

Вопросы на экзамен «Авиаприборы и ПНК» 171 группа

•Что такое авиационный прибор? Для чего предназначен ПНК?

- Какие Вы знаете группы авиаприборов по назначению?
- Дайте классификацию приборов по принципу действия
- Назовите требования к авиаприборам.
- Расскажите о принципе устройства барометрического высотомера.
- Как работает указатель приборной и воздушной скорости?
- На чем основан принцип работы вариометра?
- В чем заключается необходимость применения системы воздушных сигналов СВС?
- Назовите меры по предотвращению отказа системы питания барометрических приборов.
- Что такое девиация?
- Дайте определение гироскопа. Какие бывают гироскопы? Что является главной осью гироскопа?
- Дайте определение: что такое линия пути; профиль полета? Как звучит «место самолета» по-английски?
- Какое условие необходимо для получения информации об углах крена и тангажа?
- Что представляет собой указатель скольжения и в чем заключается принцип работы?
- Опишите устройство ДИСС и принцип действия.
- Перечислите состав наземного и бортового оборудования КГС (ИЛС).
- Назначения ответчиков УВД? Какие стандарты используются при УВД в системе вторичной локации? Какой стандарт основной?
- Назовите назначение и состав TCAS.
- Каким образом производится разведение конфликтующих ВС в TCAS? Когда с диспетчера снимается задача по эшелонированию ВС?
- В чем заключается принцип работы GPS-навигатора?
- Чем отличается RNAV от RNP?

1. Что такое авиационный прибор? Для чего предназначен ПНК?

Авиационный прибор — устройство для выработки сигнала измерительной информации о контролируемой физической величине в форме, доступной для непосредственного восприятия операторами, которыми являются члены экипажа или специалисты технического обслуживания авиационной техники.

Пилотажно-навигационные приборы измеряют параметры движения центра масс летательного аппарата (координаты местонахождения, высоту, скорость, линейные ускорения), углы пространственной ориентации летательного аппарата относительно земли (углы курса, крена, тангажа) и относительно набегающего воздушного потока (углы атаки, скольжения).

Общее назначение ПНК:- обеспечение самолетовождения на всех этапах полетов в простых и сложных метеорологических условиях, в любое время года и суток, при полете над морем и сушей;- решение задач пилотирования, навигации и посадки;- определение и выдача пилотажно-навигационной информации на индикацию и соответствующим потребителям для решения специальных задач полета.

2.Какие Вы знаете группы авиаприборов по назначению?

В соответствии с этим назначением выделяют следующие группы авиационных приборов: - пилотажно-навигационные приборы; - приборы контроля работы силовой установки; - приборы контроля работы отдельных бортовых систем и агрегатов;- приборы контроля параметров окружающей атмосферы;- приборы регистрации параметров полета.

3. Дайте классификацию приборов по принципу действия

Авиационные приборы по принципу действия подразделяются на следующие подгруппы:

- манометрические приборы, принцип действия которых основан на измерении разности давлений, — манометры, вариометры, указатели числа М;
- барометрические приборы, работающие на измерении абсолютного давления — барометрические высотомеры, корректоры и датчики высоты и др.;
- гироскопические приборы, основанные на использовании свойств гироскопа с двумя и тремя степенями свободы, — указатели поворота, авиагоризонты, курсовые системы, гировертикали и др.;
- магнитные приборы (магнитные компасы), работа которых основана на свойстве ориентировки свободно подвешенного магнита в направлении магнитного меридиана Земли;
- механические приборы, работа которых основана на использовании законов механики, — часы, биметаллические термометры, указатели скольжения;
- электрические приборы и датчики, работа которых основана на измерении неэлектрических величин электрическим способом, — топливомеры, термометры масла, масломеры и др.;
- оптические приборы, принцип работы которых основан на законах оптики.

4. Назовите требования к авиаприборам.

Со стороны гражданской авиации предъявляется высокий уровень общих требований к авиационному и радиоэлектронному оборудованию, работа которых на всех этапах полета должна быть безопасной, эффективной, экономически выгодной, всепогодной, обладающей высокой степенью целостности. Главной целью является обеспечение безопасности воздушных судов на всех запланированных этапах полета.

