

# **ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПОЛЕТОВ В ЗОНАХ УПРАВЛЕНИЯ ВОЗДУШНЫМ ДВИЖЕНИЕМ**

**З.З. Шамсиев, Н.С. Рустамов**

Ташкентский государственная техническая университет, Ташкент,  
Узбекистан

Развитие гражданской авиации в условиях глобализации экономик обуславливает необходимость целенаправленного совершенствования систем навигации и управления воздушным движением (УВД) с целью повышения эффективности использования воздушного пространства (ВП), включая решение задач по снижению негативного влияния человеческого фактора на процессы летной эксплуатации воздушных судов (ВС). В части этого одной из самых результативных мер является внедрение средств и систем зональной (внетрассовой) навигации (RNAV), которая базируется на концепции PBN и безвозвратно вытесняет традиционные методы навигации, основанных на использовании наземных радиотехнических средств.

Создание и широкое распространение Концепции PBN связано с обеспечением условий для более экономичного использования ВП путем варьирования линий следования ВС, при котором достигается более прямой маршрут движения. Строгое соблюдение установленных трасс является необязательным, если принятый вариант линии полета безопасен. Данная концепция разгружает ВП на пути следования ВС, а также позволяет экономить летное время и авиационное топливо, что сказывается на росте общей экономической и коммерческой эффективности авиаперевозчиков. Актуальность навигации ВС на основе концепции PBN подтверждается исследованиями ИКАО [1]. В данном источнике приведены веские рекомендации в пользу более интенсивного внедрения концепции PBN в систему УВД. В частности, сказано: «Внедрение PBN в настоящее время является наивысшим приоритетом мирового авиационного сообщества в области аэронавигации. Концепция PBN обладает рядом значительных

преимуществ, включая повышенную безопасность благодаря более частому применению захода на посадку с прямой по приборам с вертикальным наведением, увеличению пропускной способности воздушного пространства, улучшению доступности аэропортов, повышению эффективности полетов, снижению затрат на инфраструктуру и уменьшению воздействия на окружающую среду. PBN это не обособленная концепция; она является одним из элементов, поддерживающих стратегические цели концепции воздушного пространства, наряду со связью, навигацией и наблюдением/организацией воздушного движения (CNS/ATM)». На рис. приведена принципиальная схема зональной навигации. Из нее видно как ВС выполняет полет по прямой линии, исключив пролет над наземными радиомаяками, что обеспечивает значительное сокращение расстояния.

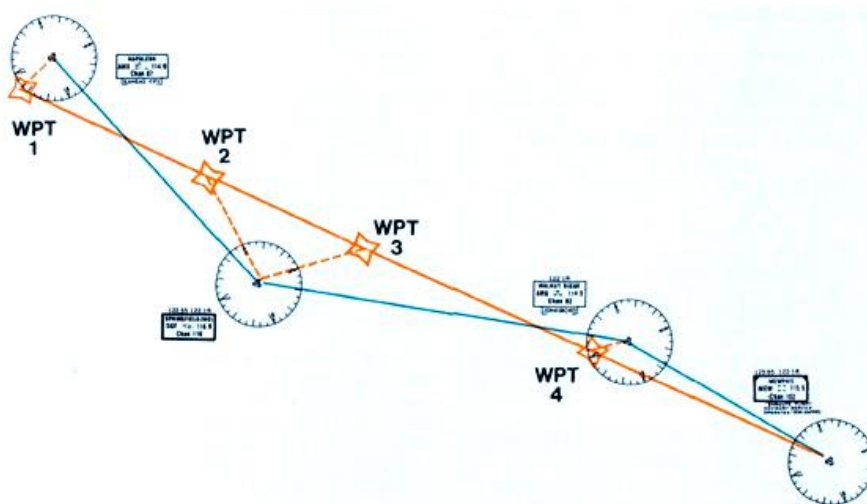


Рис. Принцип полета с использованием средств зональной навигации

По сведениям упомянутого выше источника [1] в 2014 году Узбекистан отнесен к числу стран, не использующих концепцию PBN. Однако в 2018 году авиационная компания Узбекистана разработала и приняла план внедрения навигации, основанной на характеристиках (PBN) в ВП Республики Узбекистан. Это, прежде всего, связано с новыми экономическими приоритетами государства, при которых немаловажное значение уделяется сегменту туристических услуг, что как следствие приведет к значительному росту пассажиропотоков. Интенсивному освоению

