

Контроль космічного та повітряного простору

УДК 629.7.058

doi: 10.26906/SUNZ.2020.4.009

П. Л. Аркушенко¹, О. В. Шефер², І. В. Шейн¹, М. В. Андрушко¹, О. П. Флорін³

¹Державний НДІ випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, Чернігів, Україна

²Національний університет «Полтавська політехніка імені Юрія Кондратюка», Полтава, Україна

³Національна академія Національної гвардії України, Харків, Україна

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ТА ДОСВІДУ ЗАСТОСУВАННЯ СИСТЕМ БОРТОВИХ ВИМІРЮВАНЬ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ ВИПРОБУВАНЬ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Анотація. У статті проведено аналіз можливостей та досвіду застосування систем бортових вимірювань для проведення випробувань безпілотних літальних апаратів, визначені шляхи удосконалення їх застосування.

Метою досліджень було вивчення можливостей застосування систем бортових вимірювань для проведення випробувань безпілотних літальних апаратів. Аналіз використання систем бортових вимірювань для проведення випробувань показав, що можливі наступні варіанти реалізації систем бортових вимірювань для безпілотних літальних апаратів: програмно-алгоритмічна реалізація з передачею інформації з борту безпілотного літального апарату на наземну частину комплексу для її подальшої обробки; реалізація систем бортових вимірювань на самому борту безпілотного літального апарату за рахунок обладнання бортовими засобами реєстрації параметрів польоту. В цьому варіанті розглядається передача параметрів польоту в реальному масштабі часу на наземну частину комплексу та накопичення її на борту для наступного зчитування (списування) та аналізу після здійснення польоту; використання в якості систем бортових вимірювань для проведення випробувань безпілотних літальних апаратів малогабаритних сучасних універсальних систем об'єктивного контролю на базі реєстраторів параметрів польоту типу РП-24 або БУР. Результати роботи доцільно використовувати при проведенні випробувань безпілотних літальних апаратів та інших типів озброєння та військової техніки науково-дослідними установами та підприємствами промисловості.

Ключові слова: безпілотні літальні апарати; система бортових вимірювань; збір, обробка параметричної інформації.

Постановка проблеми

Актуальність даного питання обумовлена тим, що в умовах проведення операцій об'єднаних сил на сході країни до Збройних Сил України надходить багато безпілотних літальних апаратів (БпЛА) різного функціонального призначення, як вітчизняного так і іноземного виробництва. Спектр завдань, які виконують безпілотні літальні апарати досить широкий починаючи від цивільних – доставки пошти, перевезення вантажів, спостереження, охоронних операцій на об'єктах нафтогазового комплексу та енергетики, в зонах надзвичайних ситуацій, ведення геологорозвідки, до військових – розвідка, постановка радіоперешкод, управління вогнем і цілевказання, ретрансляції повідомлень і даних тощо. Виконання функціонального призначення БпЛА під час експлуатації залежить від багатьох факторів, одним з них є кількісна оцінка характеристик дослідного зразка БпЛА під час випробувань та підконтрольної експлуатації. Що в свою чергу можливо тільки з використанням вимірювальної техніки.

Кількість таких БпЛА чимала, принципи побудови різні, параметри, які підлягають випробуванням різноманітні. Провідними розробниками (виробниками), які здійснюють розробку в сфері інформаційно-вимірювальних систем, створено багато зразків, в тому числі для використання на повітряних суднах.

Вони потребують досконалого вивчення з метою можливості використання для проведення випробувань БпЛА. Наведені обставини та стрімкий розвиток технічних засобів вимірювань, перетворення та обміну даними всередині систем та між ними вимагають вдосконалення методів розробки і застосування бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем для забезпечення проведення випробувальних робіт, які враховують особливості розвитку електронного обладнання на даному етапі розвитку БпЛА, будуються на єдиному підході до проблеми оптимального використання ресурсів систем збору і обробки параметричної інформації.

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Аналіз стану використання засобів вимірювань, реєстрації та індикації, які входять до складу бортових інформаційно-вимірювальних комплексів і реєструючих систем при проведенні випробувань зразків ОВТ розглядався в ряді наукових матеріалів переважно лише стосовно пілотованих літальних апаратів, для вимірювання параметрів систем яких вони були розроблені [1-7]. Але питання використання систем бортових вимірювань для проведення випробувань БпЛА раніше не розглядалися.

