

Андрушко М.В., Шейн І.В., Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ НАКОПИЧЕННЯ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ПІД ЧАС ВИПРОБУВАНЬ

З розвитком і ускладненням авіаційних об'єктів, на останніх зменшується кількість вільних об'ємів, необхідних для розміщення апаратури бортових вимірювань. У зв'язку з цим, важливе значення при виборі системи бортових вимірювань має питання про мінімальні габарити випробувальної апаратури.

У статті розглянуто обґрунтування необхідності удосконалення системи накопичення вимірювальної інформації під час випробувань.

Ключові слова: бортові вимірювання, випробування, накопичення, розподіл інформації.

Постановка проблеми. Процес створення принципово нових систем вимірювання і обробки інформації, при проведенні льотних випробувань, не завжди доцільний, трудозатратний та пов'язаний з великими часовими витратами. Одним з традиційних напрямків досліджень з удосконалення економічно-обґрунтованого використання технічних засобів інформаційного забезпечення льотних випробувань є рішення задачі більш повного та якісного використання системи бортових вимірювань для проведення випробувань серійних (модернізованих) літальних апаратів.

Різноманітні форми функціонування і взаємодії систем об'єкту випробувань, великі потоки вимірювальної інформації, застосування досить складного математичного апарату для її обробки й аналізу створюють необхідність широкого застосування засобів реєстрації й обробки на базі сучасних носіїв інформації і ПЕОМ для забезпечення проведення випробувань сучасних зразків озброєння та військової техніки (ОВТ) в необхідний термін.

Викладення основного матеріалу. На даний час, одним із важливих джерел отримання достатньої та достовірної доказової інформації для здійснення оцінки результатів проведених випробувань як авіаційної так і іншої техніки військового призначення, є бортова інформаційно-вимірювальна система, яка включає в себе комплекс технічних засобів вимірювань та програмно апаратні засоби збору і обробки інформації.

Використання штатних бортових засобів вимірювань, реєстрації та індикації з метою створення єдиного вимірювально-інформаційного поля для проведення випробувань літальних апаратів, які призначені для використання у складі автоматизованих систем наукових досліджень і випробувань, являється важливою задачею у тривалому процесі створення та розробки нової авіаційної техніки.

Розвиток систем збору, реєстрації та обробки польотної інформації в сучасних умовах значною мірою визначається і обумовлюється сучасним станом та особливостями експлуатації парку літаків Повітряних Сил Збройних Сил України (ПС ЗС України). На даний час, значно зросла роль систем збору, реєстрації та обробки польотної інформації в забезпеченні безпеки польотів, а саме, в процесі діагностики та прогнозуванні стану старіючого парку авіаційної техніки Повітряних Сил. Основним завданням діагностики є постійний пошук і виявлення небезпечних факторів в експлуатації авіаційної техніки та льотної роботи з метою прогнозування аварійності.

Сам процес діагностики виконується шляхом різноманітного порівняльного аналізу польотної інформації з літального апарату та інформації з бази даних, яка накопичується протягом тривалого часу та фактично є паспортом технічного стану літального апарату.

Для практичної реалізації цих завдань, крім нових засобів реєстрації та обробки польотної інформації, потрібно створення аналітичного центру, де буде накопичуватися інформація за всіма типами літаків ПС ЗС України з подальшою їх обробкою та аналізом. Аналогічні центри уже працюють в інших державах та набули обов'язкового статусу в цивільній авіації провідних авіаційних держав та авіакомпаній світу.

Збір та обробка польотної інформації на борту сучасних літальних апаратів має настільки велику питому вагу в загальному процесі перетворення інформації, що стає доцільним виділення бортових систем збору і обробки польотної інформації в окремий клас. Високі вимоги до швидкості і точності перетворення польотних даних роблять актуальною проблему раціонального вибору і використання апаратних і програмних засобів в умовах жорстких обмежень на продуктивність, вагу і надійність системи.

Для найбільш повної і якісної обробки вимірювальної інформації, яка отримана під час випробувань сучасного ОВТ, необхідно впровадження сучасних засобів збору, передачі та обробки інформації, об'єднаних в єдину систему, яка використовує спеціалізоване програмне забезпечення з відповідними, завчасно підготовленими електронними базами даних та системою їх автоматизованого управління [1].

Вирішення проблеми забезпечення випробувань модернізованих літальних апаратів необхідною параметричною інформацією може здійснюватись наступними шляхами:

проведення модернізації існуючих комплексів бортових засобів збору та реєстрації параметричної інформації або створення нових;

включення до складу системи бортових вимірювань штатних вимірювальних підсистем та інтерфейсних ліній зв'язку нових електронних цифрових систем, після виконання, встановленим чином, відповідних робіт з оцінки їх характеристик;

включення до складу системи бортових вимірювань (СБВ) штатних засобів вимірювань, реєстрації та індикації літальних апаратів.

