

УДК 629.7.06

Д.Г. Васильєв

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Феодосія

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ НАПРЯМКІВ РОЗВИТКУ КОМПЛЕКСІВ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ

Проаналізовано перспективні напрямки розвитку комплексів бортового обладнання при розробці нових та модернізації існуючих літальних апаратів Повітряних Сил Збройних Сил України на сучасному етапі розвитку авіоніки.

Ключові слова: літальний апарат, комплекс бортового обладнання, інтегрована модульна авіоніка, бортова обчислювальна система, інформаційно-управляюче поле кабіни.

Вступ

Постановка проблеми. Безпека польотів – інтегральна характеристика системи “льотчик – літальний апарат – експлуатаційне середовище”, що визначає ефективність та обмеження застосування авіаційної техніки. Існує множина потенційно небезпечних чинників, які можуть чинити несприятливий вплив на літальний апарат (ЛА) у польоті. Це помилки та неухважність льотчика, механічні відмови й логічні помилки в роботі бортових підсистем ЛА, несприятливі погодні умови та ін. Істотно, що кожен з цих чинників, діючи окремо, зазвичай не є критичним, й авіаційна подія, як правило, є результатом перехресного впливу декількох небезпечних чинників. Тому одному з найважливіших завдань при формуванні галузевої стратегії НДР та ДКР на ближньо- і середньострокову перспективу по розвитку бортового обладнання є пошук, розробка та доведення до високого рівня готовності технологій забезпечення безпеки льотної експлуатації ЛА наступних поколінь в складних багатофакторних умовах. На сучасному етапі розвиток авіації в значний мірі визначається прогресом в галузі авіаційного бортового обладнання. Створення бортового обладнання для нових та модернізуємих ЛА відбувається в умовах розширення завдань, що вирішуються ЛА, ускладнення роботи екіпажу, збільшення номенклатури обладнання.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. В сучасній науково-технічній літературі та на електронних ресурсах можна знайти різну інформацію про напрямки розвитку та модернізації ЛА різного призначення, а також їх бортового обладнання провідних країнах світу. Деякі з перспективних напрямків розвитку авіаційного бортового обладнання були обговорені на наукових та науково-технічних конференціях [1 – 4]. Виникає необхідність узагальнення результатів аналізу та дослі-

джень з питань перспективних напрямків розвитку комплексів бортового обладнання ЛА.

Мета статті – на основі аналізу світового досвіду визначити перспективні напрямки розвитку комплексів бортового обладнання ЛА Повітряних Сил Збройних Сил України під час їх створення та модернізації.

Основний матеріал

1. Навігація, зв'язок та спостереження. Безпека та ефективність польотів ЛА багато в чому забезпечується системами організації повітряного руху. Складовими частинами цих систем, що виконують основні функції, є зв'язок, навігація, спостереження. У сучасній інтерпретації реалізація функцій зв'язку, навігації, спостереження та організації повітряного руху охоплюється концепцією CNS/ATM. Ця концепція є поєднання новітніх технологій та систем, що забезпечують оптимальні характеристики аеронавігаційного забезпечення з технічної й економічної точки зору.

Принциповими особливостями системи CNS/ATM є наступні:

1. Замість розподілу на відособлені наземні і бортові функції CNS/ATM, функції та процедури для здійснення польотів будуть цілісною функціональною частиною системи ATM, тобто бортову й наземну апаратуру розглядають як єдине ціле.

2. До нових основних вимог, що пред'являються до елементів системи CNS/ATM, слід віднести:

– в зв'язку – застосування високошвидкісних ліній передачі даних;

– в навігації – широке застосування глобальної системи супутникової навігації GNSS для усіх стадій польоту ЛА;

– в спостереженні – оптимізація VORL та ADS (автоматизованого залежного спостереження) за критеріями оптимальної пропускну здатності.

У системі CNS/ATM супутникова навігація має наступні складові: супутникові навігаційні приймачі на борту ЛА, системи функціонального доповнення наземного та космічного базування і радіоканали передачі даних між приймачами та системами доповнення.