Формулювання мети статті. Вивчення можливостей застосування систем бортових вимірювань для проведення випробувань безпілотних літальних апаратів.

Виклад основного матеріалу

Створення нових принципів застосування засобів ураження, організації різних систем зв'язку, навігації і спостереження, застосування багатофункціонального інтегрованого бортового обладнання (обчислювальних засобів, радіоелектронних засобів, засобів збору, передачі, збереження і відображення інформації) є домінуючими напрямками в модернізації електронного обладнання безпілотного авіаційного комплексу (БпАК). Бортові засоби реєстрації та контролю разом з наземною складовою для списання, обробки та аналізу польотної інформації відносяться до засобів експлуатаційного контролю БпАК. В даній статті розглядається обладнання, яке встановлюється на БпАК з метою збору та реєстрації параметричної, цифрової та відео інформації від систем комплексу у польоті та на землі, що в перспективі дозволить обґрунтувати завдання та визначити технічний обрис майбутньої системи (комплексу) автоматизованої обробки і аналізу параметричної інформації БпАК.

Параметрична інформація (ПІ) є важливішим джерелом об'єктивних даних про режими польоту, просторове положення, дії зовнішніх пілотів (операторів) та членів екіпажу БпАК та технічний стан контролюємих систем [4]. Тому процес оснащення БпАК з впровадженням нових інформаційних систем (ІС) в загальному дозволяє покращити ефективність їх бойового застосування та підвищити безпеку використання. Одночасно це веде до збільшення кількості форматів та об'єму циркулюючої на борту БпАК ПІ, яка реєструється різноманітними реєстраторами. При розробці наземних систем (комплексів) обробки ПІ їх виконавці не завжди дотримуються встановлених форм представлення результатів обробки [4], а відповідні керівні документи не завжди містять відомості про порядок їх обробки, представлення та зберігання (архівування). Через відсутність на даний час галузевої стратегії розвитку бортових систем збору і реєстрації ПІ та наземної її складової, яка призначена для списання та обробки ПІ, процес створення та модернізації означених носить безсистемний характер. Іноді для здійснення контролю параметрів систем одного типу БпЛА використовуються блоки та пристрої різного призначення і, відповідно, декілька наземних систем обробки ПІ, що є недоцільним з технічної, експлуатаційної та економічної точок зору.

Наземні системи обробки ПІ нового покоління володіють значно більшими функціональними можливостями, як по організації процесу обробки, так і по можливостям надання її результатів[2].

З метою вивчення можливостей використання системи бортових вимірювань (СБВ) при проведенні випробувань та підконтрольної експлуатації БпЛА наведемо визначення «системи бортових вимірювань» для БпЛА та проаналізуємо досвід провідних країн світу в використанні СБВ для проведення вимірювань параметричної інформації на БпЛА.

Одним із джерел отримання вихідних даних, які необхідні для оцінки результатів льотних випро-

бувань пілотованих та безпілотних ЛА є бортові інформаційно-вимірювальні системи, які включають комплекс технічних засобів вимірювань (первинні перетворювачі параметрів польоту, а також апаратні та програмні засоби збору та обробки). Вимоги до цих систем - це надійність і достовірність отриманих даних.

СБВ може використовуватися, як в процесі наземних випробувань, так і в ході льотних випробувань. В ході випробування, в залежності від завдання, досліджуються напружено-деформований стан корпусу літального апарату, впливу вібрації, температури, різного роду сил на його конструктивні елементи та системи.

Випробування проводяться, як в процесі розробки літального апарату, так і в процесі його модернізації, з метою отримання експериментальних даних літального апарату для перевірки та оновлення структурно-динамічних моделей, які, в свою чергу, можуть використовуватися для прогнозування його поведінки в процесі експлуатації.

Під час льотних випробувань безпілотних літальних апаратів потрібно контроль тих же параметрів, що і при випробуванні пілотованих - пасажирських і військових літаків і вертольотів.

Основні вимоги, що пред'являються до конструкції фюзеляжу – відповідність між реальною міцністю фюзеляжу і теоретичними розрахунками міцності.

