

УДК 656.7.052:656.7.08(045)

Д.О. Корчунов, мол. наук. співроб.

ВПЛИВ ПЕРЕХОДУ ДО МЕНШИХ ПОТРІБНИХ НАВІГАЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК НА ЙМОВІРНІСТЬ КАТАСТРОФИ ПРИ ЗОНАЛЬНІЙ НАВІГАЦІЇ ДЛЯ РІЗНИХ ТИПІВ ЛІТАКІВ*Розглянуто вплив переходу до перспективних RNP при зональній навігації для різних типів літаків згідно з нормами ICAO.*

Вступ. У цивільній авіації (ЦА) багатьох країн світу донині відбуваються небезпечні зближення і зіткнення літальних апаратів (ЛА) у польоті. Над проблемою запобігання катастроф ЛА в польоті давно працюють авіаційні адміністрації, наукові установи і конструкторські бюро провідних країн світу.

Ефективність і безпека повітряного руху більшою мірою залежить від системи аеронавігаційного обслуговування. Ефективність визначає економічну доцільність. Зростання кількості авіаперевезень протягом останніх двох десятиліть відбувається безупинно, а в майбутньому десятиріччі прогнозується подвійне збільшення обсягів авіаперевезень. З цих позицій важливість підвищення виживання при авіаційних подіях набуває ще більшого значення. Усе це відбувається в умовах конкурентної боротьби за ринки.

Для досягнення максимального ступеня однаковості в глобальному масштабі там, де це сприяє збільшенню безпеки й ефективності повітряного транспорту, ICAO приймає відповідні документи, що регламентують діяльність ЦА. Введення в Україні методу зональної навігації (RNAV), який дозволяє здійснювати польоти по спрямленому шляху і ввести додаткові траси польоту, є актуальною проблемою теперішнього часу.

Збільшення кількості повітряних трас підвищує ризик зіткнень ЛА. Якщо в конкретному районі повітряного простору збільшується інтенсивність повітряного руху, то через планування вирішується питання зміни використання повітряного простору шляхом зміни мінімумів ешелонування конфігурації маршрутів, щоб зберегти припустимий рівень ризику зіткнень ЛА.

При застосуванні зональної навігації найбільш серйозною проблемою є відображення різних маршрутів, запланованих окремими рейсами так, щоб можна було відразу ж визначити можливість потенційних конфліктних ситуацій. Така проблема стає особливо актуальною з появою нових рейсів у поточній повітряній обстановці.

Ризик зіткнень є функцією навігації, інтенсивності повітряного руху, системи спостереження, зв'язку, системи керування повітряним рухом тощо. Розробка моделей ризику зіткнень ЛА необхідна для безпеки руху. Система організації повітряного руху (ОІПР) повинна працювати на рівні міжнародних стандартів. У міру зростання інтенсивності руху все більше підвищується ризик небезпечних зближень і зіткнень ЛА, тому оцінка ризику зіткнень для досягнення заданого рівня безпеки є дуже важливою задачею. Оцінка ризику зіткнення дозволить забезпечити перевірку бортової радіонавігаційної супутникової апаратури для організації польотів ЛА відповідно до нормативно-технічної документації ICAO, у тому числі з урахуванням потрібних навігаційних характеристик (RNP).

Постановка задачі. Для можливості безпечного впровадження RNAV необхідно розробити модель оцінки ризику катастрофи з урахуванням переходу до менших RNP. До моделювання ризику польотів за методом RNAV було використано двохальтернативну модель (ДМ). Для цього моделювався політ літака за методом RNAV. Об'єктом дослідження являлося додержання ЛА меж свого повітряного коридору для різних варіантів RNP, регламентованих міжнародними нормами, типів ЛА і складу бортового обладнання, а також наземної інфраструктури відповідно до стандартів та рекомендованої практики ICAO згідно з діючою моделлю [1–3].

При імітаційному моделюванні оцінювалися:

– бічні відхилення ЛА від необхідної траєкторії польоту (в ідеалі вісь траси);

– час, протягом якого ЛА знаходиться в межах свого повітряного коридору (виконується дискретне «спостереження» за дотриманням ЛА траєкторії польоту, тобто вимірюється кількість відліків, які показують, що ЛА знаходиться в межах чи за межами траси.

