

УДК 629.734.7

**МЕДВЕДЄВ Г.А.**, начальник науково-дослідного відділу

**ХАРИТОНОВ М.О.**, провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник

**СОРОКІН Д.М.**, провідний науковий співробітник, кандидат технічних наук,  
старший науковий співробітник

**ГОРДІЄНКО О.А.**, науковий співробітник

## **ДО ПИТАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ЛІТАКІВ- БОМБАРДУВАЛЬНИКІВ ТАКТИЧНОЇ АВІАЦІЇ**

*В статті розглянуто сучасні тенденції розвитку бортової авіоніки, визначені основні недоліки обладнання літаків-бомбардувальників тактичної авіації та запропоновані цілі їх можливої модернізації.*

*Ключові слова:* літак-бомбардувальник, бортова авіоніка, тенденції розвитку.

Аналіз інформації про закордонні розробки перспективної авіаційної техніки показує, що літаки нового покоління F-22, F-35 та Су-35, які прийняті та приймаються в найближчий час на озброєння, оснащені бортовим радіоелектронним обладнанням (БРЕО) з розширеними функціональними можливостями [1]. Такі літаки мають перевагу над літаками четвертого покоління за багатьма показниками, в тому числі щодо ефективності застосування високоточної зброї по наземним цілям.

Перспективні літаки будуть мати розвинутий бортовий інтелект, що застосовуватиметься для ситуаційної обізнаності екіпажу, вибору найбільш раціональних із тих, що є на борту, засобів зброї, радіоелектронного захисту тощо. Для вирішення задач в типових бойових ситуаціях призначені алгоритми, які використовують технологію штучного інтелекту у складі бортових систем типу «Помічник льотчика» (США), «Планувальник бойових дій» (США), «Консультант льотчика» (Pilot Advisory System-PADS, Ізраїль) або експертної системи БОСЕС (Росія).

Характерними особливостями нового покоління авіаційної техніки є високий технологічний рівень бортового обладнання (в першу чергу, засобів пошуку, виявлення та ідентифікації цілей), новий обрис інформаційно-керуючого поля кабіни (багатофункціональні рідинно-кристалічні кольорові дисплеї, тактильне керування), застосування високоточної зброї, активне впровадження нового покоління засобів оптико- та радіоелектронної протидії, інтелектуальна підтримка екіпажів (польот за маршрутом, бойове застосування, контроль стану бортових систем).

Аналіз багатофункціональних літаків п'ятого покоління показує, що наголос робиться на впровадження інтегрованої обробки інформації від різних датчиків,

загальних цифрових модулів обробки даних. Важливою ланкою в цій архітектурі є організація централізованого високоінтегрованого відкритого обчислювального середовища, що побудоване на основі обчислювальної системи з високопродуктивною мережевою архітектурою і єдиною уніфікованою сіткою передачі даних. В якості фізичного середовища передачі інформації використовуються волоконно-оптичні канали передачі даних, що не тільки забезпечують високі швидкості, але й підвищену надійність передачі інформації.

Літаки типу F-22, F-35 та Су-35 повністю оснащуються інтегрованою комплексною системою бортового електронного обладнання. Основна відмінність сучасних літаків – в усуненні недоліків закритої архітектури бортового обладнання і його побудові шляхом об'єднання окремих підсистем у складі інтегрованого комплексу авіоніки ЛА.

Отже, до відмінностей концептуальних особливостей проектування обладнання тактичних літаків нового покоління можна віднести такі:

- відкритість та адаптивність архітектури;
- спільність різних апаратних і програмних засобів, що використовуються на борту різних ЛА;
- незалежність програм від апаратних засобів, що використовуються;
- орієнтація на широке використання комерційних технологій і компонент;
- уніфікація мережі передачі даних;
- стандартизація конструкції;
- досконалі методологія і інструментальні засоби програмування;
- ефективні засоби вбудованого контролю;
- високий рівень надійності, ремонтпридатності технічного обслуговування.

До проведення повного переозброєння на авіаційну техніку нового покоління найбільш вагомим компонентом бойового потенціалу військово-повітряних сил багатьох держав є тактичні бомбардувальники, основне призначення яких полягає у нанесенні ударів по наземних цілях противника в оперативно-тактичній глибині. Це, як правило, літаки багатоцільового (або, як прийнято говорити, на Заході, „двоцільового”) призначення. З цього погляду, аналогом Су-24М, що знаходиться на озброєнні Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України є американський фронтовий бомбардувальник F-111 та „Торнадо” – основний тактичний ударний літак ВПС Німеччини, Італії і Великобританії [1], [2].

