

АЕРОКОСМІЧНІ СИСТЕМИ МОНІТОРИНГУ ТА КЕРУВАННЯ

УДК 629.78

¹В.П. Харченко, д-р техн. наук²В.В. Павлов, д-р техн. наук³С.В. Павлова, канд. техн. наук

ФУНКЦІОНАЛЬНА ВІРТУАЛЬНІСТЬ – КОНЦЕПЦІЯ МАЙБУТНІХ СИСТЕМ CNS/ATM

^{1,3}Інститут інформаційно-діагностичних систем НАУ,
e-mail: psv@nau.edu.ua, kharch@nau.edu.ua²Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій і систем НАН України,
e-mail: pavlov@irtc.org.ua*Запропоновано наукову системну концепцію віртуальних функціональних систем створення майбутніх систем CNS/ATM.***Постановка проблеми**

Світовим співтовариством запропоновано план створення і впровадження глобальної системи організації повітряного руху. Суть змісту, цілей і стратегій глобального плану – планування впровадження системи зв'язку, навігації, спостереження й організації повітряного руху CNS/ATM (Communications, Navigation, Surveillance/Air Traffic Management) на глобальному, регіональному і національному рівнях, що передбачає зведення всіх аспектів планування в єдину стратегію [1; 2]. Кінцевою метою впровадження даного плану є створення цілісної глобально скоординованої системи аеронавігаційного обслуговування, що забезпечує:

- підвищення нинішніх рівнів безпеки і регулярності польотів повітряних кораблів (ПК);
- ефективність використання повітряного простору в цілому;
- зведення до мінімуму вимог щодо складу бортового обладнання, які розрізняються за регіонами.

При цьому для забезпечення інтеграції систем зв'язку, навігації, спостереження і керування, у т. ч. супутникових і автоматизованих систем, у цілісну глобальну систему організації повітряного руху повинна використовуватися як основа цифрова техніка.

Зв'язок досліджень з важливими практичними і науковими завданнями впливає з глобального аеронавігаційного плану, який розроблений таким чином, що визначає чіткий функціональний зв'язок з регіональними і національними планами.

Системні наукові і практичні основи створення таких регіональних планів пов'язують концептуально майбутній вигляд регіональної системи CNS/ATM з існуючим на даний момент виглядом і враховують як попередню історію, так і фактичні конкурентні основи аеронавігаційних очікувань національного регіону.

Іншими словами, вибір варіанта впровадження конкретного компонента (регіонального / національного) являє собою процес підвищеної системної відповідальності для регіону за своїми комерційними наслідками.

Аналіз останніх публікацій і досліджень показує, що єдиний підхід до основ створення цілісної глобальної системи аеронавігації відсутній. Це обумовлено тим, що системи такого рівня – це багатоаспектні комплексні системи з ієрархічною схемою організації, які містять технічні, організаційні, інформаційні, керуючі, соціотехнічні й ергатичні компоненти.

Невирішеною частиною проблеми створення цілісної глобальної системи аеронавігації є наукове обґрунтування оптимального вигляду майбутньої регіональної системи CNS/ATM, що враховує рівні технічної підготовленості до своєчасного вирішення даної проблеми і забезпечує комерційну доцільність інвестицій в її створенні.

У глобальному аеронавігаційному плані зазначено, що розроблювальні в регіоні технічні засоби повинні забезпечувати можливість реалізації і вдосконалювання різних схем і варіантів упровадження систем, враховувати потреби користувачів, їхню готовність модернізувати своє обладнання і оплачувати зміни, передбачені постачальниками послуг, пов'язаних з ATM [1–3].

Метою статті є розробка наукової системної концепції керування для того варіанта майбутнього вигляду регіональної системи CNS/ATM, що дозволить створити ефективну цілісну інтегровану систему підтримки принципів інструментального вільного польоту при мінімальних вимогах до систем авіоніки користувачів повітряного простору.

Концепція віртуальних функціональних систем

Структурну схему розробки глобальної системи автоматизованого керування повітряним рухом (ATM) показано на рис. 1 [4].

