

- обмеження мовного зв'язку і відсутність систем обміну цифровими даними «повітря-земля», які забезпечують використання автоматизованих систем як на борту так і на землі;
- жорсткий розподіл повітряного простору і структури маршрутів;
- обмежена можливість обміну інформацією в реальному часі;
- відсутність єдиного планування у взаємодії органів керування рухом ЛА, аеропортів і користувачів повітряного простору;
- нездатність використання в повному обсязі можливостей бортового обладнання.

Традиційні методи збільшення пропускної здатності за рахунок подальшого збільшення кількості секторів повітряного простору вичерпали свої можливості в деяких районах і не є ефективними. Існуючі процедури і концепції організації повітряного руху АТМ (Air Traffic Management) мають обмеження принципового характеру, тому вони не можуть забезпечити прогнозоване збільшення обсягу повітряних перевезень та задовольнити плинність вимог користувачів.

Вийти з такого скрутного становища можна шляхом повного використання можливостей існуючих та майбутніх технічних засобів, які розробляються, а також за рахунок впровадження нових концепцій, процедур і розвитку додаткової аеронавігаційної інфраструктури. Значний прогрес у цьому напрямі можливий в результаті переходу до глобальної системи зв'язку, навігації, спостереження і організації повітряного руху CNS/ATM (Communications, Navigation, Surveillance / Air Traffic Management). Зазначений підхід розвитку глобальних систем CNS/ATM, запропонований Комітетом FANS і схвалений на Десятій Аеронавігаційній конференції (вересень 1991 року), означає початок нової ери і дозволить задовольнити вимоги співтовариства цивільної авіації у наступному столітті.

Під глобальною системою CNS/ATM розуміють системи зв'язку, навігації і спостереження на основі використання цифрової техніки, в тому числі супутникових систем і різного рівня автоматизації, які використовуються з метою забезпечення цілісної глобальної системи організації повітряного руху.

Стратегічне призначення такої системи полягає в сприянні впровадження цілісної глобальної системи організації повітряного руху, яка дасть можливість експлуатантам ЛА додержуватись запланованого часу вильоту та прибуття, а також використовувати переважні профілі польотів з мінімальними обмеженнями і без зниження узгоджених рівнів безпеки польотів.

Метою впровадження системи CNS/ATM є створення цілісної глобально скоординованої системи аеронавігаційного обслуговування, яка буде відповідати зростаючим вимогам світу в повітряних перевезеннях та забезпечувати ряд переваг. На рис. 1 показані переваги глобальної системи CNS/ATM в узагальненому вигляді.

Організація повітряного руху. Проект розвитку. Еволюційний проект майбутньої системи АТМ повинен бути прийнятним і мати експлуатаційно сумісні елементи системи на міжнародному рівні. Необхідно передбачити можливість впровадження обладнання різних рівнів складності для здійснення обслуговування в різних регіонах. В зв'язку з цим важливо забезпечити сполучення систем і процедур сусідніх регіонів таким чином, щоб відповідні кордони держави були непомітними для користувачів повітряного простору.

Оскільки система повинна розвиватися еволюційно, то в перехідний період необхідно буде одночасно використовувати стару і нову системи. Тривалий перехідний період призведе до ускладнення, пов'язаного з необхідністю використання змішаного складу бортового обладнання. Крім того, необхідно буде забезпечити обмін інформацією центри з різним рівнем автоматизації процесів АТМ.

Безумовно, що проект майбутньої системи повинен передбачати чітко зрозумілу, керувану, ефективну послідовність удосконалень, які відповідають новій системі з

нальних елементів системи і процедур її використання. Загальна структура глобальної системи ATM показана на рис. 2.

Концептуально майбутня система ATM вміщує декілька основних елементів: організацію повітряного простору ASM (Air Space Management); пов'язані з ATM фактори виконання польотів; обслуговування повітряного руху, в яке в свою чергу входять керування повітряним рухом ATC (Air Traffic Control), польотно-інформаційне обслуговування FIS (Flight Information Services) і аварійне сповіщення. Ці складові елементи будуть розвиватися із зміною їх вагомості і поступової інтеграції в повну систему. Замість поділу на відокремлені функції бортових і наземних частин буде сформована цільна функція виконання польотів як складової частини системи ATM. Така взаємодія і інтеграція функціональних елементів в одну повну систему призведе до узгодженого виконання польотів, яке на сьогоднішній день не забезпечується. Завершення функціональної інтеграції наступить після впровадження ліній передачі даних для обміну інформації між елементами ATM.

