

О.В. Самойленко, Д.В. Камишев, О.Ю. Маракулін

Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

ОСНОВНІ НАПРЯМИ РОЗВИТКУ КОМПЛЕКСІВ БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВІЙСЬКОВО-ТРАНСПОРТНИХ ЛІТАКІВ

Аналізуються спроможності військово-транспортних літаків, сучасні тенденції розвитку їх комплексів бортового обладнання як один із пріоритетних напрямів модернізації літаків транспортної авіації. Наголошено на ролі модернізованих транспортних платформ у забезпеченні оперативного і стратегічного перекидання військ (сил) і вантажів, евакуації поранених, десантування особового складу та матеріально-технічних засобів в умовах ведення сучасних бойових дій і обмеженого доступу до інфраструктури.

Проаналізовано склад комплексу бортового обладнання та допоміжних систем на прикладі сучасного типового тактичного/стратегічного військово-транспортного літака, виділено елементи, що потребують вдосконалення або заміни (системи навігації та зв'язку, засоби захисту і радіоелектронної протидії). Наведено розрахункові коефіцієнти військово-технічного рівня з урахуванням змін складу комплексу бортового обладнання військово-транспортного літака, етапи модернізації (дообладнання) сучасних військово-транспортних літаків для потреб Повітряних Сил Збройних Сил України.

Ключові слова: транспортна авіація, комплекс бортового обладнання, коефіцієнт військово-технічного рівня, модернізація авіоніки, модульна архітектура, засоби зв'язку, радіоелектронна боротьба, захищений цифровий зв'язок, живучість літака, сумісність НАТО/ІСАО, автоматизація польоту.

Вступ

Постановка проблеми. Транспортна авіація (ТрА) Повітряних Сил Збройних Сил України є ключовим елементом у забезпеченні логістичної підтримки та оперативного розгортання військових підрозділів у сучасних збройних конфліктах. Досвід застосування транспортних літаків Повітряних Сил Збройних Сил України під час агресії російської федерації свідчить про їх незамінність в оперативному і стратегічному перекиданні військ, доставці боєприпасів і техніки, евакуації поранених і виконання спеціальних завдань, зокрема навіть в умовах постійної загрози з боку противника ТрА забезпечувала критично важливі повітряні перевезення, що давало змогу здійснювати оборону та підтримувати бойові дії угруповань на різних напрямках [1].

Однак досвід бойового застосування ТрА показав низку обмежень сучасних літаків і перспективні напрями розвитку комплексів бортового обладнання та озброєння. Наявні літаки мають застарілі комплекси бортового обладнання, які не відповідають сучасним вимогам навігації, зв'язку та захисту тощо, а відсутність інтегрованих засобів оборони підвищує їх вразливість під час виконання завдань у зоні протиповітряного ураження противником.

Ефективність сучасних і перспективних літаків ТрА значною мірою визначається рівнем досконалості їхніх комплексів бортового обладнання (КБО) та захисних систем, що, у свою чергу, залежить від здатності інтегрувати новітні інформаційні технології та засоби радіоелектронної протидії [2, с. 120].

Отже, розвиток КБО військово-транспортних літаків є актуальним науковим завданням, що потребує комплексного підходу та обґрунтування його необхідності.

Аналіз останніх досліджень і публікацій.

Питання, пов'язані з удосконаленням КБО військово-транспортних літаків, знаходять своє відображення у низці наукових досліджень та аналітичних матеріалів. У роботах вітчизняних і зарубіжних авторів значна увага приділяється розвитку авіоніки та інтегрованих систем управління сучасних літальних апаратів, що визначає напрями модернізації ТрА.

У публікації [3] наведено аналіз тенденцій розвитку КБО іноземних військово-транспортних літаків. Відзначено пріоритетність оснащення літальних апаратів багатоканальними системами попередження про ракетну атаку, інтегрованими станціями постановки активних і пасивних перешкод, а також сучасними станціями радіолокації, високоточної навігації, перспективними засобами відображення інформації

в кабіні, у тому числі кольоровими багатофункціональними індикаторами та апаратурою відображення інформації на лобовому склі, а також системою вбудованого контролю.

У статті [4] розглянуто розвиток систем навігації та зв'язку, багатофункціональних дисплеїв і систем індикації на лобовому склі, що забезпечують ефективне функціонування військово-транспортних літаків у складних умовах радіоелектронної боротьби. Наголошується про актуальність переходу до нових стандартів тактичного обміну даними, інтеграції супутникових та інерціальних систем навігації, а також уніфікації засобів зв'язку для сумісності з авіацією держав-партнерів НАТО.

У дослідженні [5] здійснено огляд тенденцій і напрямів розвитку авіоники літаків 5-го та 6-го поколінь, проаналізовано принципи побудови існуючих систем і визначено перспективні напрями їх модернізації. Особливу увагу приділено інтеграції цифрових інформаційно-керуючих систем, що дають змогу об'єднувати функції управління літаком, навігації, зв'язку та оборони в єдиний комплекс.

Актуальність завдання щодо вдосконалення КБО військово-транспортних літаків Повітряних Сил Збройних Сил України під час ведення бойових дій лише зростає. Сучасні умови застосування ТрА потребують підвищення рівня захищеності літаків, забезпечення надійності навігаційних і комунікаційних систем, а також адаптації бортового обладнання до багатовимірного інформаційного простору ведення бойових дій.

