

Дрововозов В.І., к.т.н.,  
Водоп'янов С.В., к.т.н.,  
Толстікова О.В., к.т.н.

## ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СУЧАСНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ АЕРОВУЗЛА

Національний авіаційний університет

### Вступ

Універсальним підходом до аналізу, проектування та оптимізації систем організації повітряним рухом (ОрПР) є системний підхід. Базуючись на системному підході, визначимо систему ОрПР як велику та складну систему.

У термінах експлуатації систем ОрПР та окремих їх компонентів для проведення ефективних, економічних та безпечних авіаційних перевезень – це встановлення доцільної структури повітряного простору (ПП).

Обслуговування повітряного руху (ОПР) у рамках загального процесу ОрПР – це планування та координація використання ПП, розподіл зон ПП з урахуванням інтересів інших користувачів, дотримання профілів польотів, часового розкладу тощо. При цьому бажано мінімізувати обмеження на виконання польотів, природно, без зниження прийняттого рівня безпеки польотів.

Безпосередньо управління повітряним рухом (УПР) – це сукупність інженерних задач зв'язку, навігації та спостереження невід'ємних складових загальної задачі ОрПР. Часткові задачі УПР та ОрПР об'єднуються в глобальну задачу CNS/ATM.

Автоматизована система УПР (АС УПР) – це мережа розподілених обчислювальних систем загального та спеціального призначення, здатна приймати дані від різних джерел, обробляти їх в реальному часі і надавати необхідну інформацію користувачам (диспетчерам на робочі місця, пілотам і системі управління польотом на борту).

Система УПР повинна проектуватися з урахуванням нормального і пікового навантаження і піддаватися розши-

ренню (модульний принцип) з урахуванням очікуваного в майбутньому збільшення об'єму повітряного руху.

Основним автономним елементом авіатранспортної інфраструктури є аеровузол – сукупність близько розташованих аеродромів, організація і виконання польотів з яких вимагають спеціального узгодження і координування.

Для успішного розвитку національної авіатранспортної системи України, як й інших транспортних систем, з урахуванням її географічного положення, необхідно орієнтуватися на світові, у першу чергу, на європейські стратегії.

Система УПР будь-якого масштабу і призначення – аеродромна, аеродромно-районна, трасова, районна, аеровузлова і інші, аж до єдиної національної системи – повинна задовольняти багатьом вимогам і, в першу чергу, вимозі інтеграції в міжнародні системи обслуговування повітряного руху.

Головною метою оптимізації ПП є надання максимальної свободи пересування для всіх користувачів, а також створення умов для ефективного управління пропускнуою спроможністю в автономних секторах (зонах) польотів повітряних суден (ПС).

### Постановка проблеми

Побудова сучасної інформаційно-обчислювальної мережі аеровузла з урахуванням сучасного стану та передбаченого збільшення інтенсивності повітряного руху є актуальною задачею.

Одним з найважливіших напрямків удосконалення авіаційної комунікаційної інфраструктури є інтеграція існуючих, а особливо майбутніх засобів ОрПР у так звану “систему систем”, яка базується на безшовній організації авіацій-

них мереж та стиковці мережних сегментів. До таких проектів відноситься, наприклад, дослідницький проект SANDRA (Seamless Aeronautical Networking through integration of Data-links, Radios and Antennas). Система систем авіаційної комунікаційної інфраструктури базується на безшовному об'єднанні сегментів не тільки наземного та бортового розташування, але й супутникових сегментів, зокрема, так званих персональних супутникових сервісів (PSATS).

Основним автономним елементом авіатранспортної інфраструктури є аеро-вузол, організація і виконання польотів з яких вимагають спеціального узгодження і координування. Для реалізації безшовної технології при побудові інтегрованої мережі аероузла, перш за все, необхідно визначитися з комутаційними пристроями – їх принципами побудови, мережними протоколами та специфікою обробки даних. Наприклад, при застосуванні супутникових сегментів у складі інформаційно-обчислювальної мережі необхідно враховувати затримки доставки даних.

Для супутників, що знаходяться на високих геостационарних орбітах, тільки затримки на розповсюдження сигналу від користувача до супутника й назад

складають близько 250 мілісекунд. Тому в інтегрованих комутаційних вузлах, побудованих на базі маршрутизаторів, комутаторів звичайних (Switch) і програмних (Softswitch), систем передавання даних через IP-мережі (IP Multimedia Subsystem – IMS) набори протоколів доставки даних мають бути доповнені протоколами тривалого зберігання та гарантованої доставки даних (по типу протоколів мереж з толерантністю до затримок – Delay-Tolerant Networks – DTN). Крім того, необхідно забезпечувати взаємодію між успадкованими мережами ATN на основі еталонної моделі OSI та майбутніми мережами ATN/IPS на основі стандарту IPv6.