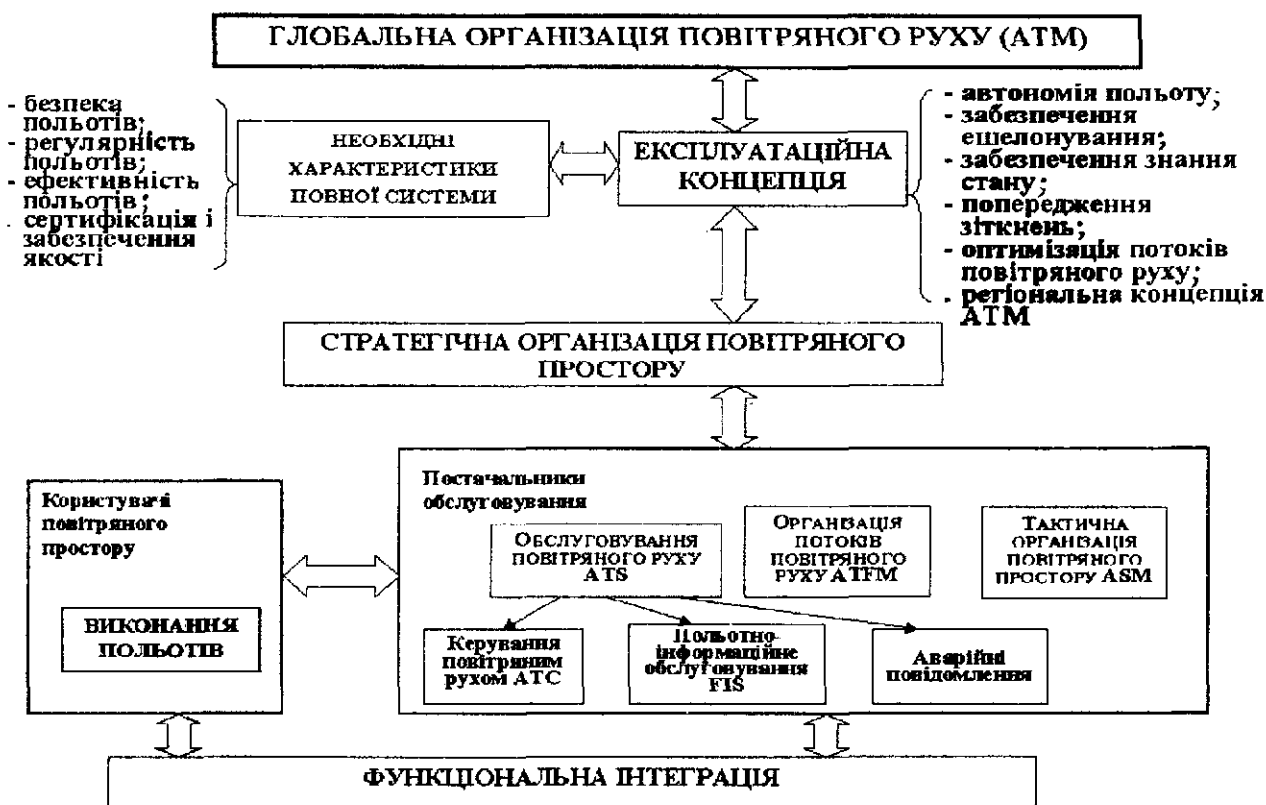


Рис.2. Система організації повітряного руху

Концепція системи ATM повинна узагальнити її переваги і дати державі та галузі чіткий напрям розробки і впровадження. Розробка концепції дозволить узгодити ряд питань: автономію польотів; забезпечення ешелонування; забезпечення знання повітряного стану; попередження зіткнення; оптимізацію потоків повітряного руху.

Стандартизація системи ATM включає розробку необхідних характеристик всієї системи. Необхідність цього кроку викликана тим, що існуюча система обслуговування повітряного руху ATS (Air Traffic Services) формувалась в умовах відсутності глобально узгоджених критеріїв безпеки, регулярності і ефективності польотів міжнародної цивільної авіації. Рівень безпеки польотів був встановлений тільки для деяких районів повітряного простору, а не на глобальній основі. Відсутність узгоджених критеріїв, які визначають пропускну здатність по-

вітряного простору або аеропорту, виключає загальну основу забезпечення безпеки і ефективності системи на всесвітньому рівні.

Майбутню систему необхідно оцінювати у всій сукупності. Повну систему можливо розглядати як сукупність районів повітряного простору, пов'язаних з ATM факторів виконання польотів, інформаційних засобів і видів обслуговування. Необхідні характеристики всієї системи (RTSP) служать критеріями, яким повинна відповідати система ATM в цілому з точки зору безпеки, регулярності і ефективності польотів, спільного використання різними користувачами повітряного простору і людського фактора.

Необхідні характеристики системи дозволяють визначити оптимальний рівень використання повітряного простору.

Особливості основних елементів ATM. Організація повітряного простору. Традиційно на організацію повітряного простору (ASM) покладалося забезпечення динамічного використання повітряного простору цивільними та військовими користувачами. В глобальній системі ATM функції ASM розширюються і не будуть зводитися тільки до тактики використання повітряного простору. Кінцева мета буде полягати в забезпеченні стратегічного планування і гнучкого використання інфраструктури повітряного простору. Тому стратегічна ASM складається з двох основних елементів:

а) визначення для будь-якого повітряного простору пов'язаних з ATM вимог до зв'язку, навігації, спостереження;

б) планування інфраструктури таким чином, щоб забезпечувалося ефективне обслуговування при одночасному підвищенні існуючих рівнів безпеки польотів. (Тобто у цьому випадку необхідно вирішувати задачу векторної (багатокритеріальної) оптимізації).

Виконання польотів. Фактор виконання польотів є невід'ємною частиною ATM в системі CNS/ATM і тісно функціонально інтегрується з іншими компонентами, такими як ATS, ASM і організація потоків повітряного руху ATFM (Air Traffic Flow Management). Це дозволить, наприклад, автоматизованим наземним системам допомагати диспетчеру виявляти і розв'язувати конфліктні ситуації на основі інформації, яка надійде від бортових систем керування польотом FMS (Flight Management System). У визначений термін диспетчерські дозволи АТС будуть узгоджені з бортовою системою. Передача інформації за допомогою мовного зв'язку буде замінюватися на автоматизовані лінії передачі даних.