зональной навигации в Узбекистане есть все основания, т.к., эксплуатируемые ВС обладают необходимыми характеристиками в разрезе концепции PBN.

Использование концепции PBN выдвигает определенные требования и условия, прежде всего это пересмотр системы подготовки кадров для структур обслуживания воздушного движения, в учебном плане которого больше внимание уделяется традиционным процессам и средствам навигации и управления. Будущие специалисты должны обладать знаниями о современных бортовых средствах навигации в контексте применения космических технологий и глобальных спутниковых системах связи, например, NASTAR (GPS) и ГЛОНАСС, которые эффективно используются для контроля воздушной позиции ВС.

Обязательным условием использования концепции PBN является выполнение требований к навигационным характеристикам (Required Navigation Performance, RNP), представляющей собой RNAV, что в большей степени связано с требованиями к автономному контролю на борту за выдерживанием характеристик и выдаче предупреждений.

Полеты с использованием RNAV, как было сказано выше, позволяют устранить свойственные обычным маршрутам и схемам, когда воздушное судно должно пролетать над опорными навигационными средствами, и тем самым позволяет обеспечить эксплуатационную гибкость и эффективность. Системы RNAV призваны обеспечить заданный уровень точности с повторяющимся и предсказуемым определением траектории движения ВС в соответствии с данным прикладным процессом [1].

Навигационная функция RNAV вычисляет данные, включающие в себя местоположение ВС, скорость, путевой угол, угол наклона траектории в вертикальной плоскости, угол сноса, магнитное склонение, барометрическую скорректированную абсолютную высоту, направление и силу ветра. Она также может выполнять автоматическую настройку радиосредств, а также обеспечивать ручную настройку. Хотя навигация может основываться на

одном типе навигационного датчика, например, глобальной навигационной спутниковой системы (GNSS), многие системы представляют собой многодатчиковые системы RNAV. Такие системы для вычисления местоположения и скорости ВС используют разнообразные навигационные датчики, включая всенаправленный дальномерный радиомаяк (Distance Measuring Equipment, DME) и всенаправленный азимутальный радиомаяк (VHF Omni-directional Radio Range, VOR) [2]. Система RNAV подтвердит достоверность данных индивидуальных датчиков и в большинстве случаев также подтвердит согласованность различных наборов данных, прежде чем они будут использованы. Многодатчиковые системы RNAV, в которых отсутствует GNSS для расчета местоположения и скорости, автоматически выбирают менее приоритетный режим обновления, такие как DME/DME или VOR/DME. Если такие режимы обновления радиоданных не работают или отвергнуты, система в этом случае может автоматически перейти к инерциальному режиму. По мере того как ВС выполняет полет по маршруту, система RNAV, если она пользуется наземными навигационными средствами, использует текущую оценку местоположения ВС и его внутреннюю базу данных для автоматической настройки на наземные станции, для получения самого точного местоположения по радиосредствам. Система RNAV способна обеспечить боковое и вертикальное наведение ВС. Функция бокового наведения сравнивает местоположение ВС, задаваемое навигационной функцией, с желаемой траекторией полета в боковой плоскости, а затем генерирует управляющие команды, которые направляют полет ВС по желаемой траектории. Функция вертикального наведения применяется для управления ВС вдоль вертикального профиля в пределах ограничений, налагаемых планом полета. Также стоит отметить, что система RNAV должна быть способна обращаться к навигационной базе данных, разработанной при внедрении концепции воздушного пространства. В навигационной базе данных хранится заранее заложенная в нее информация о местоположении навигационных средств, точках пути, маршрутах ОВД и

схемах в районе аэродрома, а также другая соответствующая информация. Система RNAV будет использовать такую информацию для планирования полета и может также проводить перекрестные проверки между информацией от датчиков и базой данных. В то же время, индикаторы и органы управления системы обеспечивают иницирование системы, планирование полета, отслеживание отклонений от линии пути и хода полета, активное управление наведением, а также индицируют летному экипажу навигационные данные о воздушной обстановке [3].