БпЛА військового призначення мають найбільш різноманітні завдання, більш складну конструкцію, несуть різні види корисного навантаження, тому особливо важливим є успішне виконання бойового завдання: застосування засобів ураження, проведення повітряної розвідки та виключення падіння в зоні дій противника. І немає сумнівів у необхідності проведення льотних випробувань із застосуванням спеціальних систем бортових вимірювань. Класифікація БпЛА військового призначення наведено у [4].

Здавалося б, проблеми ніякої не існує і впроваджено багато рішень у пілотованій авіаційній промисловості та можна їх запозичити. Але не все так просто. Конструктори вирішують питання зменшення БпЛА для зниження їх помітності, габаритів та підвищення ваги корисного навантаження.

На сьогоднішній день проведення льотних випробувань великих БпЛА можливо з використанням звичайних систем збору даних, які не призначені для БпЛА з малою вантажопідйомністю.

Сучасний ринок вимірювального обладнання виявився не готовий до такого стрімкого розвитку безпілотної авіації.

Проаналізуємо, які СБВ використовуються у розвинутих в військовому відношенні в країнах світу для проведення випробувань БпЛА.

Система бортових вимірювань ГАММА-2110 (виробництво – Росія) наведена на рис. 1. Розробка 2000-х років. Система досить складна і вимагає багато уваги і часу на опанування. За масогабаритними характеристиками не підходить для легких БпЛА [8].



Рис. 1. Зовнішній вигляд СБВ ГАММА-2110

Комплекс бортових агрегованих засобів збору, перетворення і реєстрації інформації ГАММА-2110 призначений для вимірювання параметрів дослідних об'єктів, перетворених в електричні сигнали, запису результатів вимірювань паралельним двійковим кодом на магнітну стрічку з можливістю подальшої обробки та аналізу при проведенні льотних випробувань авіаційної техніки.

СБВ МІРА (виробництво Росія). Зазначена система, являє собою комплекс програмно-технічних засобів, призначених для забезпечення льотних випробувань військової техніки, виконана у вигляді розподільної вимірювальної системи, побудованої на базі малогабаритних модульних комплексів. Зов-

нішній вигляд розроблено для авіаційного застосування вимірювально-обчислювального комплексу МІС-1150.

Комплекс дозволяє встановлювати до восьми вимірювальних модулів. Кількість та склад вимірювальних каналів визначаються конкретним завданням випробувань та видом досліджень. Номенклатура вимірювальних модулів надає можливість вимірювань широкого спектру параметрів: температури, абсолютний та диференціальний тиск, акустичний тиск, вібрації, частота обертання, переміщення, динамічна деформація та інших параметрів. СБВ може працювати в автономному режимі, як аналог польотного реєстратора, маючи розширені можливості.

Виробник пропонує комплекс з систем:

- МІС-1150 Динаміка (тензо / вібро);
 - МІС-700 Цифрові інтерфейси ARINC, МКО, RS-485, CAN;
 - МІС-1150 Статика (тензо і ін.);
 - МІС-1170 Розподілені блоки;
 - МІС-1200 ДФМ;
 - МІС-140Н Температури;
 - МІС-170Н Тиску;
 - MDU-812 Кросировка живлення, системи синхронізації і інтерфейсів;
 - МІС-1500 Дистанційний вимірювальний комплекс[9].
- Системи КАМ500 І АХОН (виробництво АСРА control, США, Півн. Ірландія)

