

УДК 656.7.052.001.76(045)

¹О.Є. Луппо, к.пед.н., доц.
²В.А. Лазоренко, асист.
 А.С. Губаренко, студ.

КОНЦЕПЦІЯ НАВІГАЦІЇ НА ОСНОВІ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК

Національний авіаційний університет

¹E-mail: luppo-ae@mail.ru

²E-mail: flip7@ukr.net

Розглянуто проблеми та перспективи розвитку повітряного простору та повітряного руху України. Визначено концепцію PBN як ефективний спосіб вирішення проблем повітряного простору та руху.

Рассмотрены проблемы и перспективы развития воздушного пространства и воздушного движения Украины. Определено концепцию PBN как эффективный способ решения проблем воздушного пространства и движения.

Problems and prospect of airspace and air traffic development have been examined. PBN concept has been defined as effective way to solve problems of airspace and air traffic.

Постановка проблеми

З кожним роком збільшується кількість польотів і напрямів польоту, а отже, підвищуються і вимоги до міжнародної і внутрішньої авіації. Потрібна нова концепція, яка б дозволила:

- збільшити пропускну здатність секторів організації повітряного руху;
- підвищити ефективність використання повітряного простору;
- зменшити навантаження на авіаційного диспетчера;
- підвищити рівень безпеки польотів.

Мета роботи – створення нової системи організації повітряного руху та повітряного простору для забезпечення ефективності майбутньої авіації.

За допомогою поточних технологій можна вирішити більшість проблем, які постали перед авіацією:

- насичений повітряний простір;
- підвищення паливної ефективності;
- захист навколишнього середовища;
- заходження на посадку на основі зональної навігації (RNAV–Area Navigation).

Але для цього необхідно забезпечити стандартизацію, встановити експлуатаційні вимоги, вживати заходи щодо збільшення потенціалу повітряного простору та кількості літаків, які обслуговуються одним авіаційним диспетчером:

- скорочення мінімуму вертикального ешелонування (RVSM–Reduced Vertical Separation Minima);
- створення паралельних маршрутів;

- реструктуризація повітряного простору;
- удосконалення керування повітряним рухом;
- упровадження засобів з метою збільшення кількості літаків, якими керуватимуть диспетчери без збільшення навантаження.

Спеціальний комітет з майбутніх аеронавігаційних систем визначив необхідність у навігації на основі експлуатаційних характеристик та розробив концепцію здатності до виконання польотів на основі потрібних навігаційних характеристик (RNP–Required Navigation Performances), щоб запобігти витратам для Міжнародної організації цивільної авіації (ICAO–International Civil Aviation Organization) на вибір між конкуруючими системами.

Концепція навігації на основі експлуатаційних характеристик (PBN–Performance Based Navigation) являє собою поєднання вимог систем RNAV та RNP. Поняття PBN конкретизує вимоги RNAV як системні вимоги авіації щодо точності, цілісності, придатності, неперервності і функціональності. Поняття PBN означає перехід від навігації, основаної на вимогах до обладнання, до навігації, що ґрунтується на експлуатаційних вимогах до літаків. Перевагами PBN порівняно з концепцією RNP є:

- зменшення потреби в підтриманні специфічних для навігаційних датчиків маршрутів і процедур і відповідних витратах;
- уникнення потреби в розвитку специфічних для датчиків дій з кожною новою еволюцією навігаційних систем, які були б економічною перешкодою;

– ефективного використання повітряного простору (підвищення пропускної здатності, паливної ефективності, зменшення шумів);

– визначення шляху, яким використовуються системи RNAV;

– полегшення оперативного процесу погодження для користувачів;

– забезпечення обмеженого набору навігаційних специфікацій, що призначаються для глобального використання.

Специфікації RNAV/RNP

Специфікації RNAV/RNP містять класичні характеристики (точність, цілісність, готовність та неперервність обслуговування) та додаткові вимоги до функціональних можливостей (вертикальні маневри (VNAV–Vertical Navigation) паралельні траєкторії, типів обладнання; підготовки пілотів (рис. 1).