Надежность и точность в работе являются основными требованиями, предъявляемыми к авиационным приборам. Габариты и вес прибора должны быть минимальными

5. Расскажите о принципе устройства барометрического высотомера.

По принципу своего устройства барометрический высотомер, по сути, представляет собой барометр-анероид с тем лишь отличием, что его шкала отградуирована не в единицах давления, а в единицах высоты. Слово «анероид» в переводе с греческого означает «безводный» и используется в противоположность водяному ртутному барометру.

Чувствительным элементом высотомера (рис. 2) является анероидная коробка или мембрана 4 (обычно используется блок из двух анероидных коробок). Анероидная коробка является герметичной, запаянной, из нее выкачан воздух и поэтому в ней сохраняется давление, близкое к нулю. Когда высотомер находится у земли, коробка под действием атмосферного давления находится в наиболее сжатом состоянии. При подъеме на высоту, когда атмосферное давление снаружи анероидной коробки падает, она расширяется, поскольку поверхность коробки гофрирована и ведет себя как пружина. При снижении под действием увеличивающегося атмосферного давления коробка сжимается. С анероидной коробкой через передающий механизм 3 связана стрелка 2, перемещение которой относительно шкалы прибора 1 соответствует расширению (сжатию) коробки и, следовательно, изменению высоты. Анероидная коробка помещена в герметичный корпус прибора 5, в который через штуцер трубопровода 6 поступает атмосферное давление за бортом РН. Это же давление часто называют статическим давлением $P_{ст}$, то есть давлением, которое имеет место в спокойной атмосфере на высоте расположения высотомера без учета дополнительного давления, возникающего из-за набегающего потока при движении ВС. Если на любой высоте поместить неподвижный обычный барометр, то он и покажет статическое давление. Статическое давление поступает в трубопровод системы статического давления из приемника воздушного давления 7 (ПВД) или приемника статического давления. ПВД предназначен для приема не только статического давления, но и полного давления. ПВД закрепляется снаружи фюзеляжа и представляет собой трубку, ориентированную по направлению полета. Отверстие, направленное навстречу набегающему потоку воздуха, предназначено для приема полного давления, которое в высотомере не используется, но необходимо для указателей скорости. Статическое же давление принимается боковыми отверстиями, которые расположены так, чтобы в них по возможности не попадал набегающий поток. На многих типах ВС статическое давление принимается отдельным приемником статического давления, который представляет собой цилиндрический штуцер, не выступающий за обшивку самолета. А полное давление на таких типах ВС принимается отдельно расположенным приемником полного давления (ППД). Существует много типов барометрических высотомеров. Принцип их работы одинаков, различаются же они в основном устройством шкал. В двух-стрелочных высотомерах по короткой стрелке отсчитываются тысячи метров (километры высоты), а по длинной – десятки и сотни метров. В однострелочных высотомерах – тысячи метров индицируются цифрами в специальном окошке. Возможны и другие варианты. Рис. 3. Высотомер ВД-28

Рис. 4.

Альтиметр с окошками Колсмманна. Кроме стрелок, показывающих высоту, на высотомере обязательно имеется небольшая шкала и связанная с ней кремальера установки давления P_0 , то есть давления, от уровня изобарической поверхности которого отсчитывается высота. На некоторых высотомерах для отображения P_0 используются специальные окошки, которые называют окнами Колсмана по имени американского изобретателя Пауля Колсмманна (Paul Kolsmann) (рис.4.) Высотомеры могут различаться и единицами измерения высоты – метры или, как принято за рубежом, футы (в этом случае их называют футомерами). (1 фут равен 0,3048 м) В России для установки давления используются миллиметры ртутного столба, в Америке и Канаде та же величина в дюймах (inch), один дюйм (inch) равен 2,54 см, в

6. Как работает указатель приборной и воздушной скорости?

Различают истинную воздушную скорость ($V_{ист}$) — скорость полета самолета относительно воздушного потока, индикаторную (приборную) скорость ($V_{пр}$) — условную воздушную скорость, равную истинной воздушной скорости, приведенной к нормальной плотности воздуха.