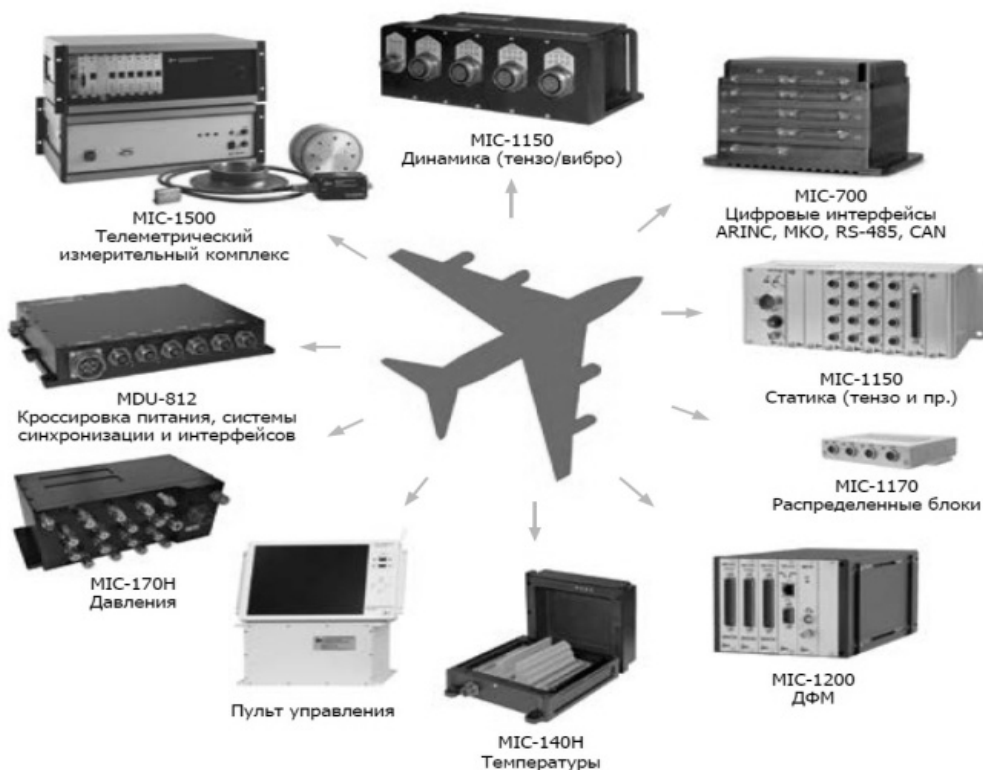


Рис. 2. Склад комплексу МІС-1150

Ці системи відомі по всьому світу і використовуються такими авіа гігантами, як Boeing і Airbus. Варіант системи АХОН показано на рис. 3.

Система призначені для встановлення на вертольоти, літаки, безпілотні літальні апарати та в контейнери.



Рис. 3. Варіант системи ACRA control AXON

Найбільший інтерес для безпілотних ЛА являє собою система AXON, вона розроблялася безпосередньо для цих цілей. Широкий функціонал, малі габарити і вага роблять її ідеальною для збору даних з БпЛА. Недолік один - система імпортна і її велика ціна.

Система бортових вимірювань IMC CRONOSFLEX (виробництво ФРН).

Для проведення льотних випробувань БпЛА відмінно підходять системи IMC CRONOSflex (рис. 4). Відмінна особливість - робота з телеметричними системами по цифровому каналу.

Можна приймати дані з обертових частин і економити за рахунок звільнення аналогових каналів. Також є багатий функціонал з управління і легко конфігурується ПО IMC Studio[10].

Дані системи за своїми можливостями мають низку важливих недоліків, які пов'язані з їх експлуатацією:

великі масо-габаритні розміри (багата кількість блоків – в деяких до 10 од., маса – до 30-40 кг та інші);

велика протяжність з'єднувальних міжблокових дротів та контактів;

напряга живлення одного номіналу (як правило +27 В);

гранична частота реєстрації параметрів польоту;

значні витрати часу на підготовку та монтаж обладнання на борту БпЛА.

