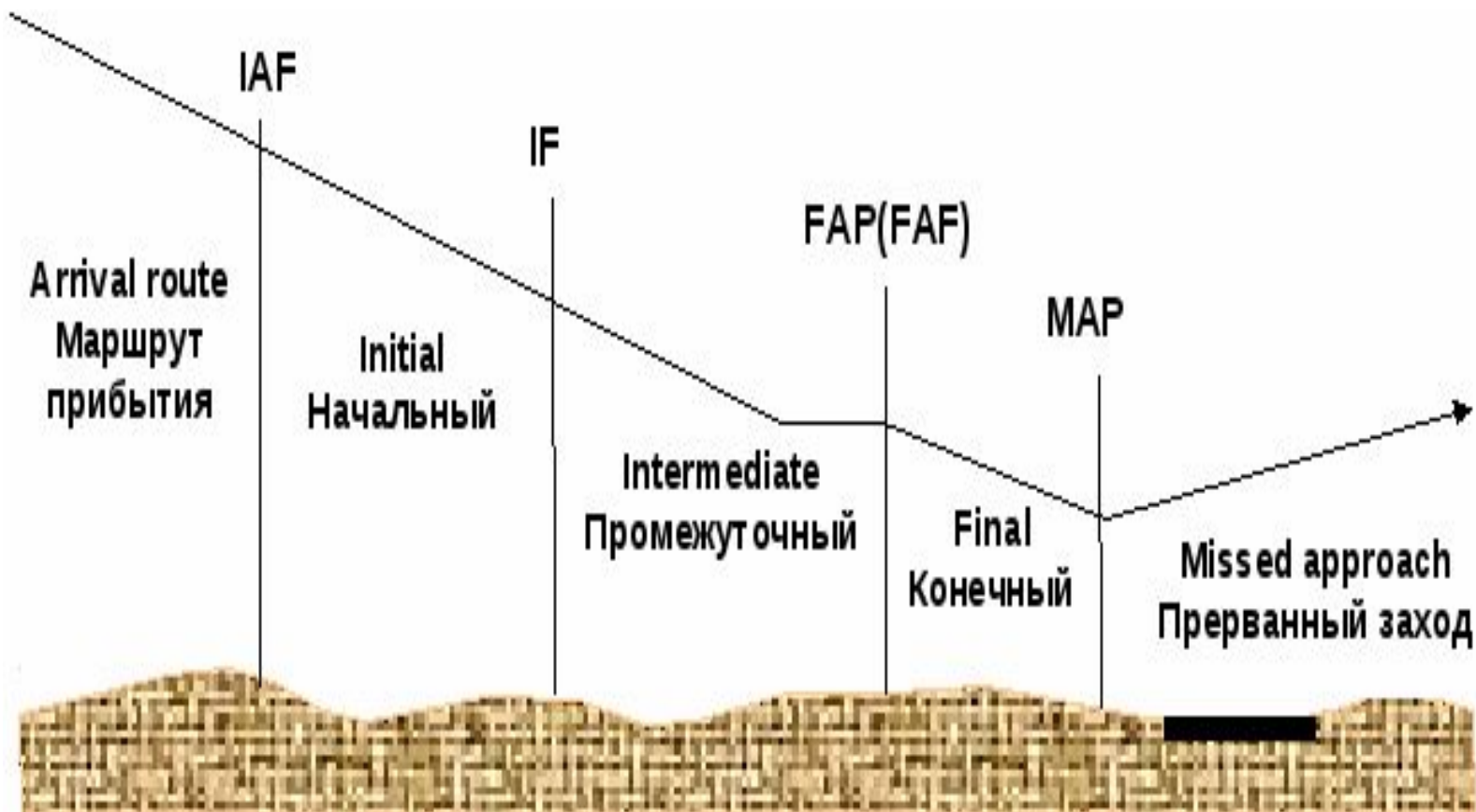


Конфигурация схем захода на посадку RNAV GNSS



Процедуры захода на посадку

- IAMP** – точка начала захода на посадку (IAF);
- IWP** – точка пути промежуточного этапа захода на посадку (IF);
- FAWP** – точка пути конечного этапа захода на посадку (FAF);
- MAWP** – точка ухода на второй круг (MAPt);
- MHWP** – конечная точка после ухода на второй круг с зоной ожидания (MAHF).