### Шляхи вирішення проблеми

При вирішенні задач удосконалення авіаційної комунікаційної інфраструктури пропонується модель архітектури інтегрованої мережі аероузла, яка наведена на рис. 1.

Окрім складених комунікаційних мереж, які об'єднують різні сегменти, до складу інтегрованої мережі аероузла входить безліч сервісних мереж, які використовуються для забезпечення обміну інформацією, безпосередньо не пов'язаною з організацією повітряного руху.

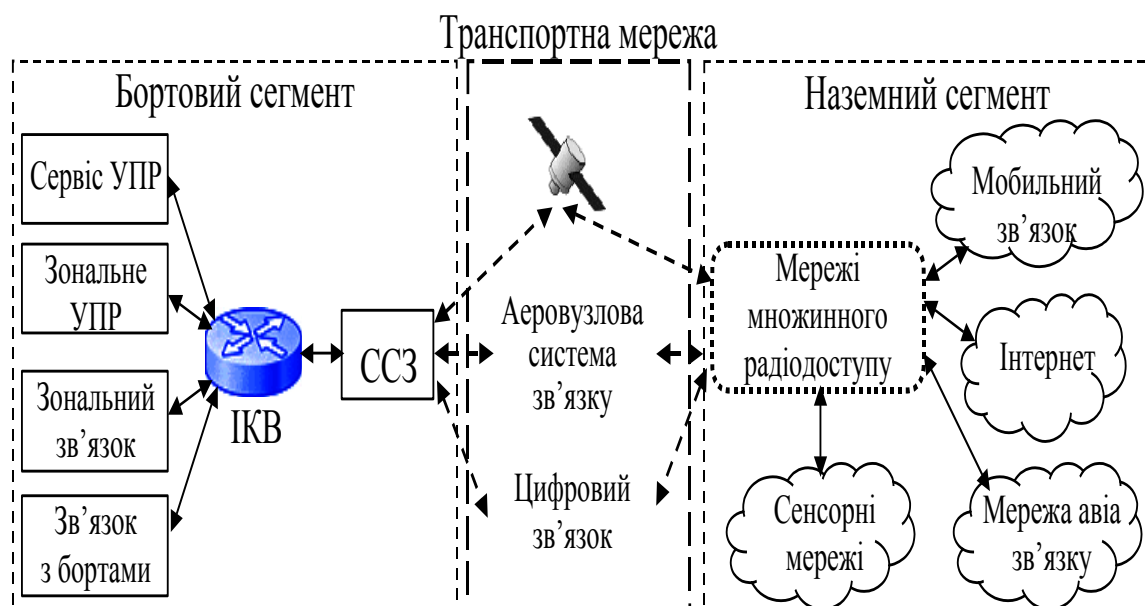


Рис. 1. Мережна архітектура інтегрованої мережі аероузла. ССЗ – складена система зв'язку; ІКВ – інтегрований комутаційний вузол

Прикладами таких мереж служать мережі транкінгового та мобільного зв'язку, сенсорні мережі для збору інформації про температуру та вологість злітно-посадочних смуг, рульових доріжок

та ін. З урахуванням цих міркувань пропонується мережа системи майбутніх авіаційних комунікацій з застосуванням певних персональних супутникових сервісів, яка представлена на рис. 2.