скоростной напор, или приборная скорость. Замеряется она простой выведенной за борт самолёта трубкой. Воздушный поток, попадающий в эту трубку, с помощью нехитрого приспособления отклоняет стрелку, которая и индицирует приборную скорость. Причем, чем выше скорость, тем сильнее напор и тем больше отклоняется стрелка.

С подъемом на высоту плотность воздуха уменьшается, а в ближнем космосе и вовсе обнуляется. Если выдерживать в наборе высоты постоянной приборную скорость (т.е. постоянный напор), допустим, 500 км/час, то на высоте десять километров самолёт фактически будет лететь со скоростью 900 км/час. Эти 900 км/час – скорость самолёта относительно молекул воздуха. Поскольку молекул этих на десятикилометровой высоте остаётся уже не очень много, то и в трубку-приёмник их попадает почти в два раза меньше, чем у земли. Таким образом, мы имеем уже две скорости – приборную (500 км/час) и истинную (900 км/час)

Истинная скорость, она же TAS (True Air Speed), она же «скорость по узкой стрелке», в отличие от приборной, используется не для безопасного пилотирования самолёта, а для навигации

1. Самолёт только оторвался от земли - приборная скорость равна истинной. 2. На высоте десять километров приборная скорость будет чуть ли не вдвое меньше

7. На чем основан принцип работы вариометра?

Принцип действия вариометра основан на измерении избыточного давления (разрежения), создающегося при изменении высоты полета внутри замкнутого объема, которым является корпус прибора, сообщаемого с атмосферой через

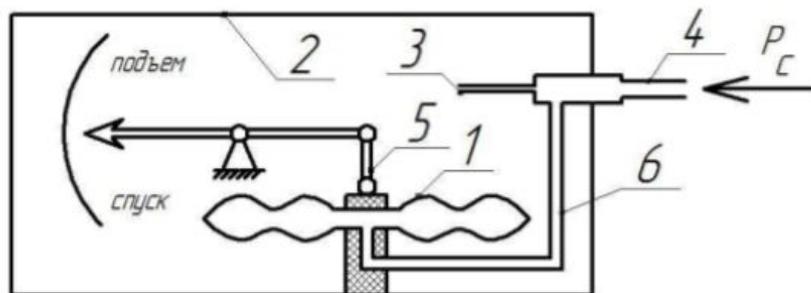


Рис. 6.1.1. Принципиальная схема вариометра:

1 – манометрическая коробка; 2 – корпус; 3 – капиллярная трубка; 4 – штуцер; 5 – тяга; 6 – трубопровод

Вариометр работает следующим образом. Когда самолёт летит горизонтально, давление внутри корпуса (рис. 6.1.1) равно атмосферному. При этом разность давлений внутри и вне манометрической коробки равна нулю, и стрелка прибора находится на нуле. При подъёме самолёта на высоту атмосферное давление непрерывно уменьшается. При этом воздух из корпуса 2 через капиллярную трубку 3 вытекает наружу. Следовательно, давление внутри корпуса также будет уменьшаться. Давление в корпусе будет превышать атмосферное давление, так как вследствие малого диаметра капилляра изменение давления внутри корпуса отстаёт от изменения атмосферного давления. Поэтому внутри корпуса образуется избыточное давление, величина которого будет больше или меньше в зависимости от скорости подъёма самолёта на высоту. Под влиянием образовавшейся разности давлений манометрическая коробка 1 сжимается и через передаточно-множительный механизм передвигает стрелу по шкале вверх от нулевой отметки. С прекращением подъёма самолёта давление в корпусе и внутри манометрической коробки выравнивается с атмосферным давлением и стрелка возвращается на нулевую отметку шкалы. Аналогичным образом

•8. В чем заключается необходимость применения системы воздушных сигналов СВС?