Використання цих засобів дозволяє реалізувати наступні функції: навігацію на маршруті, посадку ЛА по I, II і III категоріям метеомінімуму, спостереження за льотним полем.

Подальший розвиток спостереження за повітряним рухом із землі пов'язаний з автоматичним залежним спостереженням, що пов'язане з автоматичною передачею даних, що містяться у бортовій апаратурі про координати й наміри (швидкість та напрям) ЛА. Безпека польотів безпосередньо залежить від дій екіпажа, тому дуже важливо, щоб вони були забезпечені надійною інформацією про льотну ситуацію та рекомендаціями по пілотуванню. У функції комплексу апаратури спостереження включено попередження екіпажа про близькість землі, у тому числі раннє попередження з використанням бази даних про рельєф, та виявлення попадання в зрушення вітру.

2. Діагностичні системи, засоби та алгоритми. Нове покоління комплексів бортового обладнання (КБО) повинне мати здатність автоматичного діагностування свого технічного стану, а в подальшому й ЛА в цілому. Необхідні дослідження по створенню розосереджених по ЛА датчиків, які контролюють стан компонентів та систем, а також процесів обробки інформації, що дозволяє передбачати можливе погіршення стану в майбутньому. Основою для реалізації цих функцій має бути інтегрована модульна авіоніка (ІМА).

Бортова обчислювальна мережа, що лежить в основі усього КБО, окрім задоволення іншим вимогам, повинна:

- мати вищий рівень надійності при низькому рівні вартості;
- мати розумну (обґрунтовану) надмірність;
- контролювати з високою ефективністю власний технічний стан;
- здійснювати власну реконфігурацію для підтримки своїх основних характеристик на рівні, що необхідний для функціонування комплексу;
- збирати, систематизувати та зберігати інформацію про умови польоту, дії екіпажа, працездатність або особливості функціонування усіх систем й елементів КБО, двигуна та елементів конструкції;
- обробляти в реальному часі інформацію яку ту, що накопичувалася, так й збережену заздалегідь, з метою локалізації (визначення типу й місця в КБО) пошкоджених модулів та систем, що відмовили або неправильно функціонуючих, включаючи членів екіпажу;

– здійснювати реконфігурацію КБО для досягнення максимально можливої безпеки та ефективності виконання або завершення етапу або польоту;

– інформувати про нештатний розвиток ситуації екіпаж та, використовуючи цифрові автоматичні канали зв'язку, наземні служби управління повітряним рухом;

– формувати рекомендації для дій екіпажа у польоті та інженерно-технічного персоналу після приземлення для оперативного виправлення ситуації.

Мають бути розроблені та сформульовані:

– технічні рішення по створенню відмовостійкої системи управління загальнолітаковим устаткуванням та її інтеграції в просторово відособлені інформаційно інтегровані КБО з керованою надмірністю;

– системи повної діагностики вібростану ЛА, авіаційних двигунів та редукторів вертольотів;

– принципи побудови відмовостійкої системи управління загальнолітаковим устаткуванням на основі методів прогнозування залишкового ресурсу агрегатів та визначення їх передвідмовного стану для своєчасної заміни на землі і реконфігурації системи у польоті.

3. Навігаційні системи, системи повітряних сигналів та інтелектуальні датчики. Напрями розвитку науки та технологій в області авіаційних інерціальних систем визначаються загальними перспективними вимогами до бортового обладнання ЛА, які посилюються для підвищення безпеки польотів, зниження обмежень на атмосферні умови та інтенсифікації повітряного руху, особливо в зоні аеродромів.

Сьогодні світові тенденції розвитку інерціальних систем свідчать про перехід до ідеології безплатформених систем. По своєму призначенню дані системи можна підрозділити на: інерціальні навігаційні системи (БІНС), гиро- та курсовертикалі та інформаційні системи (прилади) каналів управління і стабілізації руху ЛА (як правило, це резервні системи).