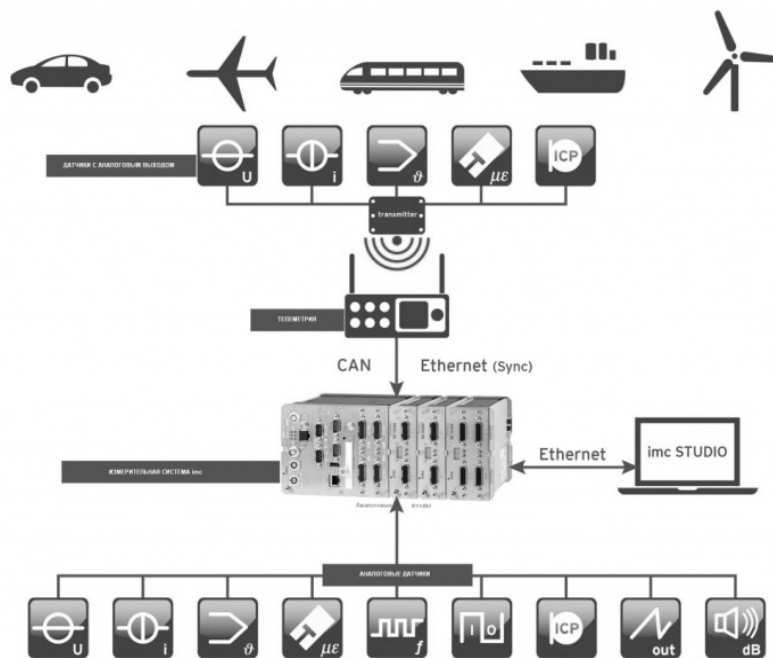


Рис. 4. Склад та принцип функціонування системи IMC CRONOSflex

Для виконання робіт, які пов'язані з проведенням тензометрії, використовується їх синхронізація за часом, встановлення додаткових пристроїв спряження. Це призводить до подальшого підвищення масо-габаритних розмірів СБВ.

Використання таких систем можливо на БпЛА, які мають достатньо великий простір для їх встановлення. Крім того, використання таких СБВ допускає виконання обробки та аналізу даних тільки на наземному комплексі (пристрої) обробки, що значно підвищує період часу від проведення льотного експерименту до отримання кінцевого результату.

Грамотне використання систем бортових вимірювань та відповідних наземних автоматизованих комплексів обробки ПІ під час випробувань БпЛА

показує, що вони в сучасних умовах дають дієвий імпульс в широкому використанні різносторонньої параметричної інформації для підвищення безпеки польотів, контролю працездатності БпЛА а саме:

дозволяють своєчасно і оперативно виявляти небезпечні фактори та тенденції в роботі техніки та здійснювати інформування компетентних органів;

здійснюють автоматизоване узагальнення результатів польотів з метою виявлення негативних тенденцій і факторів, що знижують рівень виконання польотних завдань;

створюють умови для всебічного аналізу стану та вироблення конкретних шляхів і програм запобігання зриву та не забезпечення виконання польотних завдань;

надають широку інформаційну підтримку посадовим особам, які несуть відповідальність за технічний стан БпЛА;

дозволяють здійснювати автоматизовану оцінку працездатності систем БпЛА під час випробувань та підконтрольної експлуатації.

Також в роботі [11] було розглянута можливість використання засобів об'єктивного контролю, в особливості реєстратора РП-24, в якості СБВ для застосування в якості малогабаритної системи бортових (об'єктових) вимірювань під час випробувань зразків ОВТ. Була здійснена оцінка достатності технічних характеристик дослідного зразка реєстратора польотних даних. Реєстратор польотних параметрів РП-24 призначений для збору, підготовки і запису в захищені твердотільні флеш-накопичувачі параметричних даних та аудіо інформації, що створюються на повітряному судні, та її копіювання на наземні засоби перезапису для подальшої обробки (рисунок 5).



Рис. 5. Зовнішній вигляд реєстратора польотної інформації РП-24

В результаті проведеного аналізу встановлено, що реєстратор польотних параметрів РП-24 є достатньо функціональним, універсальним пристроєм та є можливість його застосування в якості системи бортових (об'єктових) вимірювань під час випробувань зразків різних видів ОВТ, в особливості для випробувань БпЛА.

Сукупність технічних характеристик реєстратора РП-24 дозволяє вважати його системою, яка може встановлюватись та експлуатуватись на зразках техніки військового призначення, що випробується.

Можливості малогабаритної СБВ на базі реєстратора польотних параметрів РП-24 сумісно з програмним забезпеченням для перезапису та обробки зареєстрованої інформації, повністю задовольняють сучасним вимогам, які пред'являються до СБВ та забезпечують впевнену експлуатацію системи як на землі так і в повітрі.

Більш детально склад, характеристики, принципи побудови цих систем розглянуто в [12], тому далі зупинимося лише на особливостях їх конструкції, недоліках, та можливих шляхах їх вирішення.

