

УДК 629.7.083

АГАМОВ Л.Г., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

ДУДКІН І.П., провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник

ВАБІЩЕВИЧ О.В., науковий співробітник

АНАЛІЗ ШЛЯХІВ ПОБУДОВИ ПЕРСПЕКТИВНИХ СИСТЕМ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ОБ'ЄКТИВНОГО КОНТРОЛЮ ВІЙСЬКОВОЇ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ

В статті аналізуються основні напрямки створення перспективних комплексних систем дистанційної передачі даних об'єктивного контролю військової авіаційної техніки в реальному масштабі часу.

Ключові слова: об'єктивний контроль, варіанти дистанційної передачі, інформаційно-вимірювальний комплекс.

Одним з важливих та обов'язкових елементів перспективних комплексів бортового обладнання (КБО) військової авіаційної техніки (ВАТ) є системи об'єктивного контролю (СОК), роль яких в КБО суттєво зростає з ростом складності літальних апаратів (ЛА). Роль СОК також значно зростає у зв'язку з необхідністю впровадження найбільш прогресивної системи технічної експлуатації за станом. Зареєстрована в польоті інформація найбільш вірогідно характеризує технічний стан АТ. Використання цієї інформації дозволяє скоротити час підготовок і працевитрати, виключити перевірки обладнання під струмом, зменшити кількість засобів наземного обслуговування, що використовуються.

Призначення СОК у самому загальному трактуванні складається в забезпеченні контролю стану ВАТ і дій екіпажу ЛА в процесі виконання польоту. Кінцевим результатом об'єктивного контролю є рішення про відповідність (невідповідність) технічних характеристик ЛА і дій льотного складу заданим вимогам. Інформація об'єктивного контролю за результатами польоту є основою для прийняття подальших рішень щодо експлуатації ВАТ і підготовці екіпажів.

Для вибору раціональних шляхів побудови СОК, при використанні функції величини часу доставки результатів об'єктивного контролю до місця обробки й аналізу в якості цільової, потрібно розглянути можливі конкуруючі варіанти систем.

Значного скорочення витрат загального часу на одержання результатів обробки й аналізу польотної інформації можна досягти за рахунок використання мобільних програмно-апаратних комплексів, що дозволяють провести експрес-аналіз відразу після посадки на стоянці ЛА. Прикладом реалізації такого підходу є наземні комплекси обробки польотної інформації "Карпати-29", "Славутич", "Беркут", що забезпечують зчитування й обробку польотної інформації з систем.

Інший можливий напрямок зменшення непродуктивних витрат часу пов'язано з виключенням з технології одержання результатів об'єктивного контролю

типу “ТестерУЗ-Л” на стоянці.

процесу перезапису інформації з бортового реєстратора. Для цих цілей можуть використовуватися експлуатаційні бортові накопичувачі, запис польотної інформації на які здійснюється в польоті паралельно із записом на штатні СОК. Прикладом реалізації такого підходу є накопичувач ЭБН-Т, розроблений для реєстрації тензометричної інформації при проведенні льотних випробувань вертольота “Янгол”.

Об'єднання обох зазначених підходів реалізовано в системах типу “Екран”, що забезпечують запис польотної інформації в процесі польоту і можуть видавати результати експрес-аналізу відразу після посадки ЛА. Однак усі перераховані системи не виключають необхідності доставки польотної інформації в тому чи іншому виді до місця обробки і тому суттєвого приросту ефективності дати не можуть.

Таким чином, з метою радикального підвищення ефективності СОК на теперішній час актуальним є питання створення систем дистанційної передачі польотної інформації з борта ЛА в центр обробки. При цьому передача інформації може здійснюватися або в реальному масштабі часу протягом усього польоту одночасно з процесом реєстрації інформації штатними СОК, або після завершення польоту зі штатних бортових накопичувачів.

На рис. 1 наведено схему варіантів дистанційної передачі польотної інформації в центр обробки. У теперішній час частіше використовується передача інформації шляхом доставки носіїв інформації. У системах дистанційної передачі даних можуть використовуватися такі канали зв'язку: електричний; оптичний; радіо.