Бортовий компонент ATM охоплює три основні групи питань:

а) функціональні можливості бортових систем;

б) процедури роботи екіпажу;

в) інтеграцію факторів виконання польотів в єдиний процес ATM.

Враховуючи важливість бортового компонента ATM, продовжуються розробки вимог до інтеграції бортових систем попередження зіткнення ACAS (Airborne Collision Avoidance System), FMS, а також бортових баз даних. Крім того, вивчаються питання сполучення автоматичного залежного спостереження ADS (Automatic Dependent Surveillance); лінії передачі даних ATS, у тому числі й режиму S вторинного оглядового радіолокатора, а також інші фактори інтерфейсу «людина-машина». Інтеграція поширюється на всі електронні засоби з метою допомоги повітряним кораблям (ПК), витримувати норми ешелонування, якщо вони будуть задані системою АТС.

Особливістю виконання польотів в єдиному процесі ATM є те, що ефективність польоту оцінюється з урахуванням всіх етапів польоту в цілому, тобто від «перону до перону», а не моменту зльоту до моменту посадки. Концепція польоту від «перону до перону» включає розклад і планування польотів, організацію робіт на пероні і рух на площі маневрування.

Система ATM дозволяє забезпечити усім користувачам доступ до необхідного повітряного простору на основі концепції гнучкого використання повітряного простору на відміну від фіксованого розподілу повітряного простору, який є нормою на сьогоднішній день. Тісна

координація діяльності усіх користувачів і, в першу чергу цивільної і військової авіації, є фундаментальною умовою гнучкого використання повітряного простору. Система CNS/ATM може забезпечити цю функцію на основі можливості обміну інформації і контролю в реальному часі з урахуванням класів і обмежень повітряного простору.

Традиційне планування польотів для системи керування повітряним рухом буде точнішим за рахунок обчислень FMS для тривимірного (3D) і чотиривимірного (4D) (в просторі і часі) профілів польотів.

Розрахунки і витримування профілів польотів будуть забезпечуватися спільно як бортовими системами FMS, так і наземними системами АТС за допомогою інтерактивних автоматизованих засобів. Такі засоби дозволять користуватися інформацією для активного спільного використання. Це стосується насамперед нинішнього і майбутнього статусу повітряного простору спеціального використання, прогнозів щільності повітряного руху ПК, поточних вимог до потоку повітряного руху, метеорологічної і аеронавігаційної інформації. На системи FMS у таких випадках покладається:

- обчислення профілю запланованого польоту на основі плану польотів авіакомпанії;
- витримування профілю польоту, який заданий наземною системою АТС до тих пір, поки дозволяють умови польоту ПК;
- автоматичне повідомлення наземної системи АТС у випадках відхилення від погодженого профілю польоту на величину, яка перевищує встановлені обмеження.

Обмеження профілю польоту залежать від ситуацій повітряного стану і можливостей ПК. Такі обмеження можуть відрізнятися від стандартних і змінюватися на основі взаємного узгодження між АТС та FMS, але тільки у випадку наявності надійних каналів передачі даних.

Обслуговування повітряного руху. Системи АТС стандартизуються, що дозволить в майбутньому інтегрувати їх в регіональні та глобальні мережі безперервного обслуговування. Це стане можливим на основі уніфікації системи обробки радіолокаційних польотних даних. Необхідно буде також стандартизувати функціональні можливості, які пов'язані з роботою системи прогнозування, виявлення, попередження та розв'язання конфліктних ситуацій. Теоретичні напрацювання у цьому напрямі є в КМУЦА [4-6].

Організація потоку повітряного руху. Система АТФМ повинна скоротити затримки ПК в повітрі та на землі і запобігти перевантаженню системи АТС. В єдиній системі АТМ необхідно буде використовувати відповідну організацію потоку в реальному часі. Для цього необхідно обробляти масиви даних і відпрацьовувати стратегії організації потоку, які максимально будуть враховувати зміни умов польоту. Оскільки на багатьох бортах встановлюються досконалі системи FMS, які спроможні враховувати зміни умов і реалізовувати автоматичний обмін інформацією з наземними системами, то вони будуть корисними для прийняття рішень щодо стратегії організації потоків. Комплексні бази даних будуть включати інформацію з існуючих та прогнозованих рівнів споживання і пропускної здатності. Багатопараметричні моделі прогнозування перевантаження і затримок будуть використовуватися для формування в реальному часі ефективних стратегій досягнення мети в екстремальних ситуаціях. Можливість реалізації діалогового режиму між наземними та бортовими частинами дозволить по суті об'єднати АТС і АТФМ в одну цілісну систему. Для забезпечення глобальної сумісності регіональних систем АТФМ, які входять в єдину систему АТМ, необхідно буде стандартизувати функціональну взаємодію цих систем на глобальній основі.

Функціональна інтеграція. Бортові і наземні компоненти системи АТМ повинні функціонально взаємодіяти один з одним для досягнення загальної мети. Для забезпечення ефективності важливе значення має функціональна сумісність даних, якими обмінюються бортові і наземні елементи. Крім того, різні елементи всієї системи повинні бути розраховані на спільну ефективну роботу з метою надання користувачу одноманітного, безперервного і ре-

зультативного обслуговування. Забезпечення ефективного виконання польотів через національні кордони пов'язане з узгодженнями на міжнародному рівні і об'єднанням елементів в єдину цілісну систему.

