

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИБОРУ ВАРІАНТІВ ПОБУДОВИ АЕРОВУЗЛОВОЇ МЕРЕЖІ АС УПР

Національний авіаційний університет

drovvlad47@gmail.com

Вступ

З розширенням меж застосування технологій взаємодії відкритих систем і міжнародних стандартів функціонування інформаційно-обчислювальних структур зростають і вимоги до їх швидкодії та надійності, особливо за умовами використання в системах критичного застосування.

До таких систем слід віднести і системи організації повітряного руху (ОрПР), автоматизовані системи управління повітряним рухом (АС УПР), зв'язку та навігації повітряних суден.

Це потребує відповідного зростання ефективності інформаційно-обчислювальних систем, які використовуються для розрахунків та обміну інформацією між наземними та повітряними об'єктами. Тому, задачі підвищення продуктивності обчислювальних структур, комп'ютерних та телекомунікаційних мереж для АС УПР, як системи критичного застосування, безумовно, є актуальними.

Автоматизована система 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. АС УПР повинна проектуватися з урахуванням нормального і пікового навантаження і піддаватися розширенню (модульний принцип) з урахуванням очікуваного в майбутньому збільшення об'єму повітряного руху.

Система УПР будь-якого масштабу і призначення – аеродромна, аеродромно-районна, трасова, районна, аеровузлова та

інші, аж до єдиної національної системи – повинна задовольняти багатьом вимогам і, перш за все, вимозі інтеграції в міжнародні системи обслуговування повітряного руху.

Система УПР може бути представлена у вигляді багаторівневої ієрархічної структури. Можлива побудова різних ієрархій, що відображають рівні абстрактного опису, складності ухваленого рішення або організаційної і функціональної структур.

Аеровузол є основним автономним елементом АС УПР, у якому організація і виконання польотів вимагають спеціального узгодження і координування.

Головною задачею аеровузлової мережі, яка є основною складовою АС УПР, це забезпечення можливості функціонування системи у реальному часі за рахунок сумісного використання ресурсів.

Постановка проблеми

Вибір варіантів побудови аеровузлової мережі АС УПР з урахуванням сучасних вимог та передбаченого збільшення інтенсивності повітряного руху, є актуальною проблемою.

Для того, щоб мережа успішно справлялася з цією задачею, вона повинна відповідати вимогам по продуктивності, надійності і ін. Конкретизуємо ці вимоги стосовно задачі забезпечення роботи АС УПР як системи критичного застосування при великих перепадах інтенсивності повітряного руху.

Продуктивність мережі визначає об'єм даних, які передаються, і час, що потрібний для їх передачі.

Пріоритетними вимогами до обчислювальної мережі аеровузла є гранично

допустимі значення саме часу реакції і затримки передачі даних.

Надійність означає імовірність того, що мережа виконує свої функції.

Безпека означає захист від несанкціонованого доступу до даних і забезпечення надійності і стійкості до навмисних руйнуючих дій.

Розширюваність – це можливість порівняно легкого додавання нових елементів мережі. Для систем критичного застосування висувається додаткова вимога – можливість модифікації мережі в процесі її функціонування, без зниження експлуатаційних характеристик.

Масштабованість – це можливість нарощування розмірів мережі, зокрема шляхом приєднання додаткових сегментів.

Прозорість означає можливість використання ресурсів мережі одним і тим же способом незалежно від їх фактичного розміщення.

Підтримка різних видів трафіку.

Керованість – можливість централізованого виявлення і усунення збоїв, несправностей, розподілу ресурсів і повноважень між користувачами.

Шляхи вирішення проблеми

Реальним підходом до рішення задач управління повітряним рухом у реальному часі представляється поточна адаптація деяких підсистем системи в цілому до умов застосування, що змінюються, перерозподіл ресурсів мережі для вирішення конкретних пріоритетних задач (напри-

клад, 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.

Корпоративна інформаційно-обчислювальна мережа АС УПР повинна будуватися за «острівним» принципом. Топологія мережі, як правило, є змішаною.

Для досягнення необхідної продуктивності, сумісності мережних технологій і протоколів обміну, масштабованості і розширюваності мережі доцільно використовувати підхід, заснований на еталонній моделі взаємодії відкритих систем (OSI – Open System Interconnection).

В рамках моделі OSI побудова корпоративної мережі АС УПР є більш ефективною і наочною. Уявимо, що кожен рівень обслуговується найближчим нижнім рівнем (є клієнтом нижнього рівня), а сам, у свою чергу, обслуговує найближчий верхній рівень (є, відповідно, сервером для верхнього рівня). Тоді ми отримаємо багаточарову (багаторівневу) модель мережі АС УПР, з багатократним використанням технології «клієнт-сервер». Така модель зображена на рис. 1.