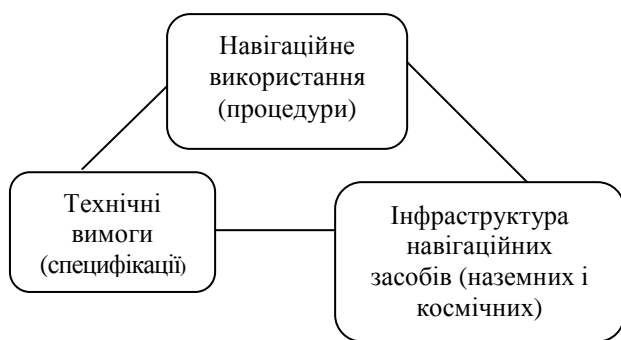


Рис. 1. Схема концепції PBN

До складових частин кожного компонента PBN належать:

- інфраструктура навігаційних засобів;
- технічні вимоги;
- навігаційне використання.

Навігаційними засобами наземного базування є навігаційні засоби космічного базування VOR, DME (але не NDB), глобальна навігаційна супутникова система (GNSS), GPS, ГЛОНАСС, GALILEO.

Одна з цілей концепції PBN – обмеження кількості глобально використовуваних навігаційних технічних вимог:

- експлуатаційні характеристики системи RNAV;
- функціональні можливості системи RNAV для забезпечення експлуатаційних характеристик;
- навігаційні датчики системи RNAV для забезпечення експлуатаційних характеристик;

– вимоги до льотного екіпажу для досягнення потрібних експлуатаційних характеристик системою RNAV.

Система RNP повинна мати функцію автоматичного слідкування за характеристиками та функцію попередження екіпажу (Monitoring & Alerting). Система RNAV – може не мати такої функцію (рис. 2).

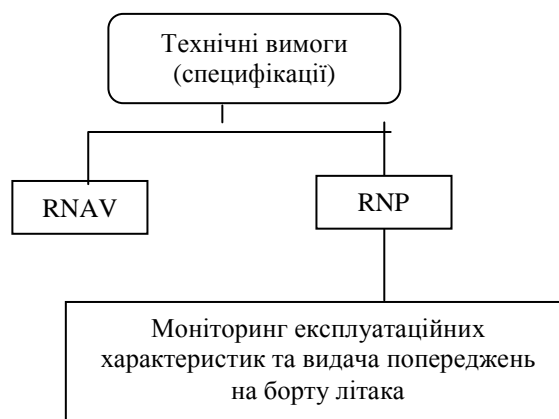


Рис. 2. Схема складових технічних вимог

Моніторинг експлуатаційних характеристик та видача попереджень на борту літака вказують на перебування літака в межах мінімальних вимог до технічних характеристик аеронавігаційних систем та положень Додатка 11 ICAO, а також дозволяють екіпажу виявити, коли система RNP не досягає відповідних експлуатаційних характеристик.

Навігаційні технічні вимоги показано на рис. 3.

Маршрути SID та STAR повинні ґрунтуватися на технічних вимогах RNAV і RNP, а схеми заходу на посадку – на технічних вимогах RNP.

Отже, маршрутний повітряний простір, де необхідно виконувати польотів на основі RNAV), охоплює:

- океанічний район польотів з використанням RNAV 10 та RNP 4;
- віддалений континентальний повітряний простір з використанням RNAV 5, RNAV 2 та RNAV 1.

Повітряний простір зони підходу до аеродрому, де необхідно виконувати польоти на основі RNAV, складається з зони:

- зони аеродрому з використанням RNAV 1, RNAV 2 та Basic-RNP 1;
- заходу на посадку з використанням RNP APCH, RNP AR APCH, якщо звичайні заходи на посадку з прямої експлуатаційно неможливі.