Повітряні кораблі, які обладнані новими системами CNS, дозволяють літати по будь-якій траєкторії польоту, але існуючі системи ATS не дають можливості використовувати оптимальні траєкторії польотів в більшості районів повітряного простору. Відсутність функціональної інтеграції цих систем не дозволяє в повному обсязі використовувати можливості бортових та наземних систем. Після завершення функціональної інтеграції стане можливим використання оптимальних траєкторій польотів за умови підвищення загального рівня безпеки руху ПК.

Впровадження глобальної системи CNS/ATM. Впровадження глобальної системи пов'язано з реалізацією ряду заходів. В першу чергу визначаються вимоги до ATM в конкретному районі з урахуванням прогностичних оцінок повітряного руху і запитів експлуатантів ПК. Потім розробляється стратегія впровадження інфраструктури системи CNS/ATM на основі визначених експлуатаційних характеристик CNS і мети ATM. Експлуатаційні характеристики дають можливість визначити структуру і організацію повітряного простору, елементами яких є мінімуми ешелонування, розподіл або мережа маршрутів, секторизація, процедури польотів за приладами, вимоги до можливості втручання служби керування повітряним рухом та ін. Необхідно також визначити засоби і види обслуговування, можливості бортового обладнання на глобальному рівні.

До невирішених задач відносяться планування інфраструктури ATM і визначення необхідних для глобальної ATM вимог до зв'язку, навігації і спостереження. Концепція необхідних навігаційних характеристик RNP (Required Navigational Performance), необхідних характеристик зв'язку RCP, необхідних характеристик спостереження RSP і планування повітряного простору в сукупності характеризують виконання польотів у виділеному повітряному просторі.

На основі математичних багатопараметричних моделей кількісно визначаються основні експлуатаційні характеристики системи, такі як безпека, ефективність і регулярність польотів. Їх величини дають можливість сформулювати основу структури повітряного простору і доступу до нього. Слід зазначити, що планування повітряного простору також буде значно простішим, оскільки воно буде базуватися на характеристиках повної системи RTSP і рішеннях багатокритеріальної задачі (наприклад, методом пошуку компромісу).

На рис. 3 показано графік розробки та впровадження елементів глобальної системи CNS/ATM, який визначений ICAO. Елементи і роботи, які введені в дію, на графіку не показані. Це відноситься до розробки Стандартів і Рекомендованої практики SARPS (Standards and Recommended Practices) на зв'язок і спостереження режиму S вторинного радіолокатора, авіаційну рухому супутникову систему AMSS (Aviation Mobile Satellite System), а також впровадження і показ можливостей глобальної супутникової системи GNSS (Global Navigation Satellite System) з такими функціональними доповненнями, як бортове ABAS, супутникове SBAS (Satellite Based Augmentation System), наземне GBAS (Ground Based Augmentation System) згідно зі схемами GNSS + ABAS, GNSS + ABAS + SBAS, GNSS + ABAS + GBAS та ін.

Системи зв'язку. Особливості нових систем зв'язку. Зв'язок як елемент системи CNS/ATM забезпечує обмін аеронавігаційною інформацією та повідомленнями між авіаційними користувачами та(або) автоматизованими системами.

Система зв'язку використовується також для забезпечення спеціальних функцій навігації і спостереження.

Елементи системи	Функціональні задачі і засоби	Роки											
		1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
Розробка стандартів (SARPS)	Обмін даними між засобами ОВД (AIDC)												
	Процедури та системи ATFM												
Виконання польотів	Функціональна інтеграція бортових систем з наземними системами												
Регіональна концепція ATM	Розробка регіональної стратегії плану інфраструктури CNS в повітряному просторі, виходячи з вимог ATM												
Організація повітряного простору	Оптимальне розбиття на сектори												
	Аварійні маршрути RNAV												
	Довільний маршрут RNAV												
	Гнучке використання повітряного простору												
	Застосування RCP												
	Застосування RSP												
Обслуговування повітряного руху	Контроль додержання траєкторії												
	Прогнозування конфліктних ситуацій												
	Рекомендації щодо розв'язання конфліктних ситуацій												
	Функціональна інтеграція наземних систем з бортовими системами												
	Динамічне подання ефективних для користувачів профілів польоту												
	Маршрути SID і STAR на основі RNAV												
	Криволінійні та сегментні заходи на посадку												
	Вимірювання параметрів прибуваючого потоку												
Спостереження	ADS												
	ADS-B												
	ВОПЛ (режим S)												
Зв'язок	AMSS												
	ВЧ-лінія передачі даних												
	ДВЧ-лінія передачі даних												
	Режим S ВОПЛ												
	ATN												
Навігація	WGS-84												
	Польоти за маршрутом												
	Польоти в районі аеродрому/несточний захід на посадку												
	Точний захід на посадку												

Рис. 3. Графік розробки і впровадження елементів глобальної системи CNS/ATM

За ступенем відповідальності і вимог до забезпечення безпеки польотів системи зв'язку поділяють на дві основні категорії (рис. 4).

а) зв'язок, який відноситься безпосередньо до забезпечення польотів;

б) зв'язок, який не пов'язаний безпосередньо із забезпеченням безпеки польотів. До нього відноситься адміністративний зв'язок і зв'язок сервісного характеру.