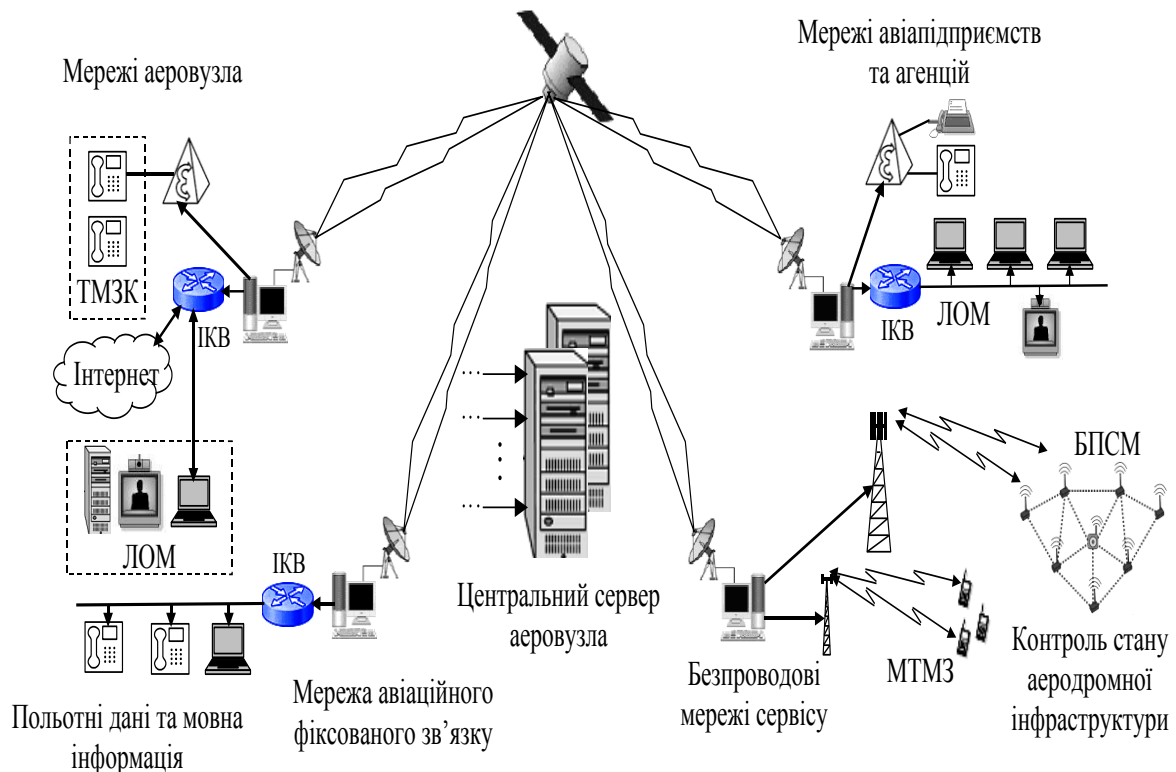



Рис. 2. Мережа системи майбутніх авіаційних комунікацій з застосуванням персональних супутникових сервісів.

ТМЗК – телефонна мережа загального користування; ЛОМ – локальна обчислювальна мережа; МТМЗ – мережі транкінгового та мобільного зв'язку; БПСМ – безпроводові сенсорні мережі;  – програмний комутатор (Softswitch)

В даний час на основі використання сучасних технічних засобів реалізується концепція гнучкої організаційної структури повітряного простору, що дозволяє оперативно змінювати межі секторів УПР залежно від повітряної обстановки, що складається. Здійснюється оптимізація повітряного простору, завдяки чому забезпечується заданий рівень безпеки повітряного руху, метод обслуговування повітряного руху "від перону до перону" і використання технології зональної навігації (так званий метод "вільних польотів").

В умовах очікуваного зростання інтенсивності повітряного руху, і, перш за все міжнародного, необхідно покращувати координацію процесів організації повітряного руху (ОрПР), забезпечувати

безперервний обмін інформацією між всіма елементами авіатранспортної інфраструктури, зокрема як усередині конкретного аеровузла, так і між різними аеровузлами. Для цього розробляється єдина технічна архітектура національних аеронавігаційних систем, визначених раніше згадуваною концепцією "Зв'язок, навігація, огляд/управління повітряним рухом" (Communication, Navigation, Surveillance /Air Traffic Management – CNS/ATM). У технологічному плані розвиток йде по шляху автоматичного обміну даними, голосовий зв'язок використовуватиметься в нестандартних і аварійних ситуаціях.

Аналіз систем управління комп'ютерними мережами дозволив визначити загальні вимоги, що пред'являються до та-

ких систем. Ідеальна система спостерігає за мережею і запобігає виникненню збоїв в її роботі. При цьому, виявивши (спрогнозувавши) проблему, система активізує певну дію, виправляє ситуацію і повідомляє адміністратора про те, що відбулося і які кроки зроблені. Одночасно з цим система управління повинна накопичувати статистичні дані, на підставі яких можна планувати розвиток мережі.

Існуючі системи управління, не дивлячись на їх функціональну надмірність, не мають в своєму складі розвинених інтелектуальних засобів, що дозволяють якісно прогнозувати поведінку комп'ютерної мережі.