Реалізація першого кроку, на даний час, менш перспективна з економічних причин. Тому, на даному етапі найбільш перспективними є другий та третій крок.

Проведений аналіз показує, що при випробуваннях використовуються наявні, штатні бортові засоби вимірювань, реєстрації та індикації такі, як комплекс бортових агрегованих засобів збору, перетворення і реєстрації інформації ГАММА-1101. Він є базовою системою вимірювань для забезпечення проведення усіх видів випробувань дослідних зразків літальних апаратів Збройних Сил України.

Пристроєм для накопичення та зберігання вимірювальної інформації в комплексі ГАММА-1101 виступає магнітний накопичувач МЛП-14-3.

На літальних апаратах військово-транспортної авіації другого та третього покоління використовується бортовий пристрій реєстрації типу МСРП, який призначений для реєстрації на магнітній стрічці основних параметрів польоту літака і для збереження записаної інформації після польоту та у випадку аварії.

Тобто, пристрій, який об'єднує комплекс ГАММА-1101 та бортовий пристрій реєстрації типу МСРП – магнітний накопичувач МЛП-14-3.

Крім того, потрібно відмітити, що магнітні накопичувачі типу МЛП-14 продовжують застосовуватися у якості накопичувачів польотної інформації бортових реєстраторів на літаках Міг-29, Су-24 в системі об'єктивного контролю навчально-бойових дій авіації, але сьогодні потребують заміни.

Магнітний накопичувач МЛП-14-3 є морально та технічно застарілим пристроєм з механічною стрічкопротяжною системою і не відповідає сучасним вимогам та суттєво відрізняється від аналогічних пристроїв за якістю запису та зберігання інформації. У якості

носія для запису інформації в накопичувачі МЛП-14-3 застосовується магнітна стрічка, яка внаслідок тривалої експлуатації та особливо тривалого зберігання втрачає фізичні властивості, що призводить до руйнування магнітного покриття. В результаті випробувальна інформація при зчитуванні має велику втрату даних (до 20%), що не дозволяє повно і якісно виконати оцінку дослідних зразків.

На даний час подібна магнітна стрічка в Україні не виготовляється.

Для забезпечення нормованих значень запису інформації, якості і повноти реєстрації випробувальної інформації та вчасного проведення випробувань дослідних зразків в рамках виконання Державної програми з модернізації озброєння та військової техніки ЗС України за останні 5-7 років виникла гостра необхідність заміни магнітних накопичувачів МЛП-14-3 комплексу ГАММА-1101 сучасними твердотільними накопичувачами.

Розробка сучасного бортового твердотільного накопичувача вимірювальної інформації на цифровій основі є актуальною та достатньою необхідністю для якісного проведення різного роду випробувань ОВТ.

Залежно від конкретного призначення СБВ мають структурні особливості.

СБВ, призначені для визначення льотно-технічних характеристик літака, повинні здійснювати вимірювання невеликої кількості параметрів (200) з достатньо високою точністю – 0,2-0,3 %. При проведенні випробувань з визначення льотно-технічних характеристик літальних апаратів (ЛА) доцільно використовувати в складі СБВ бортові засоби вимірювань та реєстрації параметричної інформації.

СБВ, призначені для вимірювання параметрів бортових систем, як правило, застосовуються для вимірювання великої кількості параметрів (до 1000) з відносно невисокою точністю 2-10 %, при цьому перспективним є використання бортових систем індикації та попередження екіпажу з власними накопичувачами, а також бортові засоби контролю систем та обладнання.

Бортові засоби вимірювань та реєстрації цифрової інформації доцільно використовувати для забезпечення реєстрації потоків цифрової інформації під час випробувань сучасних систем та обладнання літальних апаратів.

Доцільність застосування бортових засобів реєстрації аудіо-, відеоінформації в складі СБВ залежить від завдань випробувань на всіх типах ЛА.

Використання в складі СБВ штатних засобів вимірювань, реєстрації та індикації для проведення випробувань серійних (модернізованих) ЛА цілком виправдано, а в окремих випадках, з погляду економічного та менш працевитратного проведення випробувань серійних (модернізованих) ЛА, з точністю не менше можливостей зразків спеціальної випробувальної апаратури.

Як відомо, в основу аналізу об'єкту досліджень покладені результати вимірювань параметрів системою бортових вимірювань. Застосування СБВ, частота та обсяг реєстрації параметрів, а також визначення її конкретного складу СБВ залежить від виду, обсягу, мети та завдань випробувань [2, 3].