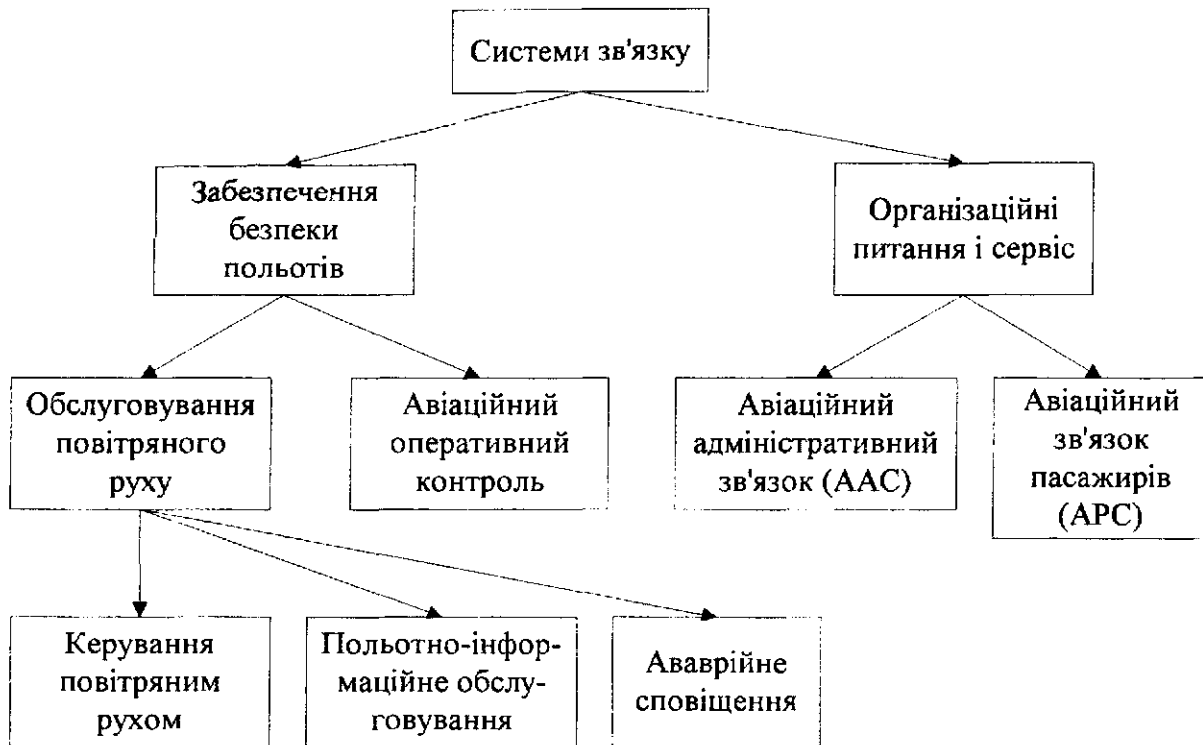


Рис. 4. Категорії зв'язку

Характерним для першої категорії є те, що зв'язок з метою забезпечення польотів завжди має пріоритетний характер і відрізняється високою цілісністю та швидкодією порівняно зі зв'язком другої категорії.

Зв'язок глобальних систем CNS/ATM має суттєві відмінності від звичайного зв'язку існуючих систем:

- регулярний зв'язок в основному базується на обміні даними;
- мовний зв'язок використовується головним чином в нестандартних ситуаціях і аварійних випадках;
- наголос робиться на зв'язність і функціонування на глобальному рівні.

Перелічені особливості підвищують ефективність каналів і забезпечують сумісне їх використання багатьма користувачами.

Зв'язок «повітря-земля». Зв'язок під час польотів за маршрутами буде являти собою обмін цифровими даними. Користувачу необхідно у більшості випадків тільки вибрати необхідне повідомлення із заздалегідь складеного переліку повідомлень. Для цього використовується екран монітору, на якому відображається повідомлення і додаються специфічні параметри або набирається необхідний текст. Після чого відкореговане або нове складене повідомлення відправляється. В окремих випадках можливий обмін даними між автоматизованими наземними і бортовими системами без ручного втручання. Такий спосіб зменшує обсяг мовного зв'язку і призводить до зменшення робочого навантаження як на диспетчерів, так і на пілотів. Мовний зв'язок залишиться пріоритетним в завантажених вузлових зонах, а та-

кож у випадках аварійних та нестандартних ситуацій. Для передачі повідомлень «повітря-земля» будуть використовуватися такі радіолінії.