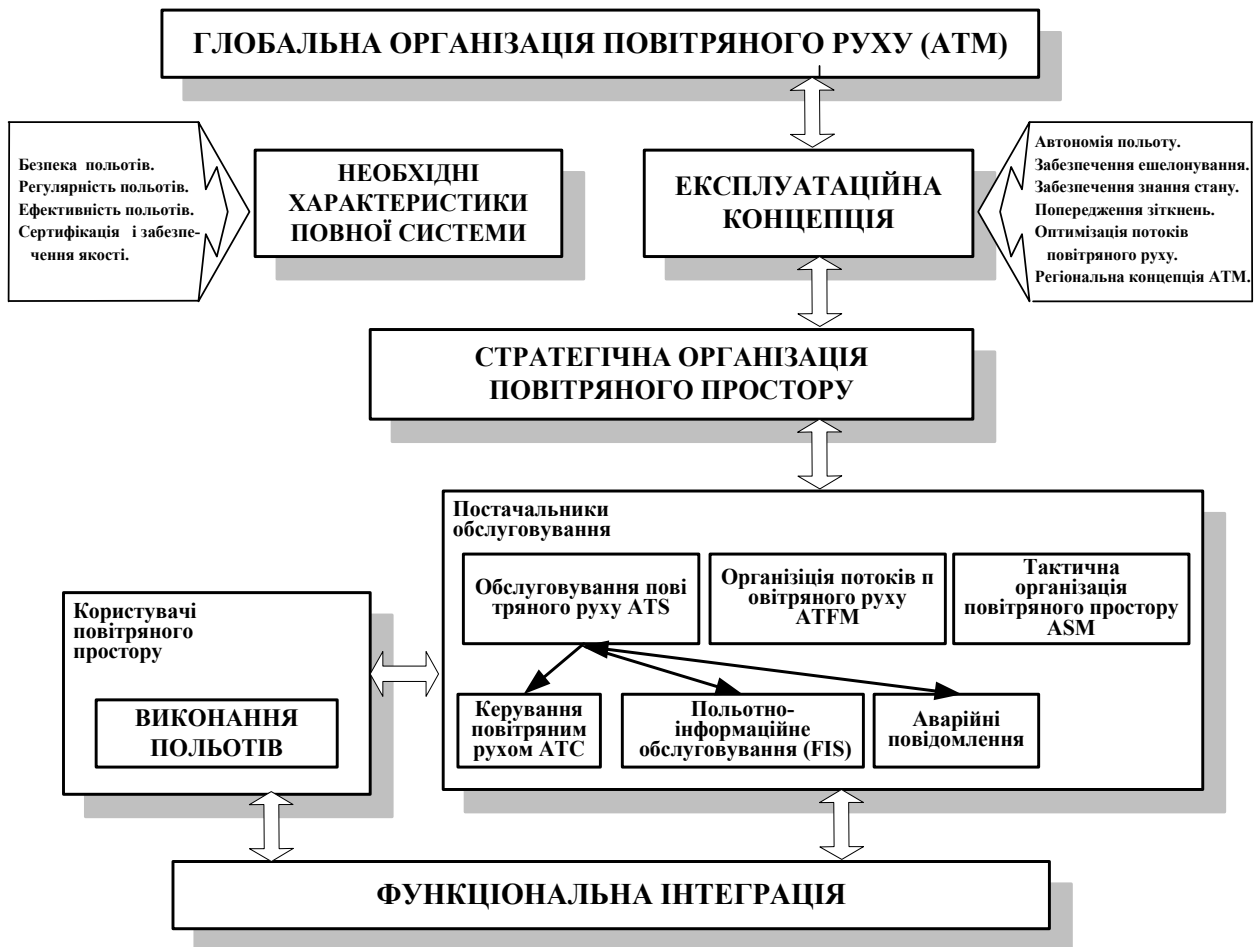


Рис. 1. Система організації повітряного руху

Під терміном функціональної інтеграції розуміємо інформаційно-функціональну інтеграцію системи АТМ. Першочерговими задачами організації повітряного руху є задачі інформаційного забезпечення систем АТМ.

Звичайну структурну схему взаємозв'язків інформаційних систем з ПК, оснащених авіонікою, показано на рис. 2.