Перехід на технологію БІНС визначається тим, що такі системи мають в 3 ÷ 4 рази більшу інформативність в порівнянні з платформеними, забезпечуючи підвищення ймовірності виконання завдання ЛА на ~50%, скороченим в 1,5 ÷ 3 рази часом автономної початкової установки, тим самим істотно знижуючи уразливість, зменшенням в 2 ÷ 3 рази масогабаритних параметрів системи, в ~10 разів енергоспоживання та підвищенням більш ніж в 10 разів технічного ресурсу, що на порядки знижує вартість життєвого циклу системи. Сьогодні задовольняють вимогам безплатформених систем наступні технології:

– гіроскопічні елементи: лазерний гіроскоп, волоконно-оптичний гіроскоп, хвильовий твердотілий гіроскоп, мікромеханічний гіроскоп;

– акселерометричні елементи: маятникові акселерометри з високодобротним підвісом (зокрема кварцеві) компенсаційного типу; мікромеханічні акселерометри з пружним підвісом з монокристала високодобротного матеріалу (в основному кремнію).

Слід чекати вдосконалення технології БІНС по наступних напрямках:

– розробка технології високоточного лазерного гіроскопа;

– розробка технології кварцевого акселерометра;

– розробка мікропроцесорної електроніки чутливих елементів, що дозволить виключити із складу системи аналого-цифрові перетворювачі;

– створення моноблочних конструкцій, що мінімізують конструктивні та методичні джерела погрешностей;

– створення досконаліших алгоритмів та програмного забезпечення, що забезпечують мінімізацію погрешностей алгоритмічної компенсації і обчислювального дрейфу;

– створення БІНС на лазерному гіроскопі.

Автоматизація збору та обробки технологічної інформації вимагає застосування інтелектуальних датчиків (ІД), які здатні самостійно підлаштовуватися під умови експлуатації та безперервно регулювати свою чутливість в цілях досягнення максимальної ефективності.

Своїм “інтелектом” ІД зобов’язані мікропроцесорним технологіям. Сучасні датчики та безконтактні перемикачі мають засоби діагностики й здатні підключатися до мереж; незабаром додадуться і прості контролери функції. Однією з найпривабливіших характеристик ІД є надання можливості підключати до одного кабелю декілька датчиків, а також проводити їх конфігурування та діагностику на відстані, тобто налаштування на об’єкт, вибір режиму роботи і перемикачання, моніторинг елементів та стану сенсора, відстежування занадто слабкого сигналу, який застерігає про небезпеку повної відмови ІД.

Можна чекати просування в наступних важливих напрямках.

– розробка інтегрованої системи визначення повітряних параметрів та їх критичних значень на основі використання багатофункціональних, всеракурсних приймачів повітряних тисків і прецизійних ІД тиску;

– розробка напівпровідникових ІД тиску високої точності та надійності в розширеному діапазоні температури для систем управління і діагностики авіаційних двигунів і інерціально-аерометричних систем;

– створення комбінованого датчика параметрів для систем повітряних сигналів з розширенням діапазону вимірів параметрів до значень, що виникають при бойовому маневруванні, та зменшення кількості засобів сприйняття тисків на борту ЛА;

– створення наукового заділу для засобів виміру швидкості, висоти для перспективних гіперзвукових ЛА, що забезпечують розширення діапазону вимірів повітряних параметрів до гіперзвукових швидкостей.

У перспективі слід чекати створення “сенсорних мереж” – тисячі мініатюрних інтелектуальних сенсорів з можливостями зв’язку, які розміщуються на контрольованому об’єкті. Вони самі налагоджують між собою зв’язок, формують мережу та починають передавати дані на заздалегідь вказані пункти збору інформації.

Для систем віброконтролю авіаційних двигунів та редукторів вертольотів потрібна розробка інтелектуальних багатокомпонентних первинних перетворювачів і вторинних обчислювальних пристроїв.