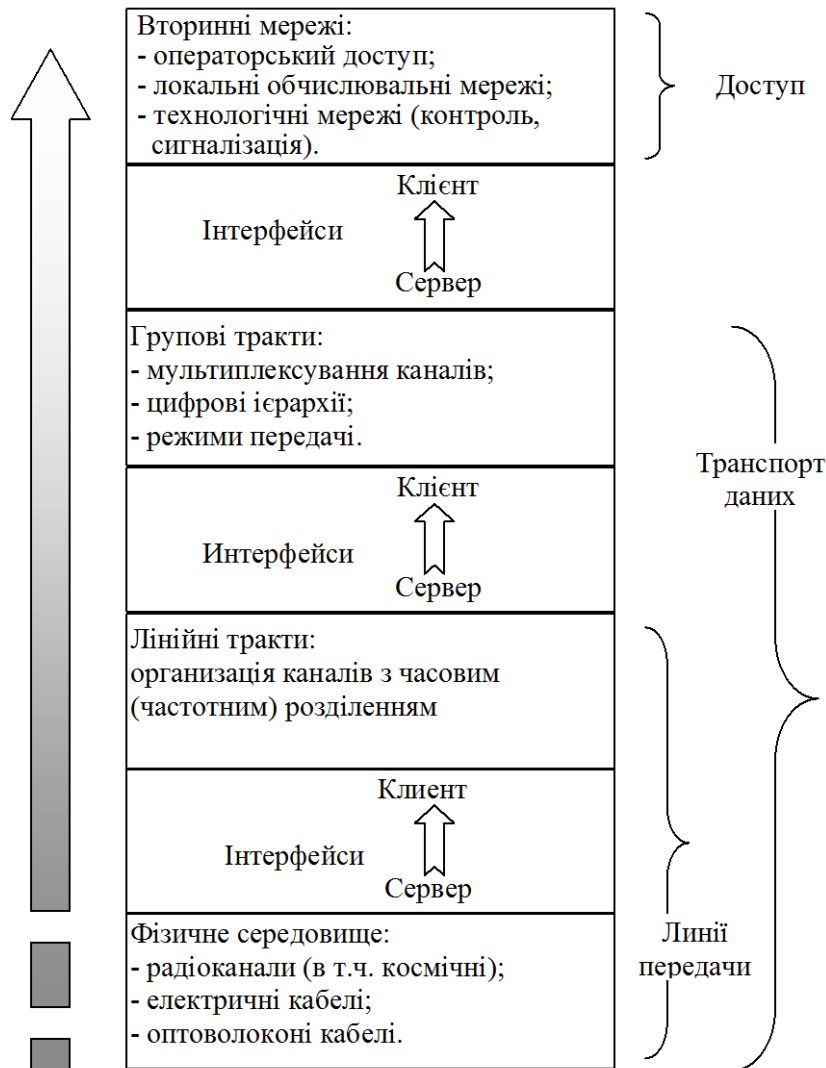


Рис. 1. Багатошарова (багаторівнева) модель мережі АС УПР

При такій організації мережі контроль, управління і модернізація є децентралізованими.

В рамках запропонованої багатошарової моделі можна логічно і технічно обґрунтувати структуру аеровузлової мережі. Як відомо, в цифрових конвергованих мережах (або мережах нових поколінь – NGN) найпоширенішими є технології АТМ і ІР-технології. Основними достоїнствами протоколу ІР є його простота і можливість динамічної фрагментації пакетів. Проте протокол ІР, будучи, по суті, дейтаграмним протоколом, не дає ніяких гарантій доставки повідомлень. Якщо при цьому на якій-небудь ділянці мережі відбулася втрата пакетів, вузли комутації (або маршрутизатори) починають посилати запити своїм сусідам. Навантаження росте лавиноподібно і може взагалі паралізувати

даний фрагмент мережі, що для умов критичного застосування неприпустимо.

З другого боку, АТМ-технологія хороша тим, що є високошвидкісною (швидкості до 622 Мбіт/с) і забезпечує універсальну обробку різноманітного трафіку в гетерогенній мережі. Крім того, АТМ-технологія забезпечує гарантоване значення QoS – quality of service (якість сервісу).

Розглянемо один з типових «острівців» корпоративної мережі АС УПР – локальну обчислювальну мережу аеродромно-районної АС УПР (АРАС УПР). Вона включає універсальні і спеціалізовані обчислювачі, бази і сховища даних, набір автоматизованих робочих місць (АРМ) операторів – диспетчерів, керівників, груп зв'язку, метео, довідкової інформації і ін.