Наведена структура комплексу (набору) технічних засобів “занурена” у якесь “метаобчислювальне середовище”, утворене розподіленою в просторі мережею процесорів, сенсорів, апаратних засобів різного призначення, терміналів,

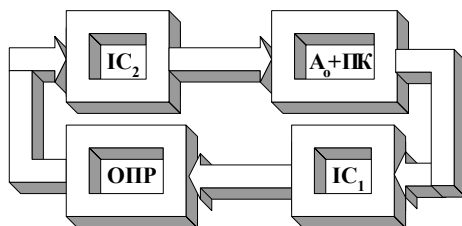


Рис. 2. Загальна структура майбутніх аеронавігаційних систем:

IC₂ – інформаційна система, яка передає інформаційно-керуючі сигнали на ПК; A₀+ПК – ПК, оснащений авіонікою; ОПР – організатор повітряного руху; IC₁ – інформаційна система, оцінююча стан ПК у просторі

систем зв'язків може сприйматися як суперкомп'ютер (рис. 3).

Така аналогія в системному плані дозволяє від зовнішньої аналогії перейти до внутрішньої організаційної аналогії даного суперкомп'ютера і таким чином сформуванню концепції розуміння системи CNS/АТМ як деякої віртуальної машини, наділеної всією сукупністю віртуальних властивостей: віртуальною пам'яттю, віртуальними терміналами, віртуальними інтерфейсами, віртуальним з'єднанням і віртуальним часом.

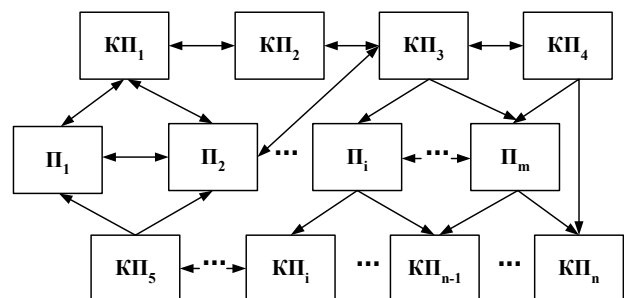


Рис. 3. Загальне розуміння цілісної системи CNS/АТМ як багатопроекторної обчислювальної машини:

KP_i – i-й крайній пристрій; P_i – i-й процесор

В обчислювальній техніці віртуальна машина – це сукупність ресурсів, що емулюють поведінку реальної машини. При цьому фактично обчислювальний процес не має ніяких засобів для визначення, того чи є наданий ресурс дійсно фізичним ресурсом цього типу або він реалізований у результаті спільних дій інших ресурсів.

Спільні дії різнорідних ресурсів у цьому випадку призводять до такого самого результату, що й за умови використання фізичного ресурсу.

Наприклад, неможливо визначити, чи передається вихідна інформація безпосередньо на друкувальний (виконавчий) пристрій або вона проходить через деяку систему підкачування даних. Аналогічно неможливо визначити, чи монополює застосовується процесор або в режимі мультипрограмування разом з іншими процесорами [5].

У віртуальній машині жоден процес не може монополювати використовувати деякий ресурс, і всі системні ресурси вважаються ресурсами потенційно спільного використання. Крім того, використання віртуальної машини забезпечує розв'язку між декількома користувачами, що працюють в одній обчислювальній системі, і визначений рівень захисту даних.

Не менш важлива і концепція віртуальної машини, що відноситься до поняття віртуального терміналу як засобу перетворення протоколів між різнорідними терміналами й аналогічного визначення штучної мови, на яку і з якої можна перекладати деякий набір природних мов.

Допоміжний характер має поняття віртуального з'єднання між деякими точками в мережі, що для крайнього обладнання виглядає як фізичне з'єднання.

Ідея і концепція віртуальної машини лежать в основі цілого ряду комерційних операційних систем, перші застосування яких належать до систем VM/SMC фірми IBM і VAX/VM фірми DEC. На теперішній час ця концепція отримала подальший розвиток, наприклад, використання – паралельної віртуальної машини PVM (Parallel Virtual Machine), VMware, Microsoft Java Virtual Machine.

Ефективність застосування концепції віртуальної машини в операційних системах дозволяє сформулювати дану ідею в розширеному розумінні: розповсюдити з операційних систем на функціональні системи.

При цьому під терміном “ресурси” функціональної системи будемо розуміти будь-які необхідні цілісній системі алгоритми, апаратні й обчислювальні засоби системи, засоби інформаційного забезпечення, засоби керування. Далі їх будемо називати функціональними і апаратними ресурсами системи.