Проведений аналіз показує, що можливі такі варіанти реалізації СБВ для БпЛА:

програмно-алгоритмічна реалізація з передачею інформації з борту БпЛА на наземну частині

комплексу (на пункт дистанційного пілотування (ПДП)) для її подальшої обробки;

реалізація СБВ на самому борту БпЛА за рахунок обладнання бортовими засобами реєстрації параметрів польоту. В цьому варіанті розглядається можливість передачі параметрів польоту в реальному масштабі часу на ПДП та накопичення її на борту для наступного зйому та аналізу після здійснення польоту;

використання в якості СБВ для проведення випробувань БпЛА малогабаритних сучасних універсальних систем об'єктивного контролю на базі реєстраторів параметрів польоту типу РП-24 або БУР.

Висновки

Отже, аналіз використання СБВ під час проведення випробувань та підконтрольної експлуатації БпЛА показав що:

- сучасні БпАК є достатньо потужним видом озброєння з великим потенціалом застосування. Завдання системи контролю працездатності БпЛА направлені на ефективне бойове застосування БпЛА, підвищення безпеки польоту, поліпшення контролю і прогнозування технічного стану авіаційної техніки та визначаються вимогами щодо бойового застосування БпЛА і контролю їх технічного стану. Системи контролю тактичних, оперативних, оперативно-тактичних і стратегічних БпЛА різні за обсягом та ступенем складності, що визначає актуальність створення уніфікованої вітчизняної малогабаритної СБВ БпАК;

- вирішенням проблеми встановлення системи бортових вимірювань на БпЛА є побудова малогабаритної універсальної системи бортових вимірювань для БпЛА, яка повинна забезпечувати запис та зберігання інформації про параметри польоту, працездатність силових установок, систем та обладнання БпЛА відповідно до визначених експлуатаційною документацією переліків параметрів для певного типу БпЛА. Повинна бути передбачена можливість передачі параметрів польоту та роботи систем, що реєструються СБВ на ПДП в реальному масштабі часу;

- для створення наземних комплексів обробки параметричної інформації, яка отримана СБВ, повинні бути розроблені уніфіковані вимоги. Найбільш прийнятним шляхом оптимізації і стандартизації застосовуваних в наземних комплексах обробки польотної інформації апаратних засобів є розробка та прийняття на постачання єдиного універсального програмно-апаратного комплексу обробки, який би підтримував функції та завдання прийнятих на постачання наземних засобів обробки та дозволяв виконувати додаткові завдання шляхом введення окремих програмних модулів [13-15];

- основою апаратної частини наземної частини комплексу обробки польотної інформації з технічної та економічної точки зору може бути ПЕОМ з комплектом відповідних інтерфейсних плат та універсальний пристрій перезапису, який забезпечував би зчитування з борту БпЛА параметричної інформації усіх застосовуваних форматів;