Простейшие аэрометрические приборы, такие как барометрические высотомеры, указатели скорости, вариометры, просты по устройству и надежны. Но они обладают и недостатками, ограничивающими их применение на современных самолетах для автоматизированной навигации. Во-первых, информацию от этих механических приборов трудно передать в электронные устройства (систему счисления пути, автопилот и т.д.) Во-вторых, этим приборам присущи инструментальные и аэродинамические погрешности, которые пилот вынужден учитывать «вручную» с помощью бортовых таблиц. В-третьих, каждый из таких приборов работает отдельно, сам по себе. А ведь для того, чтобы внести поправки в показания, например, указателя скорости, необходимо знать и высоту, и температуру, то есть использовать показания других приборов. Для того, чтобы избежать этих недостатков на современных ВС устанавливают системы воздушных сигналов (СВС). Они представляют собой программно-аппаратную систему, предназначенную для измерения, вычисления и выдачи на индикацию экипажу самолёта и в бортовые автоматические системы информации о высотно-скоростных параметрах, таких как высота $H_{абс}$, $H_{отн}$, вертикальная V_v , истинная воздушная $V_{ист}$ и приборная скорости $V_{пр}$, число Маха, а также о других параметрах, таких как температура воздуха T , углы атаки и скольжения, плотность воздуха. Главной составной частью СВС является вычислитель (счётно-решающее устройство). На его вход в виде электрических сигналов поступают полное P_p и статическое давление $P_{ст}$ от приемников воздушного давления ПВД, данные о температуре наружного воздуха T_n измеряются электрическими термометрами сопротивления, размещаемыми на борту самолета. В обычных механических приборах связь между этими измеренными параметрами и высотой и скоростью полета устанавливается путем механической трудоемкой и неточной градуировки прибора, то есть регулирования длины тяг и коромысел в их механизме. А в СВС на основе поступившей информации вычислитель рассчитывает высоту, скорость и другие выходные параметры по более точным формулам и алгоритмам с учетом взаимосвязи входных параметров. С выхода СВС часть информации система индицирует на указателях в кабине самолета. Кроме того, все они расходятся по потребителям. Что-то идет в регистратор параметров полета, что-то в пилотажно-навигационный комплекс, в бортовую вычислительную машину (БЦВМ), а что-то, в частности высота ($H_{абс}$), поступает на самолетный ответчик. В этом случае отметка самолета на экране воздушной обстановки у диспетчера имеет данные о высоте полета самолета.

•9. Назовите меры по предотвращению отказа системы питания барометрических приборов.

Таким образом к мерам, предотвращающим возможные причины отказа системы питания барометрических приборов, относятся:

-резервирование магистралей полного и статического давлений, а также приемников полного и статического давлений;

-- выбор места размещения датчиков на воздушном судне;

-- применение обогрева ПВД в условиях возможного обледенения;

-- наличие дренажных отверстий;- зачехление ПВД на стоянках;

-- тщательный предполетный осмотр ВС экипажем.

(ПВД-приёмник воздушных давлений)

•10. Что такое девиация?

Д е в и а ц и я Δ_k — это угол, заключенный между северным направлением магнитного и компасного меридианов. Она считается положительной, если компасный меридиан отклонен к востоку (вправо) и отрицательной, если компасный меридиан отклонен к западу (влево) от магнитного меридиана.

- 11. Дайте определение гироскопа. Какие бывают гироскопы? Что является главной осью гироскопа?

Гироскоп — это быстро вращающееся (более 23000 об/мин) массивное симметричное относительно оси вращения тело, подвешенное в карданном подвесе и имеющее более одной степени свободы.

Ось вращения ротора гироскопа обозначается называется главной осью гироскопа. гироскоп, имеющий три оси вращения, называется гироскопом с тремя степенями свободы.

Двухстепенной

- 12. Дайте определение: что такое линия пути; профиль полета? Как звучит «место самолета» по-английски?

Проекция траектории полета на земную поверхность называется линией пути (маршрут). На английском языке используется следующая терминология: место самолета – present position, траектория – path, линия пути – track.

Проекция траектории полета на вертикальную плоскость именуется профилем полета.

- 13. Какое условие необходимо для получения информации об углах крена и тангажа?

Информация об углах крена и тангажа необходима для пилотирования и обеспечения функционирования ряда бортовых самолет (систем автоматического управления, антенн, курсовых систем и т.д.). Для определения углов крена и тангажа с помощью авиагоризонта на борту самолета необходимо построить вертикаль места, которая определяет перпендикулярную к ней горизонтальную плоскость. В соответствие с этим базовым элементом авиагоризонта должен быть построитель вертикали.

• 14. Что представляет собой указатель скольжения и в чем заключается принцип работы?