Більшість засобів управління насправді мережею не управляє, а всього лише пасивно здійснює її моніторинг. Вони стежать за мережею, але не виконують активних дій, при цьому фіксуючи тільки факти збоїв. Ідеальним рішенням була б розробка системи аналізу, прогнозування і локалізації можливих збоїв в роботі як комп'ютерної мережі в цілому, так і окремих її елементів. Така властивість системи допоможе наперед виявити можливі вузькі місця і вжити заходи по завчасній їх ліквідації. Проте така система управління практично не може бути реалізована для роботи в умовах критичного застосування. Тому реальним підходом до рішення даної задачі представляється поточна адаптація деяких підсистем системи в цілому до умов застосування, що змінюються, перерозподіл ресурсів мережі для вирішення конкретних пріоритетних задач (наприклад,

при виникненні екстремальних ситуацій різного характеру). Такий підхід цілком логічний і природний, якщо врахувати, що будь-яка крупна корпоративна мережа складається з окремих сегментів, які порівняно слабо впливають один на одного [1,2].

### **Висновки**

При вирішенні задач удосконалення авіаційної комунікаційної інфраструктури пропонується модель архітектури інтегрованої мережі аеровузла. Окрім складених комунікаційних мереж, які об'єднують різні сегменти, до складу інтегрованої мережі аеровузла входить безліч сервісних мереж, які використовуються для забезпечення обміну інформацією, не пов'язаною з організацією повітряного руху. Прикладами є мережі транкінгового та мобільного зв'язку, сенсорні мережі для збору інформації. З урахуванням цих міркувань пропонується мережа системи майбутніх авіаційних комунікацій з застосуванням певних персональних супутникових сервісів.

### **Література**

1. Биковцев І.С. Якість та ефективність системи організації повітряного руху // І.С. Биковцев. – К.: ДП ОПР, 2010. – 316 с.
2. Водопьянов С.В. Корреляционно-регрессионный анализ ключевых параметров эффективности коммуникационной сети аэроузла в задаче организации воздушного движения // С.В. Водопьянов – Наукові записки УНДІЗ: Науково-виробничий збірник. – К.: УНДІЗ, 2015, №4(38). – С. 55-66.

**Дрововозов В.І.,  
Водоп'янов С.В.,  
Толстікова О.В.**

## **ОСОБЛИВОСТІ ПОБУДОВИ СУЧАСНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ МЕРЕЖІ АЕРОВУЗЛА**

*Побудова сучасної інформаційно-обчислювальної мережі аеровузла з урахуванням сучасного стану та передбаченого збільшення інтенсивності повітряного руху є актуальною задачею. Одним з найважливіших напрямків удосконалення авіаційної комунікаційної інфраструктури є інтеграція існуючих, а особливо майбутніх засобів*

організації повітряним рухом у так звану “систему систем”, яка базується на безшовній організації авіаційних мереж та стиковці мережних сегментів. При вирішенні задач удосконалення авіаційної комунікаційної інфраструктури пропонується модель архітектури інтегрованої мережі аеровузла. Окрім складених комунікаційних мереж, які об’єднують різні сегменти, до складу інтегрованої мережі аеровузла входить безліч сервісних мереж, які використовуються для забезпечення обміну інформацією, не пов’язаною з організацією повітряного руху. Прикладами є мережі транкінгового та мобільного зв’язку, сенсорні мережі для збору інформації. З урахуванням цих міркувань пропонується мережа системи майбутніх авіаційних комунікацій з застосуванням певних персональних супутникових сервісів.

**Drovovozov V.I.,  
Vodopianov S.V.,  
Tolstikova O.V.**

#### **FEATURES OF THE CONSTRUCTION OF THE MODERN INFORMATION AND COMPUTER NETWORK OF THE AIRWALL**

*Construction of the modern information and computer network of the aerowall, taking into account the current state and the predicted increase of air traffic intensity, is an actual task. One of the most important directions of improvement of aviation communication infrastructure is the integration of existing, and in particular, future air traffic management in the so-called "system of systems", based on the seamless organization of aviation networks and docking of network segments. At the decision of problems of improvement of the aviation communication infrastructure the model of architecture of the integrated network of the aerospace is offered. In addition to composite communication networks that combine different segments, the integrated network of the aerospace includes a number of service networks used to provide exchange of information that is not related to the organization of air traffic. Examples are trunking and mobile networks, sensory networks for information gathering. Taking into account these considerations, a network of future aviation communications systems with the use of certain personal satellite services is offered.*