Система передачі даних (СПД) повинна включати блок передачі даних, канал зв'язку та блок прийому даних. При розробці СПД важливо узгодити характеристики каналу зв'язку з характеристиками сигналів інформації, що передається, та її об'ємом. При цьому високі вимоги ставляться до метрологічних характеристик каналу зв'язку та імовірності передачі інформації.

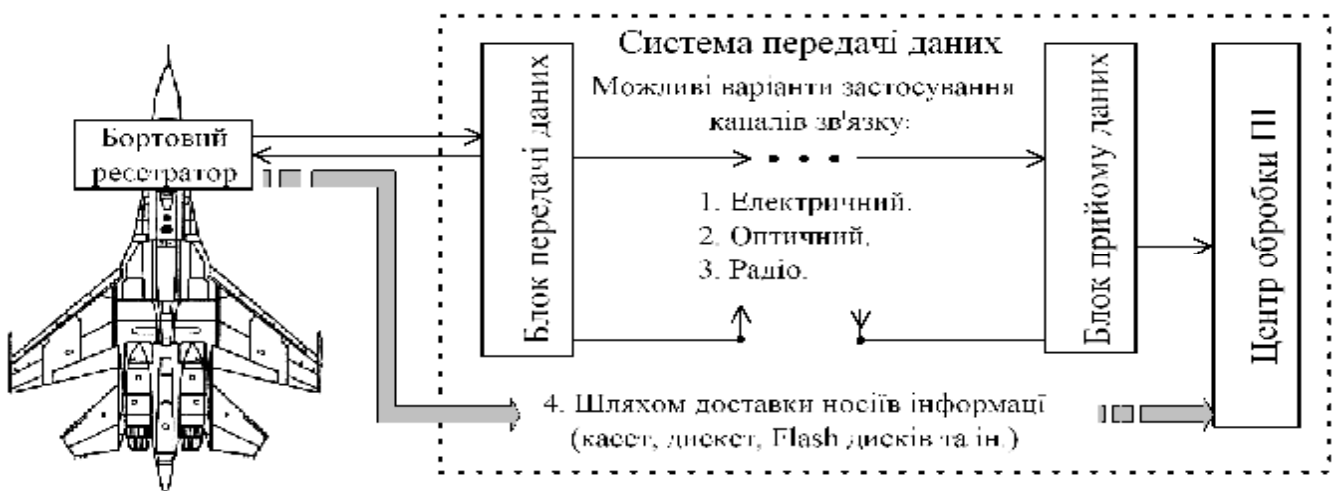


Рис. 1. Схема варіантів дистанційної передачі зареєстрованої польотної інформації до центру обробки

В останні 15-20 років розробці СПД приділяється величезна увага. Наприкінці

80-х років було розроблено технологію HDSL (High bit-rate Digital Subscriber Line, або технологія високошвидкісної цифрової абонентської лінії) для передачі потоку інформації по мідним дротам на відстані, що значно перевищують 1 км. Розвиток мікроелектроніки та початок масового випуску продуктів HDSL призвели до значного його здешевлення. Системи HDSL перетворюють мідний кабель, по якому раніше передавалися сигнали в мовному діапазоні частот, у високошвидкісний цифровий канал. В той же час використання математичної моделі мідного кабелю дозволяє цим системам компенсувати спотворення сигналу, внесені лінією зв'язку. Поява недорогих пристроїв HDSL розв'язало задачу високошвидкісної передачі даних по телефонних кабелях без регенерації сигналу для об'єктів, що знаходяться один від одного на відстані близько 4 км. Швидкість передачі досягає 2 Мбіт/с. Вартість обладнання для вирішення задачі передачі інформації складає близько 150 умовних одиниць на кілометр. Це значно менше, чим витрати на прокладку оптоволокна (порядку 10000 умовних одиниць на кілометр). Невисока вартість обладнання, швидкість його розгортання, наявність механізмів адаптації до параметрів фізичної лінії, що забезпечує високу якість передачі (частота бітових помилок – $f = 10^{-10}$), – усе це дозволяє говорити про HDSL як про найбільш привабливу технологію в СПД [1, 2].