1. Авіаційна рухома супутникова система AMSS. Глобальна зона дії і канали високоякісного мовного зв'язку забезпечуються за допомогою геостационарних супутників.
2. ДВЧ – лінія зв'язку (аналоговий зв'язок). Сучасне обладнання аналогового ДВЧ- зв'язку має високу експлуатаційну надійність і буде використовуватися в завантажених вузлових районах, а також для передачі нерегулярних повідомлень загального характеру. Для збільшення кількості каналів планується перехід від інтервалів розносу їх частот з 25 кГц до 8,33 кГц. Рішення проблеми перевантаження спектру частот планується також за рахунок багатостанційного доступу з часовим розподілом каналів.
3. ВЧ-лінія зв'язку (аналоговий зв'язок). Зважаючи на недоліки ВЧ-зв'язку, його роль буде зменшуватись в міру розвитку AMSS. ВЧ-зв'язок збережеться для обслуговування польотів над полярними районами до тих пір, поки не буде створене нове супутникове сузір'я для цих районів.
4. ДВЧ-лінія цифрового зв'язку VDL (Veri High Frequency Datalink):
 - а) режим 1 VDL. Аналоговий ДВЧ-зв'язок для обміну даними почав використовуватись в кінці 1970-х років. Існуюче бортове ДВЧ-радіообладнання використовувалося для передачі даних авіаційного оперативного контролю АОС і авіаційної адміністративної служби ААС між ПК та їх експлуатаційними агенствами за допомогою спеціальних наземних станцій, об'єднаних в мережу зв'язку. Ця система була названа авіаційною системою зв'язку для адресації і передачі повідомлень ACARS (Aircraft Communications Addressing and Reporting System). Система ACARS не стандартизувалась ICAO, але режим 1 VDL був спеціально започаткований для забезпечення використання його радіосигналів, варіантів модуляції і обладнання. Швидкість передачі даних складає 2400 бод. Режим 1 VDL можна розглядати як перехідний варіант до режиму 2 VDL.
 - б) режим 2 VDL. Цей режим уже стандартизований ICAO і використовує метод цифрового радіозв'язку. Номінальна швидкість передачі даних 31,5 кбіт/с. Схеми модуляції дозволяють використовувати різні набори протоколів, що підвищує ефективність використання ДВЧ-каналів.
 - в) Режим 3 VDL. Використовується метод багатостанційного доступу з часовим розподілом каналів. Режим стандартизується ICAO. Забезпечує комплексне використання як систем мовного зв'язку, так і систем передачі даних. Краще використання спектра досягається за рахунок забезпечення чотирьох окремих радіоканалів одною несучою частотою. Канали розносяться з дискретністю 25 кГц.
 - г) режим 4 VDL. Використовується метод самоорганізуючого багатостанційного доступу з часовим розподілом каналів. Окрім задач обміну інформації, забезпечується також використання лінії передачі даних навігації і спостереження.
5. Лінія передачі даних режиму S BOPЛ. Лінія розрахована на передачу обмежених даних в районах з високою щільністю повітряного руху. Вона може також використовуватися в змішаних умовах з характерними різними рівнями можливостей передачі даних приймачами – відповідачами.
6. ВЧ-лінія передачі даних. Використовуючи раціональне розміщення системи і відповідний вибір частот, можлива передача пакетів даних в будь-якому місці і часі. ВЧ-лінія може доповнювати AMSS у віддалених районах і забезпечувати основну можливість зв'язку в полярних районах.

Перераховані лінії зв'язку використовують різні методи передачі даних, але всі вони використовують однаковий протокол мережного доступу у відповідності з базовою моделлю OSI. Це забезпечує взаємозв'язок з іншими наземними мережами.

Система зв'язку, яка дозволяє наземним підмережам передачі даних, підмережам передачі даних «повітря-земля» і бортовим підмережам передачі даних взаємодіяти і забезпечувати конкретні авіаційні прикладні процеси, названа мережею авіаційного електрозв'язку ATN (Aeronautical Telecommunications Network). В структурі ATN окремі підмережі об'єднуються між собою за допомогою трасувальників, які вибирають найкращий маршрут передачі кожного інформаційного повідомлення.

Зв'язок «земля-земля». Вважається, що регулярний зв'язок між авіаційними користувачами і системами буде зведений до обміну даними різних рівнів:

- обмін повідомленнями з довільним текстом;
- обмін попередньо вибраними повідомленнями з можливими добавками вручну;
- автоматизований обмін даними між комп'ютерними системами.

З розвитком ATN використання існуючої мережі авіаційного фіксованого зв'язку AFTN буде скорочуватися. В перехідний період передбачається можливість взаємозв'язку терміналів AFTN з ATN за допомогою спеціальних міжмережних переходів.

Мовний зв'язок між органами ATS буде потрібен в ряді ситуацій. Будуть використовуватися комутаційні мережі, які спроможні обробляти мовні повідомлення і цифрові дані. Існує тенденція використання повністю цифрових методів комутації і передачі мовних повідомлень, оскільки доступними стануть більш гнучкі і дешевші для оренди лінії цифрового зв'язку.

Основані на останніх технологічних досягненнях майбутні системи виглядають такими:

- системи негеостаціонарних супутників (на низьких орбітах), зона дії яких охоплює всю земну кулю і для яких характерні послаблені вимоги до рівня сигналу;
- нові мережеві засоби, які забезпечують комплексний мовний зв'язок і передачу даних.

Для таких систем необхідно буде ще визначити відповідність вимогам користувачів, вирішити питання стандартизації, сертифікації, узгодити впровадження і визначити їх ефективність.

Системи навігації. Навігаційний елемент системи CNS/ATM забезпечує можливість точного надійного і безперервного визначення місцеположення на всесвітній основі за рахунок супутникової аеронавігації.

На бортах сучасних ПК встановлюється обладнання зональної навігації RNAV (aRea NAVigation), що дозволяє впровадити гнучку систему маршрутів. В свою чергу використання концепцій потрібних навігаційних характеристик RNP виключає необхідність вибору серед конкуруючих систем. ICAO затвердило концепцію RNP на етап польоту по маршруту, а потім розповсюдило її на етапи заходу на посадку, посадку і виліт ПК.

На майбутнє основна увага із сукупності навігаційних систем приділена глобальній навігаційній супутниковій системі GNSS. GNSS є всесвітньою системою визначення місцезнаходження і часу, яка включає одне або декілька сузір'їв супутників, бортові приймачі, а також систему контролю цілісності і доповнюється необхідними функціональними елементами для забезпечення характеристик RNP конкретного етапу польоту. GNSS базується на системах GPS та ГЛОНАСС.