Принцип експерименту полягає в тому, що літак, який рухається за заданим алгоритмом, пролітає декілька разів по ділянці траси, що знаходиться в зоні контролю наземного обладнання, відповідно до правил RNAV. Ділянка траси може бути різною за довжиною, що рівнозначно зміні віддалення від траси наземного обладнання, тобто чим ближче до траси наземне навігаційне обладнання, тим більша ділянка траси попадає в його зону дії. Протягом кожного прольоту літака знімаються виміри (із заданою точністю) перебування літака відносно осі траси (рис. 1) і фіксуються виміри, які показують, що літак перебуває за межами траси.

Кількість вимірів, які свідчили про вихід ЛА за межі траси N_{KC} , дорівнює

$$N_{KC} = \sum t_{KC},$$

де t_{KC} – вимір, який свідчить про вихід ЛА за межі траси (рис. 1).

Імовірність катастрофічної ситуації визначається за формулою

$$P_{KC} = N_{KC}/N_{заг},$$

де $N_{заг}$ – загальна кількість вимірів експерименту.

При цьому ймовірність катастрофічної ситуації P_{KC} є функцією від середньоквадратичної похибки (СКП) бортового навігаційного обладнання, точності вимірів $\tau_{вим}$, типу RNP, швидкості літака ($V_{ЛА}$), СКП наземного навігаційного обладнання $\sigma_{нно}$:

$$P_{KC} = f(\sigma_{бно}, \tau_{вим}, RNP, V_{ЛА}, \sigma_{нно}).$$

Результати імітаційного моделювання показано на рис. 2.

Дані результати дають можливість зробити такі висновки:

- при переході до типів RNP з RNP 4 по RNP 5 треба враховувати літаки, яких типів будуть літати в цих умовах за методом RNAV, бо саме на цій ділянці залежність імовірності катастрофи від типу RNP найбільш чутлива до типу літаків (рис. 2);
- на ділянках (RNP 1, RNP 4) і (RNP 10, RNP 20) залежність імовірності катастрофи від типу RNP слабо чутлива до типів літаків, що має дуже важливе значення за умовами використання RNP 1, тобто мінімального скорочення бічного ешелонування при RNAV;
- починаючи з RNP 5 (у бік збільшення RNP) рівень катастрофи має прийнятний рівень (менш, ніж 0,15 для літака типу E і менш, ніж 0,08 для літака типу A), тобто згідно з діючою ДМ може бути рекомендоване використання RNP починаючи з RNP 5 і вище.