В теперішній час особлива увага приділяється питанням модернізації даних літаків-бомбардувальників з урахуванням змін поглядів на застосування літаків даного класу, а також сучасних тенденцій розвитку бортової авіоніки нового покоління.

Аналіз поглядів на розвиток бомбардувальної авіації військового керівництва ряду провідних авіаційних держав і досвіду локальних війн [3] показує наступне:

1. При виконанні бойового польоту на максимальний радіус дії, бомбардувальники інколи вимушені будуть організовувати прикриття своїх бойових порядків від атак винищувачів противника за рахунок власних сил.
2. Значне підвищення ефективності засобів протиповітряної оборони (ППО) противника при наявності у нього літаків дальнього радіолокаційного виявлення і

наведення (ДРЛВ), а також відсутності у літаків-бомбардувальників властивостей малої радіолокаційної, інфрачервоної і акустичної помітності значно ускладнить подолання системи ППО і змусить широко і активно застосовувати сучасні засоби забезпечення бойових дій, у тому числі і бортовий комплекс оборони. Це також потребує виконання атаки заданих об'єктів, як правило, з першого заходу і, при можливості, використовувати при цьому зброю без входу в зону ефективного вогню засобів ППО.

3. Суттєве зростання за останній час могутності засобів радіоелектронної боротьби (РЕБ) викликатиме необхідність автономних дій тактичних бомбардувальників із використанням дублюючих засобів навігації та власних сучасних засобів радіоелектронної протидії (РЕП).

4. Збільшення кількості важливих об'єктів військового призначення при одночасному підвищенні їх захисних властивостей потребує більш високої точності застосування авіаційних засобів ураження (АЗУ).

5. Зростання долі рухомих об'єктів (до 75...80%) обумовлює необхідність передачі екіпажам тактичних бомбардувальників безпосередньо у повітрі в реальному масштабі часу даних засобів повітряної розвідки.

6. Досить значна глибина розташування деяких важливих об'єктів, особливо надводних, вимусить діяти літаки-бомбардувальники на відстані повного радіусу дії із застосуванням максимально можливого бойового навантаження.

7. Переважна кількість бойових завдань буде виконуватися у складі груп, що потребує витримування заданих бойових порядків і організації взаємодії у будь-яких метеорологічних умовах і час доби при активній протидії противника.

З наведеного аналізу можна зробити висновки про те, що у сучасних умовах для бойового застосування літаків-бомбардувальників тактичної авіації характерні такі тенденції:

глибина і номенклатура об'єктів дії літаків суттєво розширюється;

виконання бойових завдань буде відбуватися цілодобово у будь-яких метеорологічних умовах переважно у складі груп;

активність протидії засобів ППО і РЕБ противника значно підвищується, а зона дії засобів спостереження за повітряним простором – розширюється;

атака заданих об'єктів, як правило, буде здійснюватися з першого заходу;

дані про координати об'єктів дії у багатьох випадках ставатимуть відомі лише у ході бойового польоту бомбардувальників;

у ряді випадків літаки будуть діяти автономно з організацією прикриття від атак винищувачів противника за рахунок власних сил.

Ріст ефективності використання сучасних бойових ЛА значною мірою визначається якістю озброєння та бортового обладнання. Для існуючих бойових ЛА бортове обладнання є важливим елементом бортового авіаційного комплексу, а його вартість складає 40% і більше від загальної вартості ЛА.

Однією з головних причин високої вартості бортового обладнання є побудова його таким чином, що різні підсистеми і компоненти обладнання є незалежними одна від одної. Результатом такої “автономної” архітектури є те, що збільшується кількість змінних блоків, відбувається дублювання їх функцій, росте кількість

кабелів та з'єднань і збільшуються маса та об'єм апаратури. Все це негативно впливає на надійність роботи обладнання та бойову живучість ЛА в цілому.

З цих причин побудова авіоніки перспективних бойових літаків нового покоління заснована на системному підході. При цьому робота всіх функціональних блоків підпорядкована виконанню поточної бойової задачі.