Багато фірм працюють над поліпшенням таких характеристик, як дальність стійкого зв'язку, стійкість до імпульсних завад, алгоритмічна скритність, можливість динамічної зміни швидкості передачі. У цьому плані становить інтерес пропозиції деяких фірм по використанню в СПД цифрового завадостійкого трансивера. Так, наприклад, трансивер, реалізований на елементній базі фірми ALTERA, забезпечує [1, 2]:

- збільшення дальності стійкого зв'язку між вузлами системи на 40...45 % завдяки специфічній обробці сигналів;

- надзвичайно високу стійкість до імпульсних завад ($K_{\text{пом}} < 10^{-8}$ при використанні провідних та інфрачервоних каналів і $K_{\text{пом}} < 10^{-6}$ при використанні радіоканалу);

- низьку чутливість до крайових спотворень сигналу і спотворень роздільності; вбудоване автопідстроювання фази, низьку критичність до нестабільності генератора (до 10^{-3});

- високу алгоритмічну скритність.

Інформаційна швидкість може динамічно змінюватися й досягає 10 Мбіт/с.

Найбільший ефект від застосування цифрового трансивера досягається в СПД і системах дистанційного керування в реальному масштабі часу з використанням радіоканалу, а також інфрачервоного та лазерного каналів.

Реалізація передачі польотної інформації до центру обробки в реальному масштабі часу приводить до зміни самої концепції проведення об'єктивного контролю як у конструктивному, так і в ідеологічному плані.

Конструктивно канал передачі інформації в процесі виконання польоту дозволяє об'єднати бортові системи реєстрації і наземні програмно-апаратні засоби обробки польотної інформації в єдиний інформаційно-вимірювальний комплекс (ІВК). Такий комплекс являє собою сукупність функціонально зв'язаних пристроїв, що поряд з вимірюванням забезпечує все необхідне інформаційне обслуговування,

включаючи автоматичний збір, перетворення, передачу, запам'ятовування, реєстрацію й обробку польотної інформації. Представлення бортової і наземної частини СОК як єдиного ІВК дозволяє розробляти всі складові за єдиним критерієм, що відбиває кінцеву мету об'єктивного контролю [3].

Можливість аналізу польотної інформації на наземних програмно-апаратних засобах в реальному масштабі часу дозволяє попередити виникнення і розвиток критичних ситуацій у повітрі, що додає СОК принципово нову і дуже важливу для забезпечення безпеки польотів якість.

Актуальність розгляду питань передачі польотної інформації до центру обробки в реальному масштабі часу підтверджується матеріалами Міжнародного симпозіуму по безпеці на транспорті в США, де спеціально розглядалися проблеми створення реєстратора польотної інформації RAFT для цілей цивільної авіації, який би дозволяв [4]:

здійснювати реєстрацію і збереження польотної інформації наземними засобами;

робити обмін інформацією між екіпажем і диспетчером у реальному масштабі часу;

організувати інформаційну підтримку екіпажа за рахунок використання наземних баз даних.

При цьому проблеми пошуку бортових самописців, схоронності польотної інформації, її обсягу і якості, що виникають при розслідуванні льотних подій, будуть цілком зняті.

Імовірність льотних подій у результаті зіткнення з землею і зіткнення ЛА в повітрі буде значно знижена через наявність у диспетчерів повної інформації про дії екіпажа і параметри польоту ЛА, у тому числі про їх точне місце розташування в будь-якій точці земної кулі, що сучасними радіолокаційними засобами забезпечити не вдається. Приймаючи до уваги великий відсоток льотних подій, пов'язаних з даними обставинами, автори вважають, що за рахунок впровадження системи RAFT число авіакатастроф може бути знижене більш ніж на 50 %.

Економічний ефект від впровадження системи RAFT за розрахунками авторів складе близько 400 млн. умовних одиниць на рік.