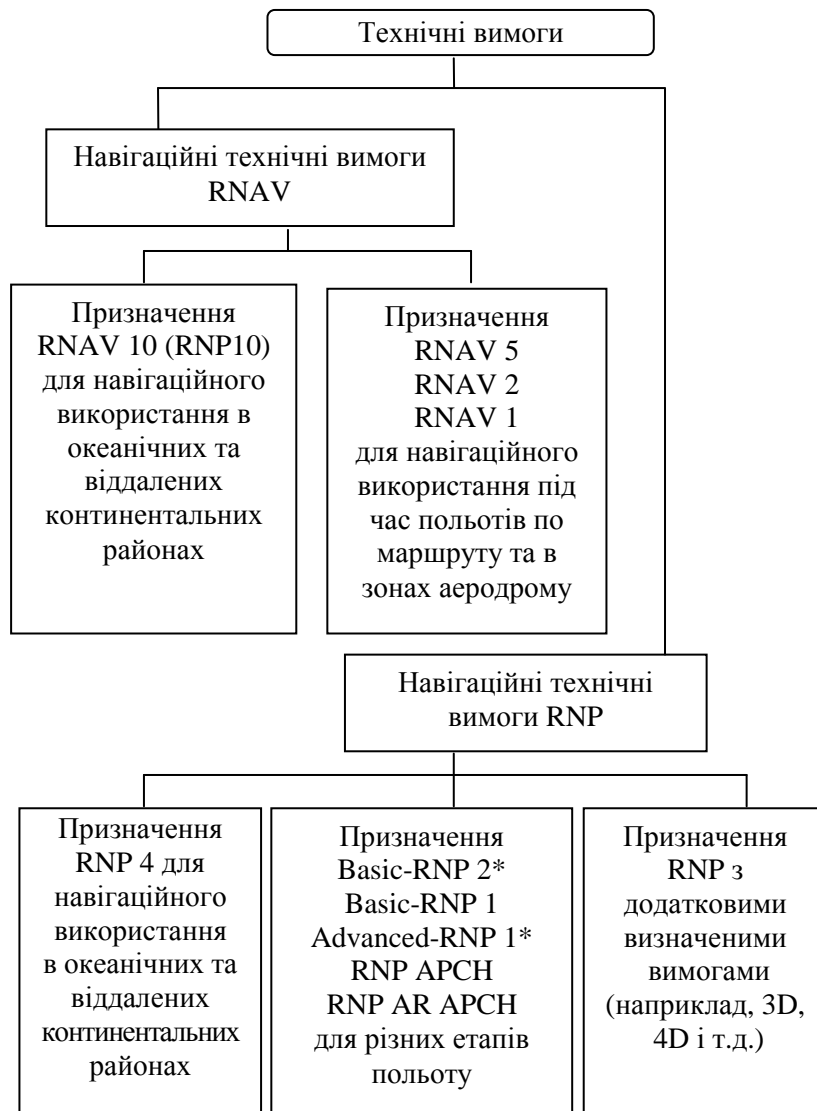


Рис. 3. Схема технічних вимог PBN:

* потенційні навігаційні технічні вимоги

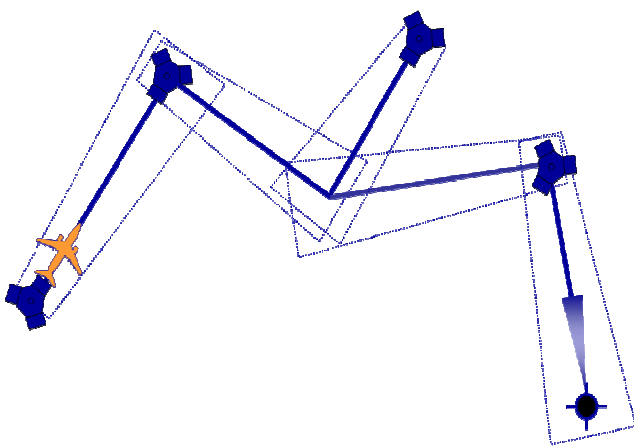


Рис. 4. Навігація за допомогою наземних навігаційних засобів

Переваги концепції PBN

Переваги концепції PBN при порівнянні типів навігації використовують:

- на етапах польоту по маршруту;
- на етапах заходу на посадку;
- у районі підходу до аеродрому;
- для зменшення шумового впливу на навколишнє середовище.

У разі використання традиційних навігаційних засобів наземного базування (рис. 4):

- повітряні кораблі пролітають над навігаційними засобами або точками перетину їх азимутів;
- точність індикації залежить від відстані;
- захисна зона розширюється («розкошена»).

Тому гнучкість під час установки маршрутів та схем польотів обмежена. При використанні навігації за методом RNAV (рис. 5):

- використовуються навігаційні засоби наземного або космічного базування;
- літак виконує політ над точками маршруту;
- постійна за шириною захисна зона (лінійна).