Аналіз науково-технічних досягнень, які можуть бути використані в перспективній авіоніці, показує, що вони, перш за все, мають бути спрямовані на забезпечення бортових інформаційних систем вичерпними і достовірними відомостями про зовнішню обстановку під час ведення бою з подальшою видачею адекватних рекомендацій льотчику. Крім того, інформаційно-виконавча система повинна на основі поступаючої інформації передбачати наступну поведінку противника, визначати час застосування власної зброї та здійснювати вибір найбільш раціональних засобів радіоелектронного захисту. Для цього необхідно розробити досконалі бортові алгоритми та реалізувати їх в системоутворюючому ядрі.

Сучасний тактичний бомбардувальник має бути оснащений інтегрованими комплексами бортового обладнання, до складу яких входять:

оптико-електронна оглядово-прицільна система з телевізійним і тепловізійним каналами спостереження та лазерним далекоміром, яка забезпечує спостереження за об'єктами та ураження цілей вдень і вночі;

навігаційний комплекс, який дозволяє мати у пам'яті навігаційної електронної обчислювальної машини не менше 5 різних маршрутів польоту та координати не менше 100 проміжних пунктів, забезпечувати автономність функціонування та перешкодозахищеність, виконувати польоти за правилами Міжнародної організації цивільної авіації (забезпечувати роботу в режимах VOR, ILS, DME та глобальних супутникових навігаційних системах NAVSTAR і ГЛОНАСС), використовувати засоби інтелектуальної підтримки екіпажу;

радіолокаційний комплекс сучасних високоточних та завадозахищених засобів виявлення цілей та визначення їх параметрів;

засоби відображення тактичної та навігаційно-пілотажної інформації на багатофункціональних кольорових індикаторах;

засоби обміну даними та відображення інформації, в тому числі при взаємодії з єдиною автоматизованою системою управління.

Розширення функціональних можливостей та покращення точностних характеристик бортового обладнання літака може бути забезпечене шляхом установлення нового або доробки штатного обладнання.

Проведений аналіз показує, що основні системи сучасних тактичних бомбардувальників, які було спроектовано та прийнято на озброєння у 70...80-х роках минулого століття, морально застаріли і не відповідають сучасним вимогам. [4]. До основних їх недоліків можна віднести:

низьку надійність прицільно-навігаційного комплексу;

незадовільні точносні характеристики інерціальної системи, яка є основною для визначення поточних координат літака;

незадовільні основні характеристики оптико-електронних засобів виявлення цілей;

відсутність сучасної системи запису параметрів роботи прицільно-навігаційного комплексу та високопродуктивного програмного забезпечення на базі сучасних комп'ютерних систем для глибокого післяпольотного аналізу точностних характеристик комплексу та причин його відмови;

низьку надійність системи реєстрації параметрів польоту, відсутність програми експрес-аналізу результатів польоту та роботи авіаційної техніки;

невідповідність засобів зв'язку та радіотехнічних систем забезпечення польотів міжнародним вимогам;

відсутність сучасної системи запису відеоінформації, що не дає можливості якісно оцінювати результати бойового застосування комплексу.

Таким чином, проведений аналіз основних завдань сучасних літаків-бомбардувальників, характеристик їх бортових систем, основних тенденцій розвитку інтегрованих комплексів бортового електронного обладнання, які знайшли відображення при розробці літаків 5-го покоління в передових авіаційних державах, дозволяє визначити такі основні цілі модернізації літаків даного класу:

розширення номенклатури авіаційних засобів ураження (використання сучасної високоточної зброї);

зменшення похибки виходу літака в район цілі за рахунок установа сучасної апаратури супутникової навігації та комплексної обробки навігаційної інформації з використанням даних штатних та нових систем, а також електронних карт місцевості;

збільшення точності навігаційного бомбометання за рахунок більш точного визначення поточних координат;

збільшення ймовірності результативного прицільовання за рахунок застосування багатофункціональних кольорових індикаторів;

розширення діапазону по дальності застосування керованих АЗУ за рахунок модернізації лазерно-телевізійної прицільної системи;

скорочення часу підготовки до вильоту прицільно-навігаційного комплексу за рахунок зміни принципу запису інформації про маршрут польоту на цілі;

підвищення якості оцінки дії льотного екіпажу при пілотуванні апарата та у процесі прицільовання за рахунок впровадження нових апаратних та програмно-алгоритмічних засобів;

створення умов для польотів у відповідності до міжнародних вимог міжнародними вимогами за рахунок забезпечення взаємодії з міжнародними наземними навігаційно-посадковими засобами та системою управління повітряним рухом, у тому числі і під контролем.