Принцип действия указателя скольжения основан на свойстве физического

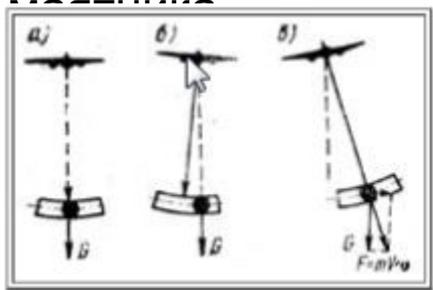


Рис.13.2 Схема действия указателя скольжения: а. — горизонтальный полет; б — скольжение на крыло; в — правильный вираж

В горизонтальном полете самолета на шарик указателя скольжения действует только сила тяжести, равная его весу и направленная вертикально. При этом шарик находится в середине трубки на линии отвеса, проходящей через центр кривизны трубки (рис. 13.2а). Если самолет находится в поперечном крене, стеклянная трубка наклоняется и шарик под действием силы тяжести стремится занять в ней самое низкое положение, при котором центр тяжести шарика совпадает с линией отвеса – с истинной вертикалью (рис.13.2б). При развороте указатель скольжения показывает относительный поперечный крен самолета, так как на шарик, кроме силы тяжести, действует еще центробежная сила, и поэтому линия, соединяющая центр с центром кривизны трубки, совпадает с направлением равнодействующей двух указанных сил (рис. 13.2 и рис. 13.3).

• 15. Опишите устройство ДИСС и принцип действия.

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.

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 (С. 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 непрерывно излучает радиоволны сверхвысокой частоты (порядка

• 16. Перечислите состав наземного и бортового оборудования КГС (ИЛС).

Комплекс наземного оборудования включает в себя:

курсовой маяк КРМ;

глиссадный маяк ГРМ

два радиомаркера МРМ, сигнализирующие момент пролета определенных точек на траектории захода, обычно совмещенные с дальней и ближней приводными радиостанциями (ДПРМ и БПРМ) и/или станция DME, передающая удаление до

• **Торча.** значения ответчиков УВД? Какие стандарты используются при УВД в системе вторичной локации? Какой стандарт основной?

Ответчики управления воздушным движением (УВД) предназначены для автоматической передачи авиадиспетчеру информации, необходимой для управления движением летательного аппарата (ЛА). Ответчики, расположенные на борту ВС, передают сигналы ответа на запросные сигналы, излучаемые вторичными радиолокаторами (или встроенными вторичными каналами обзорных радиолокаторов) и составляют вместе с последними систему вторичной радиолокации. В система вторичной радиолокации действуют два стандарта: стандарт «УВД» (управление воздушным движением и международный стандарт ИКАО – «RBS» (Radar Beacon System), отличающиеся параметрами сигналов запроса и ответа и составом информации. Основным является режим «RBS». По стандарту «УВД» вторичным радиолокатором формируются импульсы запроса и бортовым ответчиком – ответы, содержащие бортовой номер воздушного судна, или текущую информацию о высоте полёта (барометрической) и запасе топлива, или векторе скорости или координатный сигнал. Для запросных и ответных сигналов используются частоты в диапазоне 700 – 850 МГц.

•18. Назовите назначение и состав TCAS.

Предназначение система TCAS (Traffic alert and Collision Avoidance System) заключается в обзоре воздушного пространства вокруг самолета, обнаружении других воздушных судов, анализе полученной информации, выдаче ее экипажу, а в случае возникновения опасности столкновения, предупреждении об этом пилотов и выдаче необходимых рекомендаций к немедленному действию.

Система TCAS является бортовой системой. В комплект оборудования TCAS входят: компьютерный блок, который просчитывает варианты развития событий и определяет выдаваемые команды, две приемопередающие антенны, устанавливаемые сверху и снизу фюзеляжа (одна из них направленная (сверху), другая всенаправленная), отдельные антенны для S- транспондеров и дисплей-индикатор в кабине. В нем совмещается три прибора: указатель вертикальной скорости, прибор обзора воздушной обстановки (метки отслеживаемых самолетов) и командный прибор, выдающий рекомендательные команды к действию. Однако у TCAS нет собственного приемопередатчика и при работе системы используются бортовые приемопередатчики системы управления воздушным движением (УВД), или транспондеры. Транспондер — это приемопередающее устройство, которое посылает свой радиосигнал в ответ на принятый (от transmitter-responder - передатчик-ответчик). То есть эти устройства используют принцип вторичной радиолокации.

