УДК 629.52.7

О.А.Машков, д.т.н., професор, ВАК України
С.Г. Вітко, студент, Національний Авіаційний Університет, Київ

ЗАСТОСУВАННЯ МУЛЬТИПЛЕКСНИХ КАНАЛІВ ПЕРЕДАЧІ ІНФОРМАЦІЇ У ФУНКЦІОНАЛЬНО-СТІЙКОМУ БОРТОВОМУ ІНФОРМАЦІЙНО-УПРАВЛЯЮЧОМУ КОМПЛЕКСІ ПЕРСПЕКТИВНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

The structure of board informative control complex is developed with consideration of system functional stability requirements. Multiplex channels of data transferring are used to achieve an optimal structure of connections between different modules and subsystems that are integrated in a single board informative control complex.

Вступ

Розвиток сучасної авіаційної техніки характеризується, насамперед, безперервним підвищенням складності задач, що вирішуються під час польоту, а також технічних засобів, необхідних для їхньої реалізації. Це в свою чергу спричиняє необхідність створення на борту великих складних систем управління.

На відміну від практики проектування нескладних систем управління, коли основна увага приділяється розробці алгоритму управління системою і функціонування її елементів, при проектуванні великих складних систем управління важливим є вибір оптимальної структури організації взаємодії її елементів і розподілення ресурсів, а також розробка стратегії поведінки системи при відмовах або втраті працездатності елементів системи.

Обґрунтування доцільності використання мультиплексних каналів обміну інформації в БІУК

В основу запропонованого бортового інформаційно-управляючого комплексу (БІУК) покладена теорія функціональної стійкості складних динамічних систем. Забезпечення функціональної стійкості складної інформаційно-управляючої означає збереження найбільш важливих функцій системи, коли порушення роботи окремих елементів вже відбулися. Особливістю методів синтезу функціонально-стійких бортових інформаційно-управляючих комплексів є те, що в них не розглядаються причини, що привели до виникнення відмови. Для формування спеціального парирувального управління важливий сам факт порушення працездатності одного або кількох елементів комплексу.

Спочатку апріорно формуються образи-еталони наслідків нештатних ситуацій, викликаних відмовами функціональних підсистем комплексу, і зберігаються в пам’яті. В процесі експлуатації визначається образ поточного стану системи, який порівнюється з образами-еталонами, що збережені в

пам’яті. Таким чином приймається рішення про нормальне функціонування підсистеми або наявність тієї чи іншої відмови. Відповідно для кожного випадку формується адекватне управління. За таким принципом будується алгоритм ідентифікації та парирування відмов для забезпечення функціональної стійкості літального апарату.

На фізичному рівні описаний алгоритм вимагає повної інтеграції апаратури кожної з підсистем (інформаційно-вимірювальної, обчислювальної, енергетичної) в єдиний інформаційно-управляючий комплекс. Розглянемо можливі способи реалізації міжмодульних зв’язків і передачі інформації для бортового обладнання літального апарату.

Структура зв’язків бортового інформаційно-управляючого комплексу показана на рис.1. В першому випадку (рис1.а) для організації зв’язків бортової мікро ЕОМ, панелі індикації інформації групп датчиків і виконавчих механізмів використовуються радіальні канали. Спроектована таким чином система передачі інформації характеризується наявністю великої кількості зв’язків. Це є причиною великої маси та об’єму, який потрібен для фізичного середовища передачі інформації – проводів. Це, в свою чергу, ускладнює модернізацію обладнання літального апарату.