4. Інформаційно-обчислювальне середовище на основі концепції інтегрованої модульної авіоніки. Сьогодні провідні світові виробники авіоніки завершили перехід до виробництва покоління КБО відкритої архітектури на базі ІМА, які характеризуються вищою мірою інтеграції та узагальнення ресурсів. У їх основі лежить єдина обчислювальна платформа. Функції систем комплексу в цьому випадку виконують програмні додатки, що розділяють загальні обчислювальні ресурси. Подальший розвиток авіоніки буде пов’язаний як з оптимізацією вказаних характеристик КБО, так й з переходом до директивних методів управління, коли екіпаж вибирає та задає режими роботи інтегрованого КБО. Реалізація цих режимів, оцінка стану систем ЛА та підтримка на необхідному рівні безпеки польоту, покладається на бортову обчислювальну мережу. Реалізації директивних методів управління планується шляхом розширення можливостей ІМА.

До концептуальних особливостей авіоніки нового покоління відносяться:

– реалізуємість, відкритість та адаптуємість архітектури;

– спільність апаратних та програмних засобів, що використовуються на борту ЛА;

– незалежність програм від апаратних засобів, що використовуються;

– прийнятна вартість авіоніки та орієнтація на використання комерційних технологій і компонентів;

– уніфікація мережі передачі даних;

– стандартизація конструктивного виконання усієї авіоніки;

– досконала методологія та інструментальні засоби програмування;

– ефективні засоби вбудованого контролю та підвищення рівня надійності, ремонтпридатності, технічного обслуговування.

У найближчій перспективі буде здійснений перехід до інтеграції усього життєвого циклу розробки, випуску, експлуатації та розвитку авіоніки, що вимагає надпотужних систем напівнатурного моделювання, які безпосередньо формують маршрутні карти гнучкого технологічного виробництва авіоніки.

Також, можна чекати, що авіоніка найближчої перспективи матиме принципово нові якості, що пов'язані з революційними змінами процесів її розробки, проектування, застосування та обслуговування. Одним з них буде перехід до широкого використання “систем на кристали”, що є надвеликими інтегральними схемами. До переваг “систем на кристали” перед класичними “системами на друкованій платі” можна віднести: мініатюризацію, зниження споживаної потужності, підвищення надійності. Реалізація розвинених директивних методів управління вимагає створення та використання високорозвинених інтелектуальних бортових обчислювальних систем. Важливою особливістю є підвищення відмовобезпеки та регулярності польотів за рахунок наявності функцій вбудованого контролю і реконфігурації на відміну від існуючих систем, в яких використовується менш ефективне резервування.

Передбачається, що розвиток даної технології відбуватиметься в двох напрямках:

– розширення можливостей ІМА-авіоніки шляхом адаптації існуючих програмних та апаратних продуктів, створених для широкого використання: впровадження багатоядерних процесорів, максимальне використання можливостей існуючих традиційних міжмашинних каналів зв'язку та ін.

– інтеграція концепцій ІМА та АБОН (авіоніка бортового обладнання, що не обслуговується) для створення просторово відособлених і інформаційно інтегрованих комплексів бортового устаткування з керованою надмірністю.

5. Інформаційно-управляюче поле кабіни.

Інформаційно-управляюче поле (ІУП) об'єднує усі системи та пристрої, що створюють і підтримують внутрикабинний інтерфейс між членами екіпажа, бортовими системами ЛА та наземними пунктами управління рухом і підтримки польоту. Неминучі зміни ІУП викликані глобальними змінами в побудові бортових комплексів авіоніки, що відбуваються сьогодні. Системи індикації та сигналізації як самостійні бортові системи зникають, розчиняючись в комплексі ІМА. Проте залишаються функції внутрикабинного інтерфейсу, виконання яких пок-

ладатиметься на засоби ІУП. Віртуальна приладова дошка дозволить досягти небувалої гнучкості в представленні інформації: якщо раніше прилад займав місце на приладовій дошці постійно, незалежно від того, скільки часу він використовується у польоті, то на віртуальній приладовій дошці відповідний “прилад” з'являтиметься тільки в міру необхідності. Тому розмір приладової дошки в майбутньому декілька скоротиться, що дозволить поліпшити огляд простору в нижній півсфері. Замість ріднокристалічних індикаторів використовуватимуться проєкційні та органічні електролюмінесцентні індикатори. Можлива поява індикаторів не прямокутної, а складнішої форми, найбільш зручної в цьому застосуванні.