•19. Каким образом производится разведение конфликтующих ВС в TCAS? Когда с диспетчера снимаются задачи по эшелонированию ВС?

11.11.1. Как только воздушное судно прекращает соблюдать диспетчерское разрешение или указание в связи с выполнением им RA или пилот сообщает о RA, с диспетчера УВД снимаются задачи за обеспечение эшелонирования между данным воздушным судном и другими воздушными судами, непосредственно затрагиваемыми маневрированием, начатым в соответствии с ним. Вно анализируется и оценивается потенциальная угроза со стороны сближающихся ВС, выдаются предупреждающие сигналы, высвечивающиеся на индикаторе (в виде разных по форме и цвету символов, отображающих степень близости и опасности ВС), и выдаются визуальные и звуковые (на английском языке) рекомендации экипажу для предупреждения столкновений. Отслеживание сближающихся ВС осуществляется приемом сигналов на верхнюю и нижнюю направленные антенны. Ненаправленные антенны предназначены для работы ответчика. Визуальные рекомендации выдаются на индикаторы в виде линий зеленого и красного цвета на шкале вертикальной скорости, соответствующих рекомендуемым и запрещенным значениям. При этом используются следующие критерии: - диапазон относительных высот для контроля воздушной обстановки – ± 2650 м; - расстояние до ВС, при котором выдается речевое сообщение – 11, км (на встречных или пересекающихся курсах), 0,46 км (на попутном курсе); - относительная высота для выдачи речевого сообщения – 1275 м (предупреждение), 1275 м (команды на маневр).

•20. В чем заключается принцип работы GPS-навигатора?

Принцип работы спутниковых систем навигации основан на измерении расстояния от антенны на объекте (координаты которого надо получить) до спутников, положение которых известно с большой точностью. Таблица положения всех спутников называется альманахом, которым должен располагать любой спутниковый приемник до начала измерений. Обычно приемник сохраняет альманах в памяти со времени последнего выключения и, если он не устарел – мгновенно использует его. Каждый спутник передает в своем сигнале весь альманах. Таким образом, зная расстояния до всех спутников системы, с помощью обычных геометрических построений, на основе альманаха, можно вычислить положение объекта в пространстве.

•21. Чем отличается RNAV от RNP?

Зональная навигация RNAV - метод навигации, позволяющий воздушным судам выполнять полет по любой желаемой траектории в пределах зоны действия наземных (VOR, DME) или спутниковых (GPS или других GNSS) навигационных средств, или в пределах, определяемых возможностями автономных средств (инерциальная система IRS или INS), или их комбинации. Таким образом зональная навигация позволяет осуществлять полеты по точкам на трассе, не привязанным к наземным радионавигационным средствам, что значительно повышает гибкость дизайна воздушных трасс, позволяя летать прямее, а так же обеспечить требуемые характеристики точности выдерживания нахождения самолёта на трассе.

С RNP (Required Navigation Performance или добавлением к RNAV функциональной возможности мониторинга, что получило название требования к навигационным характеристикам), стала возможной еще большая оптимизация использования воздушного пространства. Мониторинг эксплуатационных характеристик и выдача предупреждений на борту ВС указывают на «нахождение ВС в пределах» относительно минимальных требований к техническим характеристикам аэронавигационных систем. Мониторинг эксплуатационных характеристик и выдача предупреждений на борту ВС позволяют летному экипажу определять, когда система RNP не достигает требуемых от нее эксплуатационных характеристик и безопасная навигация относительно местности должна контролироваться пилотом самостоятельно. Таким образом RNP позволяет еще более точно выдерживать навигацию в полёте, или предупреждать о выходе точностной характеристики за пределы допустимые для данного участка. Дело в том, что для разных участков, требуется разная точность навигации. Например, при полётах над океанами, или тундрой применяется RNP 10 или RNP 4, что означает соответственно, определение своего местоположения с точностью до круга с радиусом 10 м. миль или 4 м. мили в течение, по крайней мере, 95 % общего полетного