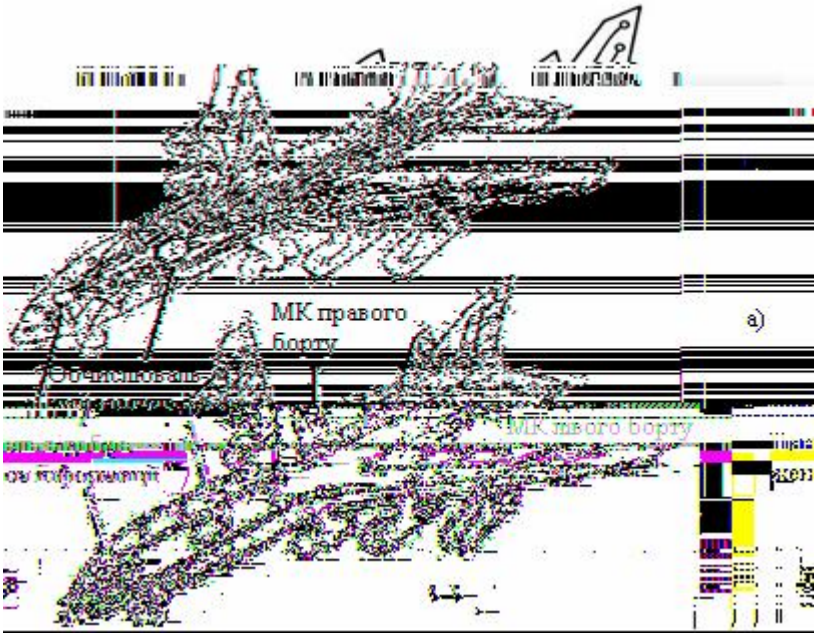

Рис.1. Структура зв’язків компонентів БІУК при використанні радиальних (а) та мультиплексних (б) каналів

Використання мультиплексних каналів (МК) міжмодульного обміну дозволяє комплексувати електронне обладнання літака, різко скорочує масу і загальну довжину проводів системи зв'язку. Швидкість передачі інформаційного потоку збільшується. Для підвищення живучості та скорочення фізичної довжини МК використовуються мультиплексні канали правого і лівого бортів. При цьому для підвищення надійності та достовірності передачі данних, а також забезпечення безвідмовності роботи обладнання літака кожен із каналів може резервуватися.

Очевидно, що мульплекні канали мають ряд переваг перед радіальними каналами, а саме, більшу пропускну здатність, більші можливості адресації абонентів і блоків данних, більш гнучку структуру. Радіальні ж канали доцільно використовувати для організації локальних зв'язків для більш простої елементної бази. Таким чином, розвиток бортових радіоелектронних систем буде базуватися, очевидно, на гнучкому підході, що передбачуватиме використання радіальних каналів для організації локальних або окремих систем передачі типу «точка-точка», а розвиток мультиплексних систем – для побудови глобальних каналів міжмодульного обміну інформацією.

Таким чином, використання мультиплексних каналів міжмодульного обміну дозволяє досягти оптимальної структури організації управління підсистемами в єдиному інформаційно-управляючому комплексі.

Структура функціонально-стійкого інформаційно-управляючого комплексу з використанням мультиплексних каналів

Неможливість перерозподілу ресурсів між каналами обмежує можливості формування функціонально стійкого управління. Технологічною основою забезпечення функціональної стійкості стало створення бортових інформаційно-управляючих комплексів, які дозволили комплексувати ресурси системи і здійснити їх перерозподіл. Лише комплексування всіх каналів систем автоматичного управління в єдиний інформаційно-управляючий комплекс, де інформаційно-вимірювальна підсистема буде включати всі джерела інформації, пристрої перекодування і спряження, обчислювальна система – всі обчислювачі, а енергетична підсистема - всі виконавчі механізми та джерела енергії, дозволить забезпечити її функціональну стійкість (рис.2).

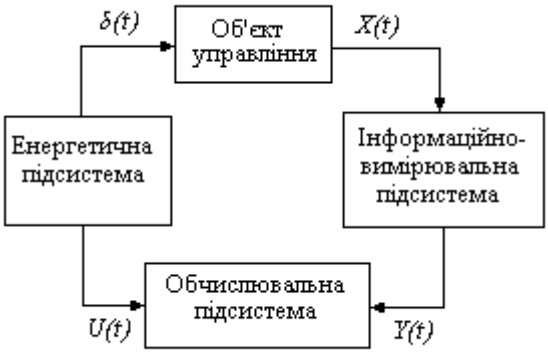

Рис.2. Структура бортового информационно-управляющего комплекса

При проектуванні мультиплексованої ситеми бортового обладнання враховуються, в першу чергу, типи та число підсистем, що підключаються до МК, вирішується питання резервування засобів передачі данних з використанням каналу, визначаються вимоги до ізольованості підсистем і розподілення функцій. Крім цього необхідно визначити повний перелік задач, що вирішуються в БІУК, та режимів роботи. Для кожного режиму повинні бути враховані функції кожного пристрою.