Реалізація ідеї створення системи RAFT покладається на групу низькоорбітальних супутників зв'язку. Якщо врахувати, що виведення супутником на орбіту 1 кг корисного вантажу коштує 20...25 тис. умовних одиниць, а угруповання супутників зв'язку повинні складати 10...12 шт. для покриття більш половини планети, гарантований термін служби яких складає 3...5 років, то стає очевидною безперспективність планування створення подібної системи для авіації Повітряних Сил Збройних Сил України (ПС ЗС України). Як варіант, для ЛА цивільної авіації може розглядатися питання реалізації ІВК на основі оренди супутникових каналів зв'язку, що по зрозумілих міркуваннях не підходить для ПС ЗС України.

Серед альтернативних варіантів, заснованих на вітчизняній матеріальній базі, заслуговує на увагу розгляд можливості використання мережі стільникового телефонного зв'язку. Представлення польотної інформації у форматі GSM дозволяє забезпечити стиснення інформації більш ніж у 30 разів. У результаті вартість

передачі інформації, зареєстрованої СОК типу БУР-4-1 за одну годину польоту, по мережі стільникового телефонного зв'язку обійдеться приблизно в 2 умовні одиниці. Одним з недоліків такої системи є неможливість безперервної передачі польотної інформації. Але головний недолік ІВК на основі мережі стільникового телефонного зв'язку складається в обмеженості покриття мережею території країни. Покриття, як правило, відсутнє саме там, де виконуються польоти ЛА військового призначення.

Виходячи з викладеного, можна зробити висновок, що в даний час для створення ІВК найбільш реальним підходом до організації каналу передачі польотної інформації є використання авіаційних засобів радіозв'язку. Причому, аналіз вільних ресурсів КБО, що знаходяться на озброєнні авіації ПС ЗС України, показує, що ІВК можуть бути створені на основі апаратної інтеграції штатних елементів КБО. До складу базового ІВК повинні входити: штатні бортові СОК (наприклад, реєстратор типу БУР-4-1), авіаційна бортова радіостанція (наприклад, УКХ радіостанція Р-863), авіаційна наземна радіостанція і наземний програмно-апаратний комплекс обробки польотної інформації. Базовий комплекс повинний мати відкриту архітектуру, що дає можливість включення до його складу різних елементів КБО (наприклад, супутникової чи комплексної систем навігації). Запропонована концепція побудови ІВК дозволяє, наприклад, реалізувати на базі програмно-апаратного комплексу обробки польотної інформації в реальному масштабі часу наступні режими роботи:

режим “експрес-аналіз”, для аналізу інформації про якість і повноту виконання польотного завдання і про екстремуми основних польотних параметрів;

режим “електронна карта”, для аналізу інформації про місце розташування ЛА без використання даних від РЛС, що дозволяє зменшити час і скоротити витрати на пошук ЛА, що потерпів аварію;

режим “кабіна”, для забезпечення формування керівником польотів об'єктивної оцінки дій льотного складу і стану ВАТ, яка є основою для організації інформаційної підтримки екіпажу.

Забезпечивши доступ екіпажу до різноманітної аеронавігаційної, метеорологічної і довідкової інформації, збереження якої на борту нереально, такий ІВК буде сприяти спрощенню пілотування та навігації.

ЛІТЕРАТУРА

1. Перспективы развития бортовых регистраторов. Новости зарубежной науки и техники. Серия: Летные испытания за рубежом. Сборник обзоров, 1990, N2. – С.65-68.
2. Агамов Л.Г., Мартинов В.С., Дробінов В.П., Ратніков І.М. Шляхи розвитку систем збору, реєстрації, передачі та обробки польотної інформації//Зб. наукових праць. – К.: НЦ ВПС ЗС України, 2003. – Вип. 6. – С. 142-150.
3. Новоселов О.Н., Фомин А.Ф. Основы теории и расчета информационно-измерительных систем. – М.: Машиностроение, 1991, – 336 с.
4. Зайко С.В. Итоги международного симпозиума по безопасности на транспорте. //Проблемы безопасности полетов, 1999, №8. – С.3-9.