Тоді розширений у системному змісті принцип віртуальної системи означає:

- у такій системі жоден процес не може монополювати використовувати будь-який ресурс системи;

- усі системні ресурси є ресурсами потенційно спільного використання.

Однак у своїй сукупності будь-який процес сприймається (спостерігається) будь-яким користувачем системи як монополює фізично існуючий проблемний процес.

В операційних і функціональних системах основою системи є рівень супервізора, який створює необхідну кількість віртуальних функціональних машин або більш приблизно до системної суті віртуальних функціональних систем.

Кожна така віртуальна система використовує свій термінал, через який у систему передається вхідна і видається вихідна інформація системи. При цьому користувачі працюють з копією діалогової моніторної системи (CMS), фактично керуючою вирішенням конкретної задачі.

Застосування концепції віртуальних функціональних систем до формування системного вигляду майбутніх аеронавігаційних систем (рис. 2) дозволить визначити деякий граничний мінімальний набір функціонально-технічних задач, після якого система CNS/ATM зможе ефективно функціонувати, причому незалежно від апаратно-технічного стану авіоніки користувачів, рівня впровадження нових технічних засобів, і звести до мінімуму вимоги щодо складу бортового обладнання, використовуюваного в регіоні. Фактично за значенням ефект досягається за рахунок гнучкого розподілу ресурсів наземної, супутникової, радіолокаційної і бортової систем забезпечення польоту ПК. Умовно можна сказати, що функціональна структура CNS/ATM (рис. 3) при використанні ідеології віртуальних систем зображена на структурі розподіленого в просторі і часі апаратно-обчислювального середовища (рис. 4).

Рис. 4. Просторово-часове перетинання функціональних і апаратних структур при віртуальній організації системи:

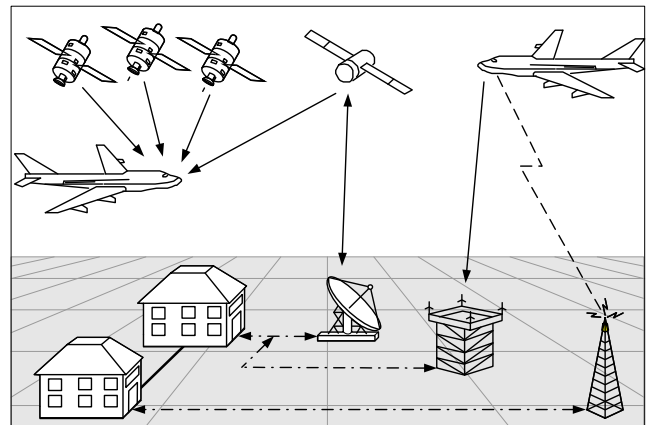
Φ_i – КП_i – *i*-й крайній пристрій; Π_i – *i*-й процесор

У загальному випадку апаратний і функціональний фони є взаєморухливими (динамічно взаємопов'язаними) і відбивають еволюцію розвитку систем CNS/ATM і їхніх задач, еволюцію апаратно-інформаційно-обчислювальних засобів і еволюцію розвитку конструкцій ПК з керованою конфігурацією за концепцією CCV (Configuration Controlled Vehicle).

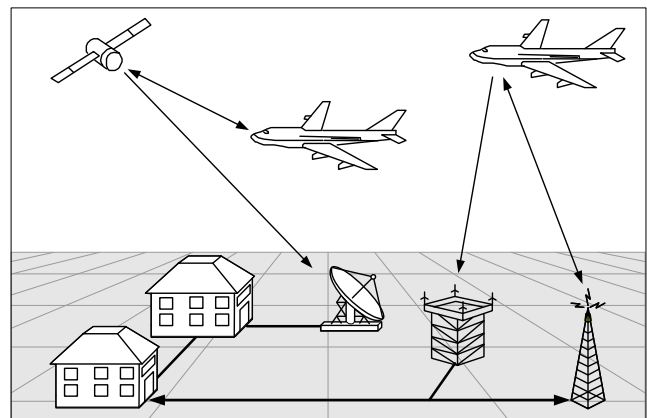
Динамічний розподіл і використання загального ресурсу майбутньої системи CNS/ATM, організованої за віртуальною технологією, створюють рівні за функціональними можливостями віртуальні системи різного призначення для користувачів з різним рівнем індивідуального апаратного розвитку (IQ) і рівнем досконалості конструкції ПК (CCV). Глобально така ідеологія дозволить явно розрізняти віртуальну диспетчерську систему, віртуальну систему спостереження, віртуальну систему позиціонування, віртуальну авіоніку, віртуальну систему безпеки (рис. 5).