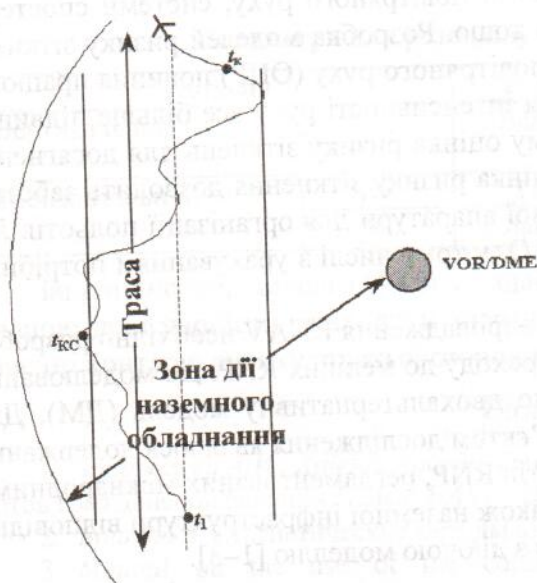


Рис. 1. Структура розташування об'єктів при імітаційному моделюванні

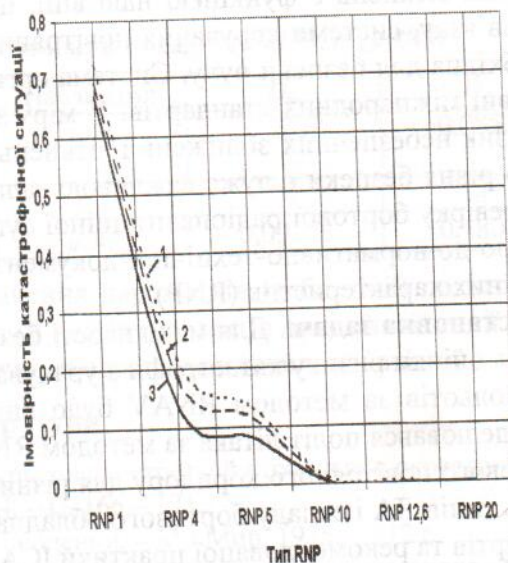


Рис. 2. Залежність імовірності катастрофи від типу RNP для різних типів літаків:

1 – літак типу E; 2 – літак типу C; 3 – літак типу A

Хоча польоти зональної навігації основної категорії точності (BRNAV) достатньо прості і доповнюють собою звичайні польоти, їх можна розглядати як перший крок на шляху еволюції до більш комплексної навігації маршрутами, що вимагають використання систем RNAV високої категорії точності на маршрутній фазі, у зоні очікування, для стандартного вильоту, стандартного прибуття й точного заходу на посадку, що можуть бути зіставленими із звичайними заходами на посадку на необладнану смугу.

Список літератури

1. *Методика определения минимумов эшелонирования, применяемых для разделения параллельных линий пути в структурах маршрутов ОВД*. Циркуляр 120-AN/89/2. – Монреаль: ICAO, 1976. – 238 с.
2. *Руководство по требуемым навигационным характеристикам (RNP)*. 2-е изд. – Монреаль: ICAO, 1999. – 43 с.
3. *Руководство по методике планирования воздушного пространства для определения минимумов эшелонирования*. 1-е изд. – Монреаль: ICAO, 1998.

Стаття надійшла до редакції 26. 06. 02.

УДК 621.396.96

Л.М. Нестерова, мол. наук. співроб.

АНАЛІЗ СХЕМ ПОЄДНАННЯ КООРДИНАТНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ В ІНТЕГРОВАНІЙ СИСТЕМІ ПОПЕРЕДЖЕННЯ ЗІТКНЕНЬ

Визначено основні тенденції інтегрування засобів забезпечення польотів. Наведено результати моделювання ймовірнісних характеристик інтегрованих систем та проаналізовано ефективність різних схем поєднання інформації.

На теперішній час існує декілька систем визначення місцезнаходження повітряного корабля (ПК) і систем попередження зіткнень (СПЗ). Задачею інтегрованої СПЗ є об'єднання існуючих систем в єдину СПЗ для глобального спостереження за ПК і запобігання зіткнень. Екіпаж ПК має можливість визначати своє місце розташування за допомогою таких систем:

- радіомаякових систем типу VOR/VOR, DME/DME, VOR/DME, PVOR, DVOR, PDVOR, РСВН, РСДН;
- супутникової системи навігації GNSS (спільне використання систем GPS і GLONASS);
- системи радіолокаційного спостереження;
- інерційних навігаційних систем.

Надмірність інформації про місцезнаходження ПК дозволяє підвищити точність і достовірність визначення місця його розташування. Підвищення точності і достовірності інформації про місце розташування ПК сприяє поліпшенню якості роботи СПЗ і дозволяє підвищувати щільність повітряного руху [1].

Крім перерахованих систем, на борту літака необхідна установка системи попередження про вліт у зсув вітру. Застосування даної системи дозволить знизити можливість катастроф, причиною яких є зсув вітру на малих висотах і полегшити роботу пілотів у подібних ситуаціях.

Ця ідея цілком узгоджена з глобальним планом переходу до систем CNS/ATM ICAO. На теперішній час спостереження за повітряним простором побудовано на використанні первинних і вторинних радіолокаторів (у районах аеродромів і континентальному повітряному просторі) та мовних повідомлень про місце розташування ПК (в океанічному повітряному просторі і поза зонами радіолокаційного контролю). У майбутньому планується зниження потреби в первинних радіолокаторах і впровадженні автоматичного залежного спостереження (АЗС). Повні переваги АЗС реалізуються при використанні двосторонньої лінії передачі даних і/або мовного