- враховуючи, що висока ефективність об'єктивного контролю досягається високим ступенем вірогідності прийнятих рішень за кожним оцінюваним параметром польоту БпЛА, СБВ повинні забезпечувати ухвалення рішення за кожним оцінюваним параметром з вірогідністю, не нижче заданої, при мінімальному часі доставки параметричної інформації до місця обробки.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Правила об'єктивного контролю в державній авіації України: наказ Міністерства оборони України від 03.12.2014 № 860.–2014.– 37 с.
2. Андрушко М.В. Дослідження шляхів створення системи об'єктивного контролю сучасних БпАК та уніфікації наземних систем обробки інформації /М.В. Андрушко, С.В. Ратушний// Системи озброєння і військова техніка. – 2018. - № 2(54). -С.67-76.- DOI: 10.30748/soivt.2018.54.09. Режим доступу: http://www.hups.mil.gov.ua/periodic-app/article/18805/soivt_2018_2_11.pdf
3. Брагин А. Малогабаритная система бортовых измерений для летных испытаний воздушных судов малой размерности. [Електрон. ресурс] /А. Брагин, А. Лукьянов// СТА. – 1/2012. – С. 74-82. – Режим доступу: <http://www.cta.ru/>.
4. Правила виконання польотів безпілотними авіаційними комплексами державної авіації України. (введені в дію Наказом міністерства оборони України від 08.12.2016 р. № 661).
5. ОСТ 1 00774-98 Система сбора и обработки полетной информации самолетов (вертолетов). Общих технические требования.
6. Система бортовых измерений ГАММА-2110 АО НПО “Прибор”. [Електрон.ресурс]/АО НПО “Прибор”. – Режим доступу: <http://www.npo-pribor.ru/catalog/aviatsionne-priborostroenie/sistemy-bortovykh-i-nazemnykh-izmereniy/sistema-bortovykh-izmereniy-gamma-2110/>
7. Цибагов В.А. Оптимизация бортовых систем сбора и обработки данных// В.А.Цибагов М.: Наука, 1983. – 176 с.
8. Бортовые измерительные системы. НПП “Мера”. [Електрон.ресурс] / НПП Мера. – Режим доступу: <http://www.nppmera.ru/>.
9. КАМ-500. Сбор данных. Обзор системы компании КАМ-500 компании Асра. [Електрон.ресурс]. – Режим доступу: <http://www.cwc-ae.com/>.
10. Современные измерительные системы и их возможности (на примере продукции фирмы imc). [Електрон.ресурс] / Sensorika–Режим доступу: <http://www.sensorika.com/>.
11. Дослідження можливостей застосування дослідного зразка реєстратора польотних параметрів РП-24 в якості системи бортових (об'єктових) вимірювань під час випробувань зразків ОВТ: Звіт про НДР: ДНДІ ВС ОВТ; керівник: С.В. Ратушний; відп. викон.: О.Є.Кузьміч, Чернігів.– 2018.– С.11-42.
12. Обґрунтування варіантів використання бортових інформаційно-вимірювальних комплексів та реєструючих систем під час випробувань озброєння та військової техніки різного функціонального призначення. Звіт про НДР: ДНДІ ВС ОВТ; керівник: С.В. Ратушний; відп. викон.: К.В.Андреев, Чернігів, 2018.– С.12-42.
13. Сівак В. Обґрунтування напрямів створення системи об'єктивного контролю сучасних безпілотних авіаційних комплексів та модернізації наземних систем обробки інформації // В. Сівак, М. Андрушко, В. Ляшенко, В. Ясько / Збірник наукових праць національної академії державної прикордонної служби України. Серія: військові та технічні науки. – 2019. – 3(81). – С.486-504. – режим доступу: http://periodica.nadpsu.edu.ua/index.php/military_tech/article/download/489/470/
14. Перспективы развития бортовых регистраторов. Новости зарубежной науки и техники. Серия: Летные испытания за рубежом. Сборник обзоров. № 2. – С. 65 – 68.
15. Scientific and practical implementation of methods improving the quality of computer-integrated information system / O. Shefer, V. Halai, B. Topikha // Intelligent computer-integrated information technology in project and program management: Collective monograph edited by I. Linde, I. Chumachenko, V. Timofeyev. – Riga: ISMA, 2020. – pp. 295- 315.

Received (Надійшла) 15.09.2020

Accepted for publication (Прийнята до друку) 14.10.2020

Analysis of possibilities and experience of application of on-board measurement systems for undertaking aircraft tests

P. Arkushenko, O. Shefer, I. Shein, M. Andrushko, A. Florin

Abstract. The article analyzes the possibilities and experience of using onboard measurement systems for testing unmanned aerial vehicles, identifies ways to improve their application. The aim of the research was to study the possibilities of using on-board measurement systems for testing unmanned aerial vehicles. Analysis of the use of on-board measurement systems for testing has shown that the following options for the implementation of on-board measurement systems for unmanned aerial vehicles are possible: software-algorithmic implementation with the transfer of information from the unmanned aerial vehicle to the ground part of the complex for its further processing; implementation of on-board measurement systems on board the unmanned aerial vehicle due to the equipment of on-board means of registration of flight parameters. This option considers the possibility of transmitting flight parameters in real time to the ground part of the complex and its accumulation on board for subsequent reading (writing off) and analysis after the flight; use as on-board measurement systems for testing unmanned aerial vehicles of small modern universal systems of objective control on the basis of registrars of flight parameters such as RP-24 or BUR. The capabilities of the small-scale on-board measurement system based on the flight recorder, combined with software for rewriting and processing of registered information, fully meet modern requirements for these systems and ensure their reliable operation both on the ground and in the air. The results of the work should be used in the testing of unmanned aerial vehicles and other types of weapons and military equipment by research institutions and industrial enterprises.

Keywords: unmanned aerial vehicles; on-board measurement system; collection, processing of parametric information.