На основі цієї інформації, а також спеціальних вимог, таких як необхідніть функціонування в умовах часткових відмов обладнання за рахунок перерозподілення ресурсів всієї системи, формується структура бортового комплексу. Ці вимоги визначають вибір топології, принципів управління апаратурою МК і підсистем.

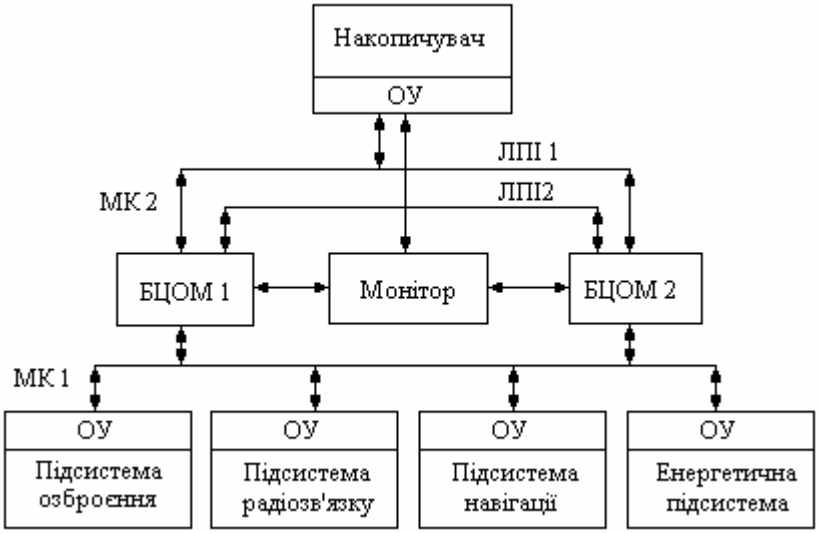

Рис.3. Топологія об’єднання апаратури бортового інформаційно-управляючого комплексу

На рис.3 приведена структура бортового інформаційно-управляючого комплексу перспективного літального апарату. Система побудована на основі двух МК, один з яких резервовано (ЛПІ1, ЛПІ2). Інтеграція системи здійснюється на основі першого мультиплексного каналу (МК1), до якого підключені всі підсистеми. Другий мультиплексний канал (МК2) призначений для зв’язку двух мікропроцесорів (БЦОМ 1, БЦОМ 2) і накопичувача, який вміщує программи і масиви данних, що необхідні для роботи системи. Виділення другого МК необхідне для забезпечення ізольованості функцій обміну між мікропроцесорами та накопичувальним пристроєм і для спрощення процедур взаємозв’язку бортових коп’ютерів. Крім цього, обмін з накопичувачем пам’яті здійснюється, в основному, великими масивами данних, що потребує додаткових ресурсів МК.

Одним із способів реалізації застосування МК може слугувати заміна кабельного обладнання на волоконно-оптичні лінії зв’язку, що дозволяє збільшити довжину лінії передачі інформації, не порушуючи надійності та достовірності передачі інформації. Порівняно зі звичайними кабельними лініями, волоконно-оптичні лінії зв’язку мають ряд переваг, таких як мала маса та габаритні розміри, значно більша широкополосність, нечутливість до зовнішніх електромагнітних полів, повна електрична ізоляція між входом і виходом, відсутність коротких замикань, внаслідку чого волоконні світловоди можуть бути використані для пересікання небезпечних зон без загрози виникнення пожару в зонах з горючими середовищами.

Організація процесів управління передачі інформації

Використання мультиплексних каналів найбільш виправдано в системах, що працюють з фіксованим розкладом передачі інформації. Вимоги до розкладу базуються на розгляді найрідших і найчастіших ітерацій та допустимих величин запізнення. Найнижча швидкість ітерації, яка є найменшим спільним кратним більш високих швидкостей ітерації, відповідає найбільшому циклу. Виняток становлять події, ініціалізація яких здійснюється приблизно на порядок нижче решти операцій (наприклад, періодичний самоконтроль проводиться один раз в 10с). Малий цикл ввідповідає частоті найшвидшого відновлення періодичної інформації і є частиною великого циклу.