Досягнення необхідного рівня достатності та достовірності отриманої від штатних засобів вимірювань, реєстрації та індикації в складі системи бортових вимірювань серійних (модернізованих) літальних апаратів доказової інформації для забезпечення виконання завдань випробувань базується на:

- оптимальній кількості параметрів, що вимірюються;
- достатній точності вимірювань;
- можливості накопичення інформації впродовж всього польоту ЛА;
- високій надійності;

простоті та зручності управління у польоті;
можливості автоматизованої обробки накопиченої інформації;
зручності експлуатації.

Порядок включення штатних засобів вимірювань, реєстрації та індикації до складу системи бортових вимірювань для проведення випробувань серійних (модернізованих) літальних апаратів являється творчим процесом та повинен відповідати вимогам ОТТ ВВС, РІАТ, інших керівних документів, а при випробуваннях дослідного зразка основного об'єкта відповідним вимогам єдиної комплексної системи вимірювань.

Розглядаючи польотну інформацію, отриману системою бортових вимірювань, як основу подальшої оцінки об'єкту випробувань, можна уявити вимірювальний процес, як вимірювально-інформаційне поле, яке в певному значенні характеризує якість виконання випробувань. Вживання компонентного аналізу істотно зменшує розмірність даного поля, виділяє приховані (латентні) чинники, що визначають значну частину відхилень характеристик об'єкту досліджень від заданих в тактико-технічних завданнях [4, 5]. Це дозволяє оптимізувати процес випробувань, скорегувати програму випробувань, а в ідеалі виявити причини відхилень. У цьому сенсі використання штатних систем реєстрації параметричної інформації в складі СБВ є досить привабливим. Підставою тому є достатньо потужна база даних, що отримана засобами об'єктивного контролю літальних апаратів у процесі їх експлуатації.

Розглядаючи перспективні розробки іноземного та вітчизняного виробництва необхідно звернути увагу на бортовий твердотільний накопичувач вимірювальної інформації ТН1АЦ, призначений для інформаційного забезпечення льотних випробувань авіаційної техніки в якості накопичувача сигналів у складі СБВ.

Застосовується для збору та реєстрації інформації:
від аналогових узгоджувачих пристроїв;

паралельного коду систем інформаційно-вимірювального комплексу "Гамма".

Використовується при випробуваннях авіаційної техніки автономно або в складі СБВ. Не вимагає додаткового обладнання для обслуговування, незначні габарити, легкоз'ємна касета енергонезалежної пам'яті дозволяє зчитувати інформацію до будь-якої ПЕОМ.

Спеціально розроблений для функціонування у важких умовах експлуатації, витримує значні навантаження, вплив роси, інею, пилу. Не потребує підігріву. Має малий час готовності. Придатний для експлуатації на різних типах літальних апаратів.

ТН1АЦ приймає до 32 аналогових сигналів з перетворенням у цифровий вигляд, паралельний цифровий потік інформації, аналогічний сформованому блоком управління і синхронізації БУС-17 систем "Гамма К" та зберігає дані в енергонезалежній пам'яті для подальшої передачі їх до ПЕОМ, а також формує сигнали частотою 131072 Гц та 1 Гц для управління синхронізацією зовнішніх пристроїв [6].

Але, ТН1АЦ має один дуже суттєвий недолік, він не випускається вітчизняною промисловістю.

Звертаючись до вітчизняного виробника, потрібно враховувати наявність дослідних зразків твердотільних енергонезалежних накопичувачів на ПАТ "НТК" Електронприлад", які розроблені в ініціативному порядку та пройшли ряд попередніх оцінок, з метою організації робіт щодо розробки твердотільного енергонезалежного експлуатаційного бортового накопичувача для заміни магнітного накопичувача типу МЛП-14-3 з комплексу бортових агрегованих засобів збору, перетворення і реєстрації інформації ГАММА-1101.

Твердотільний енергонезалежний експлуатаційний бортовий накопичувач має технічні характеристики та можливості бортових вимірювань співзвучні з ТН1АЦ.

Тому, доцільною необхідністю є подальше впровадження в життя твердотільного енергонезалежного експлуатаційного бортового накопичувача розробленого ПАТ “НТК” Електронприлад”.

Висновки. Системи збору і обробки інформації при проведенні експериментальних, дослідних та випробувальних робіт являються важливим, а іноді і головним та визначальним елементом у процесі проведення практичних наукових робіт. Вони відіграють головну роль у визначенні та оцінці характеристик озброєння та військової техніки і їх відповідності вимогам, що висуваються, та є важливим моментом підтвердження результатів оцінки в реальних умовах застосування.