Між окремими АРМ, які виконують самостійні функції, необхідні розв'язки по внутрішньому і міжсегментному трафіку. Також необхідні розв'язки і між обчислювальними мережами сусідніх районів. Розв'язки – це основа структуризації мереж із загальним середовищем, що розділяється, які обслуговують системи реального часу і особливо системи критичного застосування. Для розв'язки сегментів складеної аеровузлової мережі необхідно відповідним чином організувати архітектуру стеку протоколів з урахуванням функціонування широкомугових супутникових сегментів. Мається на увазі зв'язок супутникової системи із зовнішніми абонентами (земля, повітряні судна). Для внутрішнього зв'язку використовується окрема локальна мультисервісна мережа, по якій здійснюється транспорт як аналогових сигналів (термінальний вузол під'єднується через модем), так і цифрових сигналів (через комутатор).

Архітектура стеку супутникових протоколів також описується за багаторівневим принципом та загальною архітектурою стеку протоколів для IP-інтранет мереж. Супутниково-орієнтованими рівнями з адаптацією функцій доступу до загального стеку мережних протоколів у рамках еталонної моделі TCP/IP є фізичний рівень та рівень представлення даних.

На зовнішніх рівнях еталонної моделі є рівень додатків та супутниково-незалежний рівень IPv4/IPv6 також з адаптацією до загального стеку мережних протоколів. Пропонується модифікація схеми супутниково-орієнтованих та супутниково-незалежних рівнів протоколу обміну даними з широкомуговою супутниковою мультимедійною мережею. Модифікація заключається в додаванні стеку протоколів доступу до мультимедійних додатків. Організація доступу базується на застосуванні протоколів програмного комутатора Softswitch та підсистеми IMS – IP multimedia Subsystem. Модифікована схема надана на рис. 2.



Рис. 2. Співвідношення між супутниково-незалежними та супутниково-орієнтованими рівнями протоколів для широкомугової мультимедійної супутникової мережі

Доступ та розподіл потоків різноманітного трафіку у складеній мережі пропонується здійснювати через програмний комутатор Softswitch. Його пристрої та функції добре відпрацьовані, а при його використанні забезпечується надійна розв'язка по мережам передачі зі змішаною топологією та структурою. При використанні "чистих" IP-мереж доцільно використовувати підсистему IMS як еволюційний розвиток обладнання Softswitch.

Для вирішення обчислювальних задач, пов'язаних з обробкою конфліктних або екстремальних ситуацій, сплесками інтенсивності повітряного руху і ін., до складу локальної обчислювальної мережі (ЛОМ) включаються спеціалізовані обчислювачі реального часу. Обробка статистики навантаження на магістральну і ЛОМ може здійснюватися в універсальному обчислювачі. Там же реалізуються алгоритми адаптивної логічної структуризації мереж.

У свою чергу, багаторівнева архітектура мережі літака як автономного мобільного сегменту аеровузлової мережі по-

винна мати як горизонтальне, так і вертикальне структурування. Рекомендовано

варіант приблизної структурної схеми мережних сегментів, що входять до складу бортової мережі, який надано на рис. 3.