З метою подолання властивих системам обмежень і виконання вимог до характеристик обслуговування (точність, цілісність, готовність і безперервність) на всіх етапах польоту GPS та ГЛОНАСС повинні використовувати функціональні доповнення: бортові, супутникові, наземні.

Успіх глобального використання супутникової навігації ґрунтується на наявності високоякісної бази даних координат і процедур. Точність супутникової навігації можлива тільки у випадку, коли для визначення координат на землі, розрахунку координат і визначення координат за допомогою супутникових систем використовується одна геодезична система відліку. ICAO прийняла за загальну геодезичну систему відліку для цивільної авіації систему WGS-84 (World Geodetic System), яка почала використовуватись з 1998 року. Впровадження WGS-84 передбачає приведення існуючих систем відліку до цієї системи.

Удосконалення системи GNSS передбачається на поетапній основі:

а) GNSS використовується як додатковий засіб навігації спільно з системою, яка визнається як єдиний засіб навігації. У цьому випадку GNSS повинна відповідати вимогам точності і цілісності навігаційного обслуговування на даному етапі польоту. Вимоги до готовності і безперервності обслуговування можуть не виконуватися;

б) GNSS як основний засіб навігації повинна відповідати вимогам до точності та цілісності і не обов'язково в повному обсязі відповідала б вимогам готовності і безперервності обслуговування даного етапу польоту. Безпека польотів забезпечується визначеними обмеженнями використання системи;

в) GNSS як єдиний засіб навігації повинна відповідати всім чотирьом вимогам: точності, цілісності, готовності, безперервності.

Системи спостереження. Сьогодні використовується два основних типи спостереження: системи залежного спостереження та системи незалежного спостереження. В системах залежного спостереження дані місцеположення визначаються на борту ПК і передаються органу керування повітряним рухом. Система передачі мовних повідомлень з борта ПК відноситься до першого типу систем. Незалежне спостереження виконує система, яка визначає місцеположення ПК з землі. Існуючі системи спостереження використовують мовні повідомлення місцеположення або радіолокаційну інформацію (первинні та (або) вторинні радіолокатори).

З розширенням використання майбутніх систем спостереження застосування первинних радіолокаторів для обслуговування міжнародних польотів буде скорочуватися за виключенням обслуговування місцевих польотів.

Ефективність вторинних оглядових радіолокаторів (ВОРЛ), які використовуються для спостереження, підвищується за рахунок нових засобів обробки інформації і застосування методу однозначної 24-бітної адреси режиму S, який дозволяє селектувати радіолокаційні запити та відповіді. Цей режим забезпечує також двосторонню лінію передачі даних.

Впроваджується автоматичне залежне спостереження ADS, в основі якого лежить передача з борту ПК в автоматичному режимі даних бортових навігаційних систем. Мінімум інформація включає дані місцезнаходження в просторі і часі. Можуть передаватися також інші додаткові дані. Удосконаленням ADS є система ADS-B (Automatic Dependent Surveillance Broadcast), яка передбачає радіомовну передачу даних щодо місцезнаходження декільком ПК або органам АТМ. Кожен ПК або наземний транспортний засіб з обладнанням ADS-B періодично в радіомовному режимі передає своє місцезнаходження і інші відповідні дані. Існуюче обладнання ADS-B розроблено тільки для використання в межах прямої видимості (радіомовлення за допомогою ДВЧ-лінії цифрового зв'язку або більш довгих самогенерованих сигналів режиму S ВОРЛ).

Майбутні тенденції розвитку системи спостереження пов'язані з використанням ADS-B як доповнення до ВОРЛ, що дозволить забезпечити неперервність зони дії спостереження або замінити ВОРЛ в умовах низької та середньої щільності повітряного руху.

До системи спостереження віднесена також бортова система попередження зіткнення (БСПЗ). Бортові системи спостереження можуть виконувати, окрім попередження зіткнення,

також інші функції. До них відноситься забезпечення адекватного значення стану ешелонування. В майбутній системі БСПЗ III передбачається використання інформації ADS-B.

Служба аеронавігаційної інформації. Удосконалення системи ATM вимагає застосування не тільки точної навігаційної інформації, але й якісної аеронавігаційної інформації для того, щоб реалізувати виконання польотів «від перону до перону». Для цього концептуально передбачається використовувати бортові навігаційні системи з метою додержання заданих параметрів руху на землі і на маршруті шляхом розрахунків бажаної лінії шляху.

У зв'язку із зростанням обсягу аеронавігаційної інформації і чітких вимог до якості аеронавігаційних даних (точність, роздільна здатність і цілісність) формування баз даних передбачає підвищення швидкості передачі, повноту і економічну ефективність використання. Для виконання експлуатаційних вимог до обміну аеронавігаційними даними з урахуванням сумісності різних систем і форматів даних необхідно буде створити нову модель обміну даними, а також цифрові карти з характерними для безпеки руху об'єктами. Планується впровадження вимог щодо збереження подання і доступу до аеронавігаційної інформації в електронному вигляді. Кінцева мета розвитку системи полягає, наскільки це практично можливо, в створенні цільної і транспарентної системи аеронавігаційної інформації.

Для забезпечення та прискорення переходу до нових систем CNS/ATM необхідно буде додатково вдосконалити метеорологічну систему і зорієнтувати її на задоволення глобальних проблем у доповнення до національних та регіональних вимог.