Система RNP представляет собой систему RNAV, функциональные возможности которой обеспечивают контроль на борту за выдерживанием характеристик и выдачу предупреждений. Конкретные требования данной системы включают в себя:

- способность выдерживать заданную линию пути с обеспечением надежности, повторяемости и предсказуемости, включая криволинейные траектории полета;

- в тех случаях, когда для вертикального наведения включаются вертикальные профили, использование вертикальных углов или установленных ограничений по абсолютной высоте для определения желаемой вертикальной траектории.

Контроль за выдерживанием характеристик и выдача предупреждений может обеспечиваться следующими способами:

- отображение и индикация как требуемых, так и расчетных характеристик навигационной системы;

- контроль за характеристиками системы и выдача экипажу предупреждений, когда требования RNP не соблюдаются;

- индикация бокового отклонения от линии пути со шкалой, соизмеримой с RNP, наряду с отдельным контролем и выдачей предупреждений для обеспечения навигационной целостности.

Производство полетов, основанных на характеристиках, базируется на способности обеспечить надежные, повторяющиеся и предсказуемые

траектории полета в целях повышения пропускной способности и эффективности планируемых операций. Для выполнения основанных на характеристиках полетов необходимы не только функции, которые традиционно обеспечиваются системой RNAV, но также могут потребоваться специальные функции для совершенствования схем, повышения эффективности воздушного пространства и операций УВД. К этой последней категории относятся возможности системы в отношении траекторий с заданным радиусом, полеты в зоне ожидания по RNAV или RNP и боковые смещения[4].

Основными преимуществами внедрения PBN в воздушном пространстве Республики Узбекистан являются:

- снижение количества задержек в воздушном пространстве с помощью внедрения маршрутов RNAV и дополнительных точек прилета и вылета в районах аэродромов;

- снижение загруженности летного и диспетчерского состава путем уменьшения количества выходов на связь «земля-воздух» и «воздух-земля»;

- повышение эффективности полетов путем сокращения длины линий пути маршрутов, схем выхода из района аэродрома и захода на посадку;

- повышение пропускной способности воздушного пространства путем сокращения распределения полетных траекторий в пространстве;

- повышение уровня безопасности полетов в связи с увеличением точности навигации;

- уменьшение экологических последствий деятельности авиации за счет снижения уровня шума над населенными пунктами [5].

Введение маршрутов зональной навигации в верхнем воздушном пространстве Республики Узбекистан позволит увеличить экономичность производства полетов путем сокращения путевых траекторий ВС, а также снизить загруженность диспетчеров УВД путем уменьшения количества выходов на связь типа «земля – воздух».

## Список использованной литературы

1. ICAO Doc 9613. Руководство навигации, основанной на характеристиках (PBN). Монреаль: ИКАО, 2013.
2. Вовк В.И., Липин А.В., Сарайский Ю.Н. Зональная навигация. Москва, 2004.
3. Логвин А.И., Бабич А.А. Структура маршрутов зональной навигации. Научный вестник МГТУ ГА № 152. Москва, 2010.
4. ICAO Cir 336. Переход от зональной навигации к требуемым навигационным характеристикам в обозначении карт захода на посадку по приборам. Монреаль: ИКАО, 2015.
5. Резолюция ИКАО № А39-1. Сводное заявление о постоянной политике и практике ИКАО в области охраны окружающей среды. Общие положения, авиационный шум и качество местного воздуха. Монреаль: ИКАО, 2016.