Розвиток індикаторів відбувається по двох різних напрямках. Це, по-перше, розвиток елементної бази індикаторів й, по-друге, формати зображень, що містять інформацію стосовно перспективних індикаторів. Починаючи з появи в 70-х роках, кількість індикаторів в кабіні постійно росла з одночасним збільшенням розмірів екранів і підвищенням якості зображення. Інформаційна місткість індикації в кабіні (що є сумою пікселів усіх індикаторів) постійно росте.

Помітна тенденція до виключення багатофункціональних пультів управління, функції яких реалізуються за допомогою індикаторів на приладовій дошці та пристроїв управління курсором. Таким чином, відбувається збільшення в розмірах екранів індикаторів з одночасним скороченням їх кількості і витісненням з приладової дошки усього іншого. Зрештою один індикатор займе усю приладову дошку, точніше приладова дошка перетвориться на зображення на екрані індикатора, стане віртуальною.

Для високої надійності індикатор повинен мати сегментований екран, кожен з 2 – 3 сегментів якого може працювати автономно. Такі екрани створюватимуться з використанням нових технологій, які йдуть на зміну ріднокристалічним.

Зусилля розробників систем індикації спрямовані зараз на те, щоб зробити представлення даних природнішим та інтуїтивно зрозумілішим, виключити по можливості необхідність уявної роботи по перекладу “сирих” даних в щось зрозуміліше. Нові формати зображення намагаються представити світ так, як його бачить пілот, додати зображенню третій вимір, а також прогнозну інформацію.

Обов'язковим форматом зображень на екранних індикаторах стала електронна карта. Синтезована карта показує ділянку земної поверхні навкруги ЛА в одному з двох варіантів: або як проєкція згори, або як “вид з вікна”.

У першому випадку зображення рельєфу полегшує орієнтування. Так зазвичай представляють

карту на тактичному індикаторі винищувачів. До зображення рельєфу додається й різна тактична інформація (танки, пускові установки, укріплення та ін.). Системи можуть містити не лише базу даних про рельєф, але й базу даних про високі перешкоди – хмарочоси, щогли, вишки.

За допомогою приладів льотчик може контролювати відхилення свого ЛА від заданої траєкторії руху. Зображення заданої траєкторії з позиції спостереження льотчика називають “дорогою в небі”. В цьому випадку траєкторія польоту зображається у вигляді контурів мощеною плитами дороги або тунелю. Завдання пілотування зводиться до того, щоб на екрані рухатися усередині тунелю прагнучи утримати директорну мітку в центрі площини, що ковзає зі швидкістю руху літака. Закон формування директорної мітки включає прогнозу інформацію про траєкторне положення ЛА, який повинен синтезуватися шляхом оптимізації властивостей системи ЛА-льотчик.

Розмір екрану сучасних індикаторів, що збільшився, дозволяє розмістити на ній значно більше інформації, чим раніше. Такі індикатори замінюють відразу декілька індикаторів меншого розміру, проте при цьому встає проблема компоновання зображень на великому екрані. Рішенням є використання багатівіконного інтерфейсу: кожний додаток, що запускається, має свою зону екрану у вигляді вікна, а користувач може вибирати вікна-додатки на власний розсуд, міняти розміри, закривати та відкривати при необхідності.

Засобами управління для сучасних систем індикації є кнопкові пульти. Впроваджуються ефективніші способи управління, що використовують графічний інтерфейс та пристрої управління курсором. Льотчик управляє системою за допомогою графічного призначеного для користувача інтерфейсу подібно до того, який реалізують операційні системи персональних комп'ютерів. Рухом курсора на екрані для активації відповідних зон користувач управляє за допомогою спеціального маніпулятора. На борту ЛА в якості маніпуляторів пропонують сенсорні панелі, джойстики та трекболи. При цьому, очевидно, буде обмежена кількість традиційних або модифікованих кнопок.