Аперіодичні повідомлення в мультиплексних системах зустрічаються у випадку умовних подій і використовуються для ініціалізації інших умовних подій. До таких подій відноситься ввід з клавіатури, запрос відображення інформації на екрані монітора. Система управління враховує всі ці системні вимоги.

Наступним кроком в розробці систем на основі МК є групування данних в повідомлення. В повідомлення групується функціонально-однорідна інформація.

Для організації управління апаратурою підсистем бортового інформаційно-управляючого комплексу використовуються формати передачі данних, визначенні стандартом.

Найбільш перспективним напрямом реалізації мульплексних систем насьогодні є використання волоконно-оптичних ліній зв'язку.

Технологія щільного хвильового мультиплексування (Dense Wavelength Division Multiplexing – DWDM) вважається найбільш надійною для опорної інфраструктури мультисервісних мереж.

DWDM-технологія базується на поширенні по волокну не однієї довжини хвилі (частоти), а декількох різних довжин хвиль, причому кожна довжина хвилі являє собою незалежний інформаційний канал.

Суть спектрального або частотного оптичного мультиплексування полягає в тому, що в оптичне волокно з різних каналів вводиться декілька інформаційних сигналів з різними довжинами хвиль, тобто променей «різного кольору», кожен з який несе свій інформаційний сигнал, і ці сигнали не взаємодіють між собою (рис.4). Пакет сигналів передається по волокну і на прийомному кінці знову розділяється по каналам зв допомогою мульплексора (в зворотньону напрямку – демультиплексора).

Рис.4. Схема частотного (спектрального) мультиплексування

Висновки

Для успішного вирішення проблем пректування функціонально-стійкого бортового інформаційно-управляючого комплексу перспективного літального апарату запропоновано використання мультиплексування каналів передачі інформаціїї, що дозволяє розробити оптимальну структуру ліній зв'язку. Така структура бортового інформвційно-управляючого комплексу полегшує реалізацію функціональної стійкості системи, тобто здатності літального апарату зберігати свої життєво важливі функції при відмовах. Мультиплексування каналів обміну інформаціїї істотно зменшує масу та об'єм ліній зв'язку.

Структура запропонованого бортового інформаційно-управляючого комплексу розроблена з урахування вимог функціональної стійкості системи. Така структура дає змогу інтегрувати всі підсистеми в єдиний інформаційно-управляючий комплекс. Запропопоновано топологію об'єднання апаратури бортового інформаційно-управляючого комплексу перспективного літального апарату з використання двох мультиплексних каналів, до одного з яких підключено всі підсистеми, другий призначено для зв'язку двох бортових цифрових обчислювальних машин та блоку пам'яті.

Використання волоконно-оптичних ліній зв'язку на борту літака відкриває нові перспективи підвищення якості мультиплексних каналів передачі інформації. Хвильове мультиплексування (технологія DWDM) забезпечує різке підвищення пропускної здатності оптичного кабелю.

1. *Машков О.А.* Повышение эффективности бортовых информационно-управляющих комплексов на основе обнаружения и парирования отказов в процессе управления / Отчет о НИР №09026. – К.: КВВАИУ, 1990.
2. *Машков О.А.* О функциональной устойчивости бортовых информационно-управляющих комплексов / Вопросы повышения эффективности и качества систем управления полетом и навигации воздушных судов. К.: КИИГА, 1990.
3. *Машков О.А., Барабаш О.В.* Оцінка функціональної стійкості розподіленних інформаційно-керуючих систем / Фізико-математичне моделювання та інформаційні технології, НАН України ,Вип1.

4. *Машков О.А. Барабаш О.В.*Топологічні критерії та показники функціональної стійкості складних ієрархічних систем /Збірник наукових праць НАН України, ІПМЕ – „Моделювання та інформаційні технології”, 2003, Вип.. 25.
5. *Семенов Н.А.* Оптические кабели связи: теория и расчет. М.: Радио и связь, 1981.
6. *Десурвир Д.* «Световая связь: пятое поколение»: В мире науки, № 3, 1992.
7. *Потапов В.Т.* “Технологии DWDM призваны обеспечивать бурное развитие волоконно-оптических систем связи”: Фотон-Экспресс, № 17, 1999.