Отже, для реалізації зазначених цілей може бути визначений необхідний варіант модернізації комплексу БРЕО літака-бомбардувальника тактичної авіації, що відповідає сучасним вимогам та забезпечить високий рівень його бойового потенціалу.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Перспективы использования пилотируемых бомбардировщиков США//Техническая информация № 8, 1990. – с.1 – 20.

2. Логвинов Л.А., Мармур Ф.Ф. История создания семейства самолетов Су-24. – Полет: авиация, ракетная техника, космонавтика, № 8, 1999. – С.55-57.
3. Корчагин В.М., Паппе Ю.Н., Голланд В.С., Слезев А.А. Развитие бортового радиоэлектронного оборудования самолетов «Су». – *ibid.*, с.44-46.
4. Модернизация бортового и наземного оборудования самолета Су-24МК. Презентационные материалы ЗАО «Гефест и Т». – 34 с.

*Надійшла до редакції 29.10.2012*

UDC 629.734.7

**MEDVEDIEV G.A.**, head of research section

**HARYTONOV M.O.**, leading researcher, Ph.D., Senior Scientist

**SOROKIN D.M.**, leading researcher, Ph.D., Senior Scientist

**GORDIENKO O.A.**, researcher

## **TO THE ISSUE OF MODERNIZATION OF AIRBORNE EQUIPMENT OF TACTICAL BOMBERS**

*The article deals with current trends of avionics development. Authors defined major disadvantages of tactical bombers equipment and propose goals of their possible upgrade*

Analysis of information on foreign projects of prospective aircraft shows that the new generation of aircraft F-22, F-35 and Su-35, that taken in service (or will be taken in service in the near future) is equipped with avionics with extended functionality [1]. These aircraft have an advantage over fourth-generation aircraft in many ways, including the efficiency of precision weapons on ground targets.

Future aircraft will have advanced on-board intelligence to be applied for situational awareness of the crew, choosing the most suitable weapons, radio protection so on. Airborne systems "Pilot Assistant" (USA), "Mission Planner" (USA), "Pilot Advisory System – PADS" (Israel) and "BOSES" expert system (Russia) use algorithms of artificial intelligence to solve the problems in typical combat situations.

Features of this new generation of aircraft are high technological level of airborne equipment (primarily of search, detection and identification systems), the new shape of cockpit (multifunction liquid crystal color displays, tactile controls), the use of precision weapons, perfect optical devices, electronic countermeasures systems and intellectual support of crew (flight route, combat employment, airborne systems checking).

The main peculiarity of the fifth generation multifunctional aircraft is the integrated processing of digital data from different sensors and computing modules. An important element in this architecture is highly integrated centralized "open" computing environment

that is built on the basis of a high-performance data transfer network. Such systems use fiber-optic data channels as a physical medium. So they not only provide high speed, but also high reliability of information transmission.

F-22, F-35, Su-35 aircraft are fully equipped with an integrated complex of airborne electronics – all shortcomings of “closed architecture” avionics are eliminated.

So, the basic conceptual features of airborne equipment design for new tactical aircraft are the following:

- openness and adaptability of architecture;
- unity of hardware and software tools,
- extensive using of commercial technologies and components;
- standardization of data networks;
- advanced methodology and tools for programming;
- effective built-in testing;
- high level of reliability and maintainability.

Until the military aviation rearmament for new generation aircraft will be held the most significant component of the Air Force combat potential in many countries is tactical bombers. Their main task is to strike enemy surface targets in operational and tactical depth. Usually these aircraft are multipurpose (or, as they say in the West, "twopurpose"). Analogous to the Su-24M, which is in service of Ukrainian Air Force, is an American bomber F-111 and "Tornado" - the main tactical strike aircraft of the Air Force of Germany, Italy and the UK [1] [2].

At present, special attention is paid to the modernization of such bombers taking into account updated views on the using of this class aircraft, as well as current trends in avionics development.

Analysis of views of military leadership in powerful aviation nations and experience of local wars [3] shows the following trends for bombers aircraft:

1. During the combat flight at maximum range, bombers sometimes will be forced to organize cover-up of friendly ground forces from enemy fighter attacks.
2. Significant enhancement of air defense efficiency and using of long-range radar detection and guidance aircraft (AWACS) complicate for bombers the task of overcoming



air defense system and make it necessary to actively use such modern means as airborne self-defense complex. It also requires to carry out attacks of defined objects from the single approach and, if possible, without entering the zone of air defense effective fire.

3. Considerable growth of efficiency of electronic warfare (EW) tools causes the need for autonomous action of tactical bombers using redundant navigation equipment and their own electronic countermeasure devices.