В деякому розумінні альтернативою індикації на приладовій дошці є нашлемна індикація, що інтенсивно розвивається, дозволяє в перспективі зосередити усю візуальну інформацію, яка подається членові екіпажа, в дуже обмеженій по розмірах лицьовій частині шолома.

Останнім часом велика увага приділяється засобам відтворення звуку та мови. Перспективним напрямом їх розвитку є просторова локалізація звуку, що створює для льотчика тривимірну акустичну картину ситуації.

Повідомлення в такій системі доносяться з того напрямку, який пов'язаний з метою сповіщення, наприклад, повідомлення із землі звучать знизу, попередження про напад – з боку ракети, що летить, та ін. Такий підхід до передачі звукових та мовних сигналів дозволяє підвищити ефективність звукового інтерфейсу ЛА-льотчик.

Ще один потенційний клас ІУП – тактильні системи. Сьогодні тактильна сигналізація використовується обмежено. Проте насичення візуального каналу передачі інформації льотчику, характерне для сучасних ЛА, ставить питання про використання альтернативних способів його інформування.

Об'єднання візуальних, звукових та тактильних засобів в єдину систему дозволяє створити віртуальну кабінку, яка доповнює реальний навколишній світ неіснуючими насправді елементами, що розширюють можливості льотчика.

Один з принципів, що реалізуються у віртуальній кабінці, – мультимодальність, який має на увазі використання для передачі інформації не лише візуального, але й інших сенсорних каналів льотчика, а для передачі управляючих дій від льотчика до ЛА – не лише ручного управління, але й альтернативних способів: управління голосом, поглядом, рухами рук та голови.

Розвинений мультимодальний інтерфейс дозволяє створити у членів екіпажа відчуття, близькі до відчуттів перебування у відповідному середовищі. Усі прилади та органи управління можуть стати частиною екіпіровки льотчика. Підключивши відповідним чином обладнаний костюм до ЛА, льотчик бачитиме віртуальні прилади, чути синтезовані “як би реальні” звукові сигнали та зможе користуватися віртуальними органами управління. Рухи та мовні команди льотчика сприйматимуться датчиками і перетворюватимуться в команди, що подаються в системи ЛА.

Нашлемна система індикації буде кольоровою, бінокулярною, з високим розділенням та широким полем зору, що дозволить створювати віртуальну реальність. Льотчик бачитиме об'ємну картину, яка змінюватиметься залежно від положення та повороту голови і навіть погляду. У віртуальній кабінці з'являтимуться та зникатимуть прилади і елементи інтер'єру залежно від задачі, яка вирішується, зміни ситуації і появи загроз.

Висновки

На основі аналізу світового досвіду визначені такі перспективні напрямки розвитку комплексів бортового обладнання ЛА Повітряних Сил Збройних Сил України під час їх створення та модернізації:

1. Підвищення пропускну здатності повітряного простору при зменшенні обмежень на вибір

траєкторії польоту можливе при реалізації концепції CNS/ATM.

2. Нове покоління комплексів бортового обладнання повинне мати здатність автоматичного діагностування свого технічного стану, а в подальшому й ЛА в цілому. Основою для реалізації цих функцій має бути інтегрована модульна авіоніка.

3. Світові тенденції розвитку інерціальних систем свідчать про перехід до ідеології безплатформених інерціальних навігаційних систем на основі лазерного або волоконно-оптичного гіроскопу та кварцевого акселерометра.

4. Реалізація розвинених директивних методів управління, коли екіпаж вибирає та задає режими роботи інтегрованого комплексу бортового обладнання, вимагає створення й використання високорозвинених інтелектуальних бортових обчислювальних систем. У довгостроковій перспективі можна чекати перехід до декларативних методів управління, коли екіпажу залишається комплексна оцінка стану льотної ситуації та вибір кінцевої мети на різних етапах польоту.