Універсальною базою для подальшої оцінки об’єктів досліджень при проведенні випробувань є результати бортових вимірювань. Сучасні системи об’єктивного контролю ЛА мають можливість накопичення цілого масиву інформації, отриманої впродовж певного циклу експлуатації різних типів ЛА. У найближчій перспективі, при відповідній адаптації програмного забезпечення бази даних, систем об’єктивного контролю можуть бути рекомендовані для проведення випробувань широкого класу літаків, що модернізуються. Повнота бази даних є проблемою, вирішення якої необхідно при переході до нової інформаційної технології. Сучасна технологія дозволяє зареєструвати бортовими засобами великий об’єм даних. Результатом може з’явитися потенційна можливість застосування цієї інформації не тільки при експлуатації серійних ЛА, а також при їх випробуваннях після модернізації.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Виттих В.А. Оптимізація бортових систем збору та обробки даних / В.А. Виттих, В.А. Цибатов. – Москва: “Наука”, 1985. – с. 24-30, 69-72.
2. Попов Ю.В. Комплексний захист зареєстрованої інформації бортових пристроїв реєстрації. Твердотільні накопичувачі інформації / Ю.В. Попов, А.Ф. Корроль. – Москва: збірник публікацій ВІНІГІ “Проблеми безпеки польотів”, 2000. – С. 22-27.
3. Даджіонт Д., Мерсеро Р. Цифрова обробка багатомірних сигналів / Д. Даджіонт, Р. Мерсеро. – Москва: “Мир”, 1988. – с. 200-206.
4. Автоматизована обробка результатів вимірювань при льотних випробувань / [Ю.Е. Махонькин, З.А. Павлова, А.И. Фальков, В.И. Корачков]. – Москва: “Машинобудування”, 1983. – С. 21-28, 41-54, 59-62.
5. Теоретические основы испытаний и экспериментальная отработка сложных технических систем: учебное пособие / [Л.Н. Александровская, В.И. Круглов, А.Г. Кузнецов и др.]. – Москва: “ЛОГОС”, 2003. – 736 с.
6. Обґрунтування методів аналізу, обробки та узагальнення вимірювальної інформації отриманої під час випробувань зразків ОВТ: звіт про НДР: / ДНДІ ВС ОВТ; керівник: С.В. Ратушний; відп. викон.: К.В. Андреев [і інші]. – Чернігів., 2018. – Інв. № 2035. – 137 с.

Андрушко Микола Васильович

старший науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0001-5454-778X>
+380987885476

Mykola Andrushko

Senior Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0001-5454-778X>
+380987885476

Шейн Ігор Владиславович

науковий співробітник Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-4640-0205>
+380974628138

Ihor Shein

Researcher of State Scientific Research Institute of Armament and Military Equipment Testing and Certification, Chernihiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-4640-0205>
+380974628138

**RATIONALE FOR IMPROVEMENT MEASURING
INFORMATION ACCUMULATION SYSTEMS DURING THE TESTS**

M. Andrushko, I. Shein

With the development and complication of aviation objects, there is reduces the amount of free spaces required to place onboard measurement equipment. In this regard, it is important to choose the minimum dimensions of the test equipment when choosing an on-board measurement system.

The process of creating fundamentally new systems for measuring and processing information during conducting flight tests is not always appropriate, labour-consuming and associated with taking considerable time. One of the traditional line of research on the improvement of economically sound using of technical means of information support of flight tests is the solution of the problem of more complete and qualitative using of the on-board measurement system for conducting tests of production (upgraded) aircraft.

Various forms of functioning and interaction of test object systems, large flows of measurement information, using of a fairly sophisticated mathematical apparatus for its processing and analysis create the need for widespread use of registration and processing facilities based on the modern data carriers and PC to ensure the testing of modern AME in due time.

On-board measurement results are the universal basis for further evaluation of research objects during conducting their tests. Modern live monitoring and recording systems of aircraft have the ability to accumulate a whole data file obtained during a certain operation cycle of different types of aircraft. In the foreseeable future, with a proper adaptation of the database software, the live monitoring and recording systems can be recommended for testing a wide range of aircraft that being upgraded. Database completeness is a problem that needs to be solved during the revamping of information technologies. In drawing up of database, it's important not to make mistakes when selecting and processing key data, selecting methods of database creation, monitoring and control of the process of database operation. Modern technologies allow to collect large data volume by on-board facilities. It can be resulted in the potential options for using this information not only for operating of production aircraft, but also for testing of upgraded aircraft.

Keywords: *on-board measurement, testing, accumulation, distribution of information.*