- **МИНИМАЛЬНО БЕЗОПАСНЫЕ ВЫСОТЫ ПРИ ЗАХОДЕ НА ПОСАДКУ: MDA, DA, OCA/H, MSA, MOC.**

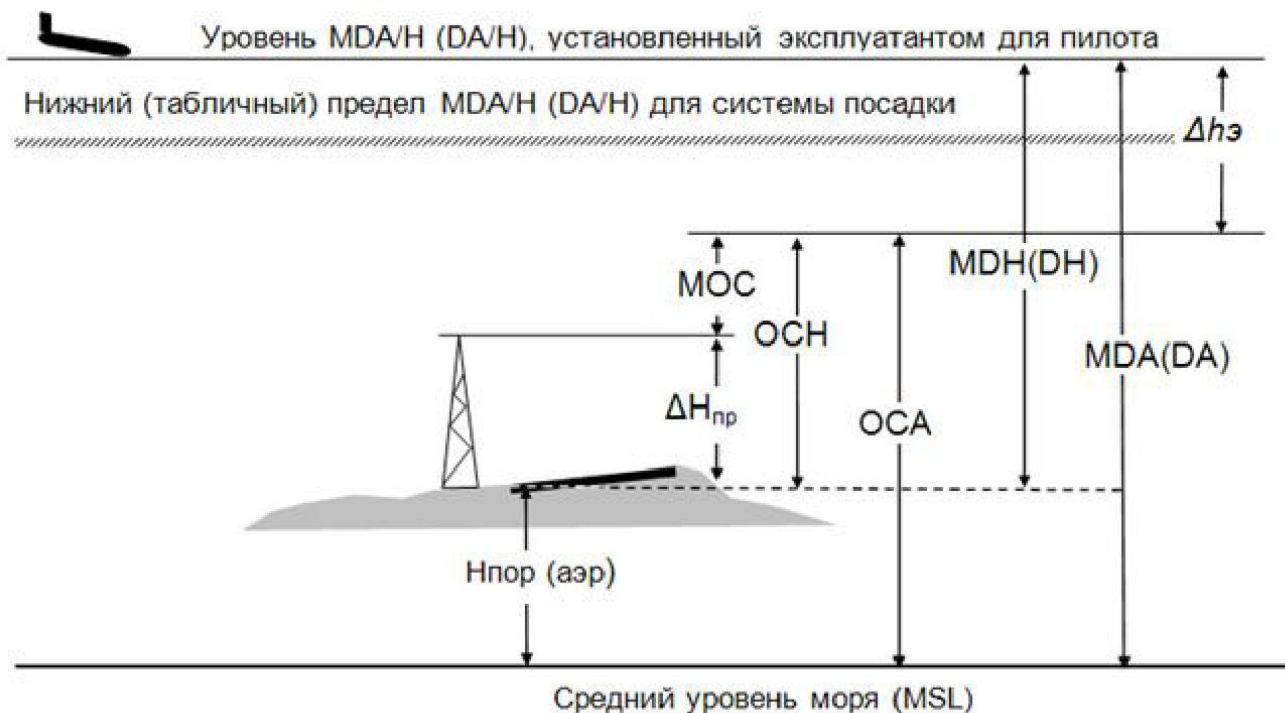
- **MDA Minimum Descent Altitude** минимальная высота снижения (применяется, когда посадочные устройства не обеспечивают электронной глиссады), наименьшая высота по QNH, до которой разрешается снижаться.
- **DA Decision Altitude** высота принятия решения (применяется при заходе на посадку по ILS), высота по QNH, на которой должно быть принято решение на производство посадки или уход на второй круг. на последней посадочной прямой или при выполнении стандартной схемы захода на посадку.
- **OCA Obstacle Clearance Altitude** минимальная безопасная высота, наименьшая высота по QNH при заходе на посадку, рассчитанная в соответствии с установленными критериями.
- **OCH Obstacle Clearance Height** минимальная безопасная высота, наименьшая высота по QFE при заходе на посадку, рассчитанная в соответствии с установленными критериями.



- **MSA (Minimum Safe Altitude)** - минимальная безопасная высота полета в секторе подхода в радиусе **25** морских миль от радионавигационного устройства.
- Рассчитывается с учетом наибольшего превышения в данном секторе, округленного к ближайшим 100 футам (30 метрам) в большую сторону с прибавлением безопасной высоты 1000 футов (300 метров).
- Если в районе аэродрома на одном из направления относительное превышение рельефа более 100 футов, зона делится на сектора, для каждого из которых рассчитывается свое значение MSA.
- **Под МОСА** понимают запас высоты пролета над препятствиями.



Минимально безопасные высоты при заходе на посадку: MDA, DA, OCA/H, MSA, MOC





- **Минимально безопасные высоты на маршрутных картах: MEA, MORA, MAA**
- **MEA (Minimum Enroute Altitude)** - минимальная разрешенная высота полета по маршруту. Является минимальной высотой, на которой при нормальных условиях можно совершать полеты по трассе или по ее участку.
- **MORA (Minimum Off - Route Altitude)** - минимальная разрешенная высота полета вне трассы, сумма высоты рельефа местности и истинной безопасной высоты пролета над ним. Используется и по трассам. При использовании по трассе MORA учитывает препятствия для полосы ± 10 морских миль от оси маршрута
- **MAA (Maximum Authorized Altitude)** - максимальная разрешенная высота полета, на которой разрешается летать по данной трассе. Если MAA не указана, то в НВП используют верхний эшелон НВП, а в ВВП - верхнюю границу зоны полетной информации.