5. Функції внутрикабінного інтерфейсу покладаються на засоби інформаційно-управляючого поля кабіни ЛА. Віртуальна приладова дошка дозволить досягти небувалої гнучкості в представленні інформації. Перспективний індикатор повинен мати підвищені інтелектуальні здібності, меншу товщину, вищу надійність.

6. Віртуальну кабіну можливо створити у разі об'єднання візуальних, звукових та тактильних засобів в єдину систему.

Список літератури

1. Васильєв Д.Г. Обґрунтування вимог до комплексів контролю технічного стану літальних апаратів та його систем в процесі експлуатації / Д.Г. Васильєв // Тези доповідей 12 науково-технічної конференції

“Створення та модернізація озброєння і військової техніки в сучасних умовах”, 6 – 7 вересня 2012 року. – Феодосія: ДНВЦ ЗС України, 2012. – С. 88 – 90.

2. Васильєв Д.Г. Бездротові системи моніторингу розподілених об'єктів вимірювань / Д.Г. Васильєв // Тези доповідей на міжвідомчій науково-технічній конференції “Проблемні питання розвитку озброєння та військової техніки Збройних Сил України”, 11, 13, 18, 20 грудня 2012 року. – К.: ЦНДІ ОВТ, 2012. – С. 124 – 125.

3. Васильєв Д.Г. Формування інформаційно-управляючого поля кабіни літального апарату / Д.Г. Васильєв // Сучасні напрямки розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління. Матеріали третьої міжнародної науково-технічної конференції, 11 – 12 квітня 2012 року – Полтава: ПНТУ, Білгород: “БілДУ”, Харків: ДП “ХНДІ ТМ”, Київ: НТУ, Кіровоград: КЛА НАУ, 2013. – С. 82.

4. Васильєв Д.Г. Формування інформаційно-обчислювального середовища літальних апаратів на основі інтегрованої модульної авіоніки / Д.Г. Васильєв // Дев'ята наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба “Новітні технології – для захисту повітряного простору”: тези доповідей, 17 – 18 квітня 2013 року. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2013. – С. 101 – 102.

5. Васильєв Д.Г. Перспективи розвитку систем автоматизованого контролю та попередження екіпажу літального апарату / Д.Г. Васильєв, М.К. Петерін // Дев'ята наукова конференція Харківського університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба “Новітні технології – для захисту повітряного простору”: тези доповідей, 17 – 18 квітня 2013 року. – Х.: ХУПС ім. І. Кожедуба, 2013. – С. 65 – 66.

6. Макаров Р.Н. Авиация XX века. Рождение авиации, лётное обучение и тренажёры / Р.Н. Макаров, В.М. Зарецкий, В.И. Федоришин. – М: МАКЧАК, 2003. – 524 с.

7. Оружие и технологии России. Энциклопедия. XXI век. Том 10. Авиационное вооружение и авионика. – М.: Издательский дом “Оружие и технологии”, 2005. – 784 с.

Надійшла до редколегії 15.03.2013

Рецензент: д-р техн. наук проф. О.Б. Леонтєєв, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЙ РАЗВИТИЯ КОМПЛЕКСОВ БОРТОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ВОЗДУШНЫХ СИЛ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ

Д.Г. Васильев

Проанализированы перспективные направления развития комплексов бортового оборудования при разработке новых и модернизации существующих летательных аппаратов Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины на современном этапе развития авионики.

Ключевые слова: летательный аппарат, комплекс бортового оборудования, интегрированная модульная авионика, бортовая вычислительная система, информационно-управляющее поле кабины.

ANALYSIS OF POSSIBLE DIRECTIONS OF AIRBORNE EQUIPMENT COMPLEXES OF AIRCRAFTS THE AIRCRAFTS FORCES OF UKRAINIAN ARMED FORCES DEVELOPMENT

D.G. Vasiliev

Perspective directions of complexes of airborne equipment development at working new aircrafts and modernization of existent aircrafts of the Aircrafts Forces of Ukrainian Armed Forces on the modern stage of avionics development are analysed.

Keywords: aircraft, complex of airborne equipment, integration modular avionics, airborne computer system, information managing field of booth.