Пояснення властивостей віртуальних систем наочно підтверджуються на прикладі системи "віртуальна авіоніка". Так, GATTS (Global Air Transportation Systems and Services) пропонує шестигранний економічно вигідний поетапний підхід до питання бортового обладнання ПК [6]. На рис. 6 показано рівні поетапного розвитку бортового комплексу з різними рівнями IQ за кожною з його підсистем. Ідеологія віртуальних систем дозволить на кожному етапі розвитку фізичного бортового обладнання створювати віртуальну систему ПК з максимальним рівнем IQ, адекватну рівневі розвиненості CCV і підтримувану всім ресурсом системи CNS/ATM (рис. 7). У результаті таких послуг, здійснених усім комплексом CNS/ATM, кожен користувач здобуває недоступні раніше функціональні властивості. До них належать віртуальні нелінійні всережимні автопілоти, віртуальні пілотажно-навігаційні комплекси, віртуальні системи попередження і запобігання зіткнень ПК типу ACAS (TCAS), GPWS (міжнародні) і типу Anticon (вітчизняна), віртуальні системи автоматичної посадки MLS та ILS, віртуальні аварійні (позаштатні) системи керування безпекою, віртуальні системи висотного маневрування по гнучких траєкторіях [7; 8].

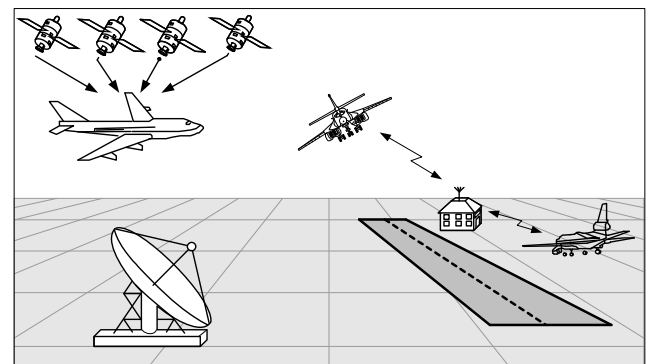
На рис. 8 проілюстровано ефект для користувача, коли застосовується віртуальна послуга від глобальної (або регіональної) системи CNS/ATM. При однаковому рівні $IQ^V = \max$ користувачі з різним складом борта функціонально рівноправні в системі CNS/ATM. Лізинг таких послуг вирівнює всіх користувачів перед системою CNS/ATM і дозволяє в принципі заощаджувати на придбанні дорогого бортового обладнання, орендуючи при необхідності відповідні віртуальні послуги.



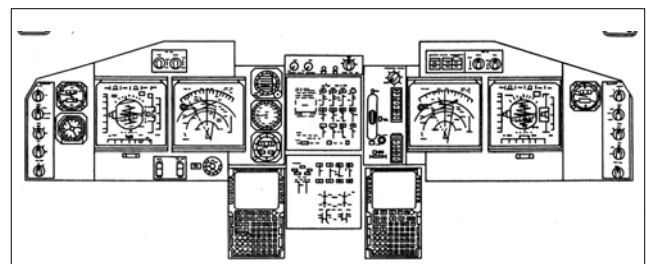
a



б



в



г

Рис. 5. Еволюція розвитку систем CNS/ATM:
а – спостереження; б – зв'язок; в – навігація; г – борт

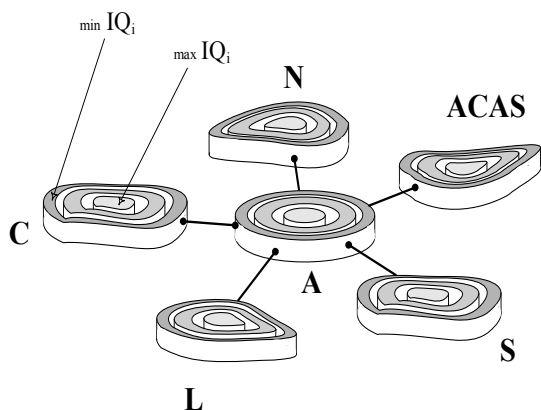


Рис. 6. Шестигранник GATTS системи бортового обладнання ПК:

i = N, C, L, S, ACAS, A; N – Navigation; C – Communications; L – Landing aids; S – Surveillance; ACAS – Airborne Collision Avoidance Surveillance; A – Avionics (Flight Management System)