4. Increasing the number of important military facilities while improving their protective properties require more precise using of air weapons.

5. Growing portion of moving objects (up to 75 ... 80%) necessitates real-time transfer of aerial reconnaissance data for tactical bombers crews just during the flights.

6. Pretty deep location of important objects, especially on the sea surface, causes bomber aircraft to operate within the full range using the maximum payload.

7. Most of the combat missions will be carried out in groups, which requires sticking of necessary aircraft disposition and interoperability in any weather conditions and time of day under active opposition of the enemy.

Increased efficiency of modern combat aircraft is largely determined by the quality of weapons and airborne equipment. Avionics is the most important element of military aircraft (its value is 40% or more of the total value of the aircraft).

One of the main reasons for the high cost of airborne equipment is the fact that the various subsystems and hardware components are independent from one another. The result of this "autonomous" architecture is that the number of removable devices increases and their functions are duplicated. Besides, the number of cables and connections, mass and volume of equipment increase. All this affects the reliability and survivability of military aircraft in general. For these reasons, the avionics of new generation prospective combat aircraft is based on a systems approach. And all the functional elements are subordinated to provide the fulfillment of current combat mission.

So, the modern tactical bomber is to be equipped with integrated complexes of functional airborne equipment, which include:

opto-electronic surveillance and sighting system with TV and IR channels as well as a laser rangefinder (provides objects monitoring and sighting both in day and night);

navigation system with stored at least 5 different flight routes and 100 intermediate points coordinates (ensures operating according to the rules of the International Civil Aviation Organization in modes VOR, ILS , DME and global satellite navigation systems GPS/GLONASS);

radar complex for high precision detection of targets and determining their parameters;

tools for displaying tactical and navigational information (multifunctional color indicators);

means of communication and data exchange (including the tools for interaction with an automated control system).

Expanding functionality and improving accuracy performance of airborne equipment can be achieved by installing a new on-board systems or revision of standard ones.

The analysis shows that the major systems of modern tactical bombers were designed and taken in service in 1970...80 years. At present they are outdated and do not meet modern requirements [4]. The main disadvantages of them include:

low reliability of sighting and navigation system;

poor accuracy of inertial system, which is the main component to determine the current coordinates of the plane;

poor basic characteristics of opto-electronic system for targets detection;

lack of modern tools for flight parameters recording (to provide perfect after-flight analysis based on modern computer technologies);

inconsistency with international requirements for airborne communication, navigation and identification systems (for flights under international air traffic control);

lack of a modern system of video recording (to assess the employment results).

Thus, the analysis of the main tasks of modern bombers aircraft, features of their airborne systems, the basic trends of integrated electronic equipment development, which is reflected in the design of the 5th generation aircraft in advanced aviation countries, allows to determine the following main objectives for upgrade of bombers aircraft:

to expand the list of aircraft weapons (using of modern high precision weapons);

to reduce the error in the aircraft delivery to the targets district by installing modern equipment of satellite navigation and integrated data processing (from old and new systems), as well as implementation of electronic maps navigation mode;

to increase the accuracy of navigational bombing (through more precise current coordinates determination);

to increase the probability of effective sighting through the use of multifunctional color indicators;

to expand range of guided missiles by upgrading of laser-television sighting system;

to reduce time for flight preparation by changing the principle of recording of information about the flight route to the target;

to improve the quality of crew evaluation (during piloting and sighting process) by means of new hardware and software tools;

to create the conditions for flights in accordance with international standards and requirements by providing interaction with international ground navigation and landing facilities and air traffic control system.

So, to realize the defined objectives of such modernization can be determined a variant (set of components) of airborne electronic equipment necessary upgrade. This option will meet the modern requirements and provide a high level of bomber aircraft combat capability.

## **REFERENCES**

1. Перспективы использования пилотируемых бомбардировщиков США//Техническая информация. # 8, 1990. – pages 1 – 20.
2. Логвинов Л.А., Мармур Ф.Ф. История создания семейства самолетов Су-24. – Полет: авиация, ракетная техника, космонавтика, # 8, 1999. – pages 55-57.
3. Корчагин В.М., Паппе Ю.Н., Голланд В.С., Слезев А.А. Развитие бортового радиоэлектронного оборудования самолетов «Су». – pages 44-46.
4. Модернизация бортового и наземного оборудования самолета Су-24МК. Презентационные материалы ЗАО «Гефест и Т». – 34 pages.