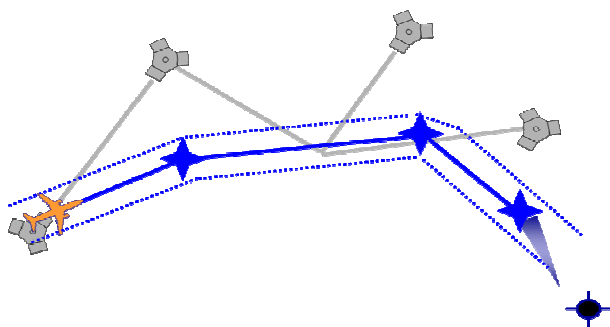


Рис. 5. Зональна навігація RNAV

Метод навігації RNAV дозволяє підвищувати гнучкість під час розрахунків маршрутів і схем.

За такого методу навігації на основі потрібних навігаційних характеристик до RNAV додаються (рис. 6):

- моніторинг та видача попереджень на борту літака;
- можливість виконувати політ із заданим радіусом розвороту відносно опорної точки.

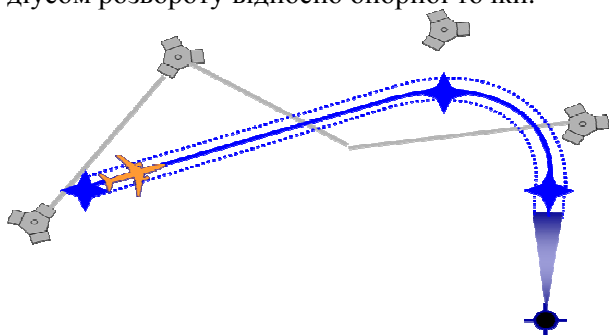


Рис. 6. Навігація з використанням RNP

Навігація на основі RNP дозволяє оптимальне використання повітряного простору.

Переваги RNP на етапах заходу на посадку (RNP APCH, RNP AR APCH) дозволяють:

- значно знизити ризик у разі виконання неточних заходів на посадку;
- зменшити експлуатаційні затрати (економія палива і часу);
- збільшити пропускну здатність району аеродрому (полегшується керування повітряним рухом, зменшується час очікування);

– зменшити експлуатаційні мінімуми (підвищується регулярність польотів);

– вирішити проблеми навколишнього середовища та чутливих до шумів районів.

Перевагою PBN в районі підходу до аеродрому є скорочення протяжності маршрутів RNAV для вильоту та прильоту в термінальному районі шляхом спрямування маршрутів.

Скорочення маршрутів дозволить максимально включити маршрути прибуття у фазу заходу на посадку. Для зведення до мінімуму витрати палива маршрути розроблятимуться таким чином, щоб оптимізований профіль заходу на посадку можна було виконувати, використовуючи систему FMS (Flow Management System).

Для аеропортів, що не обладнані радіолокаторами, RNAV може бути ефективною щодо скорочення маршрутів.

З поліпшенням ефективності керування повітряним рухом, що є результатом скорочення маршрутів, викид парникових газів (CO₂) в атмосферу зменшиться.

Для зниження шуму будуть розроблені маршрути обходу населених пунктів та інших чутливих до шумів районів. Процедури RNAV та RNP, за допомогою систем FMS будуть запобігати будь-якому збільшенню шумового впливу.

Висновки

Натепер постала нагальна потреба в глобальному узгодженні між державами – членами ICAO стратегій забезпечення навігації, що ґрунтується на експлуатаційних характеристиках.

Заснована на експлуатаційних характеристиках навігація як концепція організації повітряного простору є потужним інструментом ефективного використання повітряного простору й отримання значних експлуатаційних переваг унаслідок підвищення пропускну здатності.

Література

1. *Doc. 9613 Performance Based Navigation Manual final draft*, 2007.
2. *Одиннадцатая Аэронавигационная конференция*. – Монреаль, 22 сент. – 3 окт. 2003.
3. *ICAO Doc.001, European Region Area Navigation (RNAV) guidance material, fifth edition*, September 2003.
4. *Doc 9905-AN/471, Required Navigation Performance Authorization Required (RNP AR), Procedure Design Manual*, 2005.