Системи керування наземним рухом і контролю за ним. Такі системи застосовуються для забезпечення керування, контролю або регулювання руху всіх ПК, наземних транспортних засобів і персоналу на робочій площі аеродрому. «Керування» відноситься до засобів, інформації і рекомендацій, які необхідні для того, щоб пілоти ПК та водії наземних транспортних засобів могли орієнтуватися, рухаючись по аеродрому, і щоб ПК та наземний транспорт залишалися в межах виділених для них площин. «Контроль або регулювання» – це захід, який необхідний для запобігання зіткнення і для забезпечення плавного, безперервного потоку руху.

Система забезпечує керування, контроль або регулювання руху ПК від посадочної смуги до місця стоянки на пероні і від цього місця до злітної смуги, а також при інших видах руху на поверхні аеродрому. Прикладом може бути рух від площі для технічного обслуговування до перону або від перону до перону. Якість керування таким рухом, особливо в складних метеорологічних умовах, залежить від ефективності інформаційних засобів спостереження та зв'язку. Звичним на сьогоднішній день є спостереження за рухом ПК і транспортних засобів за допомогою первинних радіолокаційних станцій, які мають суттєві обмеження. Ці обмеження знімаються при переході до використання космічних засобів.

Здатність глобальної навігаційної супутникової системи GNSS забезпечувати точне визначення місцезнаходження, швидкості і часу в будь-якому місці земної кулі служить стимулом для створення єдиної комплексної системи. Ця система дасть можливість об'єднати керування рухом ПК, наземних транспортних засобів. Тому після реалізації в аеропортах супутникових систем дискретні навігаційні системи і системи спостереження будуть витіснитися.

Безумовно, що досягти високої ефективності використання супутникових систем можливо за умов створення всесвітньої єдиної бази координат, точних цифрових карт, наземних систем функціонального доповнення GNSS, набору аеропортових наземних обчислювальних алгоритмів для ATM, спеціальних баз даних для кожного конкретного аеропорту з інформацією про злітно-посадочну смугу, маршрут руху, зони обмежень та обмежень ПК і ін.

Аеропортові зони в процесі переходу до глобальної ATM повинні перетворитися в єдине безперервне і незалежне середовище, в якому на основі використання супутникової системи пілоти, авіакомпанії, диспетчери АТС і експлуатанти транспортних засобів будуть використовувати єдину систему CNS.

На відміну від теперішніх умов використання ізольованих дискретних засобів навігації і спостереження, супутникова система буде функціонувати в межах єдиного часу, загальних координат, єдиної математичної бази, що дозволяє піднятися на принципово новий рівень організації повітряного руху.

Удосконалена система керування наземним рухом і контролю за ним A-SMGCS (Advanced Surface Movement Guidance and Control Systems) буде використовуватися для визначення маршрутів, регулювання, спостереження і контролю рухом ПК і транспортних засобів з метою підтримки прийнятної інтенсивності руху за будь-яких метеорологічних умов з одночасним підвищенням рівня безпеки.

Система A-SMGCS удосконалисть спостереження за рухом на поверхні аеродрому і допоможе планувати маршрути руління, виявляти та розв'язувати конфліктні ситуації. Організація руху на поверхні стане автоматизованим процесом, який буде використовувати інформацію місцезнаходження ПК та транспортних засобів за допомогою каналів автоматичного залежного спостереження ADS або ADS-B.

Таким чином, аналіз стратегій розвитку аерокосмічних інформаційних систем і керування транспортом показує, що вони мають багато спільних рис: впровадження, стандарти, наукові дослідження і розробки, спільні проекти, фінансування.

Наукові дослідження і розробки в області глобальної організації повітряного руху повинні відповідати основній меті стратегії. Вироби, які успішно пройшли стадію наукових досліджень і розробок, повинні передаватися на етапі доробки і впровадження. Міжнародні авіаційні організації (наприклад, ECAC) ще визначають пріоритети і необхідність наукових досліджень та розробок окремих компонентів CNS/ATM з урахуванням конкретних стратегічних напрямів діяльності. В Україні є відповідні теоретичні напрацювання і необхідний науково-технічний потенціал для участі у цьому міжнародному розподілі праці.

Список літератури

1. *Спеціальний* комітет по контролю и координации разработки и планированию перехода к будущей системе аэронавигации (FANS – Этап II). Четвертое совещание. DOC 9623, FANS (II/4). - Монреаль, 1993.
2. ECAC Institutional Strategy for Air Traffic Management in Europe, dated 14 February 1997.
3. RIO: Straight from the top. Air Traffic Management, March/ April, 1998, pp 23-29.
4. Харченко В.П., Косенко Г.Г., Кукуш А.Г. Байесовская теория совместного разрешения, обнаружения, оценивания и распознавания сигналов// Известия вузов. Сер. радиоэлектроника.– 1994.– Т. 37.– №3.– С. 52-59.
5. Косенко Г.Г., Харченко В.П., Кукуш А.Г. Выбор порогов в многоальтернативном последовательном правиле для заданного среднего риска// Известия вузов. Сер. радиоэлектроника.– 1996.–Т. 39.– №8.– С. 59-64.
6. Харченко В.П., Косенко Г.Г. Многоальтернативный последовательный метод в задачах ситуационного анализа воздушной обстановки// Моделирование радиоэлектронных систем и комплексов обеспечения полетов: Сб. научных тр.– К.: КМУГА, 1996.– С. 3-10.

Стаття надійшла до редакції 7 жовтня 1999 року.