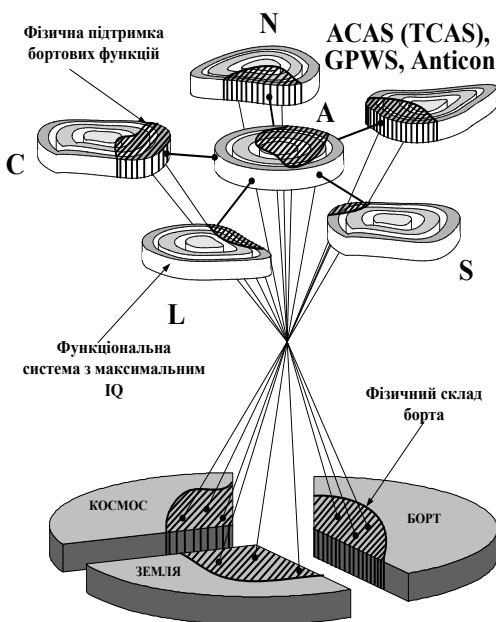


Рис. 7. Взаємозв'язок фізичного і віртуального ПК

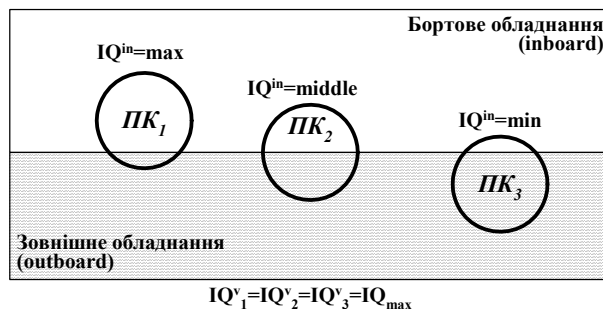


Рис. 8. Розподілення ресурсу віртуально рівними користувачами (ПК) при різних рівнях IQ фізичного бортового обладнання

Висновки

Системно обґрунтована концепція віртуальних функціональних систем, що може служити оптимальною основою створення регіональних систем CNS/ATM.

Реалізація віртуальних технологій повинна створити сприятливі рівноправні умови всім користувачам повітряного простору, мінімально залежні від технічного обладнання борта ПК.

Список літератури

1. World Wide CNS/ATM Systems Implementer / ICAO, RIO Conference 1998.
2. Demystifying CNS/ATM // Report CANSO CNS/ATM Working Group, Final Version. – 1999. – June.
3. Глобальный план развития комбинированной системы радионавигации, разработанный Международной организацией гражданской авиации // XXI века – безопасные полеты. – <http://www.faa.gov/avr/iasa/index.htm>.
4. Харченко В.П. Майбутнє аеронавігаційних інформаційних систем і керування транспортом // Вісн. КМУЦА. – 1999. – №2. – С. 166–179.
5. Иртегов Д. Введение в операционные системы. – С.Пб.:БХВ – Петербург, 2002. – 624 с.
6. GATSS: C.I.S. Air Traffic Management Modernization Study Summary. 1992. – Jan.
7. Flight Safety and Combat Capability Enhancement. – <http://www.milparade.com/1995/35/088.htm>.
8. Человеческий фактор в управлении и организации // Циркуляр ИКАО 247 – AN/148. – С.47.

Стаття надійшла до редакції 10.06.04.

В.П. Харченко, В.В. Павлов, С.В. Павлова

Функциональная виртуальность – концепция будущих систем CNS/ATM

Предложена научная системная концепция виртуальных функциональных систем создания будущих систем CNS/ATM.

V.P. Kharchenko, V.V. Pavlov, S.P. Pavlova

Functional “virtuality” – future systems conception CNS/ATM

The scientific system conception “virtual functional systems” of future CNS/ATM creation has been suggested.