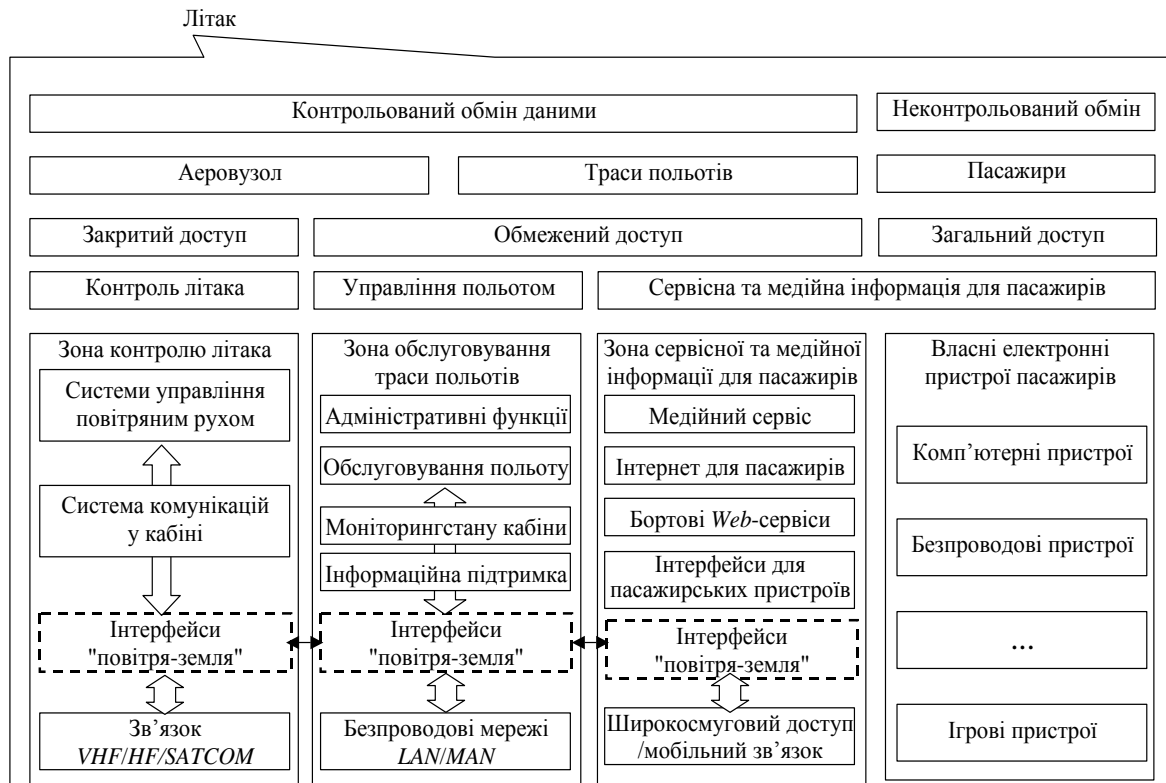


Рис. 3. Типова архітектура інформаційно-комунікаційної системи літака

Висновки

Розроблені принципи побудови даної інформаційно-обчислювальної підсистеми є досить універсальними. Завдяки широким можливостям і простоті зміни режимів роботи комутаційного обладнання забезпечується швидка і ефективна адаптація логічної структури обчислювальних мереж підсистеми.

Запропоновані структури обчислювальних мереж для систем критичного застосування можуть служити в основі побудови інформаційно-обчислювальної підсистеми АС УПР, тобто розгалуженої аероузлової мережі з автономними супутниковими та авіаційними бортовими мережними сегментами. [1,2].

Література

1. *Водопьянов С.В.* Оценка надежности обмена данными в перспективной аэроузловой информационно-телекоммуникационной сети / С.В. Водопьянов, П.А. Кренц. // Вісник Державного університету інформаційно-комунікаційних технологій. – К.: ДУІКТ, 2013, № 4. – С. 79 – 85.

2. *Водопьянов С.В.* Применение моделей трафика данных для мониторинга компьютерных сетей системы управления воздушным движением / С.В. Водопьянов, В.И. Дровозов. // Проблеми інформатизації та управління, 1(37)'2012 – Науково-технічний збірник. К.: НАУ, 2012. – С. 30 – 35.

**Дрововозов В.І.,
Водоп'янов С.В.,
Ушаков К.С.**

РЕКОМЕНДАЦІЇ З ВИБОРУ ВАРІАНТІВ ПОБУДОВИ АЕРОВУЗЛОВОЇ МЕРЕЖІ АС УПР

Вибір варіантів побудови аеровузлової мережі АС УПР з урахуванням сучасних вимог та передбаченого збільшення інтенсивності повітряного руху, є актуальною проблемою. Аеровузол є основним автономним елементом АС УПР, у якому організація і виконання польотів вимагають спеціального узгодження і координування. Головною задачею аеровузлової мережі, яка є основною складовою АС УПР, це забезпечення можливості функціонування системи у реальному часі за рахунок сумісного використання ресурсів. Реальним підходом до рішення задач управління повітряним рухом у реальному часі представляється поточна адаптація деяких підсистем системи в цілому до умов застосування, що змінюються, перерозподіл ресурсів мережі для вирішення конкретних пріоритетних задач. Такий підхід цілком логічний і природний, якщо врахувати, що будь-яка крупна корпоративна мережа складається з окремих сегментів. Запропоновані структури обчислювальних мереж для систем критичного застосування можуть служити в основі побудови інформаційно-обчислювальної підсистеми АС УПР, тобто розгалуженої аеровузлової мережі з автономними супутниковими та авіаційними бортовими мережними сегментами.

**Drovovozov V.I.,
Vodopyanov S.V.,
Ushakov K.S.**

RECOMMENDATIONS ON THE CHOICE OF OPTIONS FOR THE CONSTRUCTION OF AIRWAY AIR MANAGEMENT NETWORK

The choice of options for the construction of the air hub network of the UPR AU, taking into account modern requirements and the anticipated increase in the intensity of air traffic, is an urgent problem. The air hub is the main autonomous element of the UWA AU, in which the organization and operation of flights require special coordination and coordination. The main task of the air hub network, which is a major component of the UWS AU, is to ensure that the system is able to function in real time through resource sharing. The real-time approach to solving air traffic control problems is the current adaptation of some of the system's subsystems as a whole to changing application conditions, the redistribution of network resources to address specific priority tasks. This approach is quite logical and natural, given that any large corporate network consists of separate segments. The proposed structures of computational networks for systems of critical application can serve as the basis for the construction of the information-computing subsystem of the UPR system, that is, a branched air node network with autonomous satellite and aviation onboard network segments.