Разом з тим, обґрунтування комплексного підходу до модернізації КБО військово-транспортних літаків потребує системних досліджень, спрямованих на поєднання вимог до бортових комплексів оборони, систем державного впізнавання, навігації, зв'язку та обміну даними, а також впровадження новітніх технологій, зокрема систем інертного газу та автоматизованого управління інформаційними потоками. Саме такий підхід дасть змогу підвищити живучість, ефективність і бойову стійкість військово-транспортних літаків у сучасних і майбутніх умовах.

Мета статті – обґрунтування основних напрямів розвитку комплексів бортового обладнання військово-транспортних літаків Повітряних Сил Збройних Сил України задля підвищення ефективності їх застосування у сучасних умовах збройної боротьби.

Виклад основного матеріалу

Аналіз наявних спроможностей військово-транспортних літаків щодо їх здатності виконувати низку завдань (забезпечити реалізацію визначених

військових цілей) за певних умов, ресурсного забезпечення відповідно до встановлених стандартів та вимог до них проведено згідно з Єдиним переліком (Каталогом) спроможностей Міністерства оборони України, Збройних Сил України та інших складових сил оборони [6] (Каталог спроможностей сил оборони). Каталог спроможностей сил оборони враховує Матрицю основних спроможностей сил оборони, зазначених у додатку 3 до Стратегічного оборонного бюлетеня України [7] і розроблявся на виконання вимог наказу Міністерства оборони України від 22.12.2020 № 484 [8].

Для оцінювання спроможностей авіаційних частин і підрозділів, які озброєні військово-транспортними літаками, та вимог до них визначено типова група спроможностей Е-1 “Бойові дії”, підгрупа спроможностей Е-1.2 “Забезпечення маневру”, а саме:

а) спроможність Е-1.2.1. Перевезення повітрям особового складу, вантажів на визначенні відстані за будь-яких умов обстановки (ТрА ПС ЗСУ).

Базова вимога до спроможності передбачає здатність здійснювати перевезення особового складу, озброєння, військової техніки та матеріально-технічних засобів літаками й вертольотами транспортної авіації;

б) спроможність Е-1.2.3. Транспортування вантажів, десантування на морі та узбережжі (літаки МА ВМС ЗСУ).

Базова вимога до спроможності передбачає здатність здійснити завантаження підрозділів сухопутних, десантно-штурмових військ, морської піхоти та здійснити перекидання (висадку десанту);

в) спроможність Е-1.2.5. Перевезення повітрям важких вантажів, особового складу під час виконання завдань у складі багатонаціональних військових формувань.

Базова вимога до спроможності передбачає здатність здійснювати перевезення особового складу, озброєння, військової техніки та матеріально-технічних засобів літаками транспортної авіації під час участі в операціях під проводом НАТО, у складі Сил реагування НАТО, бойових тактичних груп Європейського Союзу тощо.

У сучасних умовах базові вимоги здебільшого забезпечуються за рахунок можливостей військово-транспортних літаків типу Іл-76, Ан-26 та їх модифікацій.

Транспортна авіація Повітряних Сил Збройних Сил України залишається однією зі складових системи розгортання військ (сил) та їх забезпечення під час виконання бойових завдань. Проте значна частина літаків, що перебувають на озброєнні, створювалася у 70–80-х роках ХХ століття.

Зокрема, найпоширенішими є Ил-76 та Ан-26, які мають значні моральні та фізичні обмеження у застосуванні, пов'язані із недосконалістю бортового обладнання. Це безпосередньо впливає на ефективність бойового застосування, безпеку польотів та інтеграцію у сучасний інформаційний простір ведення операцій (бойових дій).

Розглянемо недоліки комплексів бортового обладнання, які характерні зазначеним літакам:

1. Пілотажно-навігаційні комплекси:

застарілі інерційні та радіонавігаційні системи не відповідають сучасним вимогам точності. Більшість літаків не обладнані інтегрованими інерціальними системами з корекцією від супутникових навігаційних систем;

відсутня автоматизація управління маршрутом: екіпаж вимушений працювати з паперовими картами та здійснювати наведення вручну, що збільшує навантаження на нього;

недостатня сумісність із сучасними системами управління повітряним рухом країн НАТО та ІСАО, що обмежує можливості міжнародних польотів.

2. Засоби зв'язку та інформаційного обміну:

використовуються аналогові радіостанції, які не забезпечують захищеного цифрового зв'язку;

застаріла система державного впізнання, яка не забезпечує сумісності із засобами протиповітряної оборони, що знаходяться на озброєнні;

відсутні системи передачі даних у реальному часі (Link-16, SATCOM), що унеможлиблює інтеграцію в сучасні мережоцентричні операції;

обмежена кількість каналів зв'язку та їх низька завадостійкість у складних умовах.

3. Системи управління польотом та пілотажно-навігаційні прилади:

електромеханічні та стрілочні індикатори перевантажують кабінку інформацією та ускладнюють роботу екіпажу;

відсутня концепція "скляної кабіни" (glass cockpit), що знижує ергономіку та ефективність управління;

недостатній рівень автоматизації: автопілот обмежений у функціях і не здатний до повністю автоматичного заходу на посадку.

4. Системи оборони та живучості:

багато літаків мають лише примітивні засоби захисту літака або теплові пастки, які не відповідають сучасним загрозам від засобів ППО та винищувальної авіації;

відсутність інтегрованих систем виявлення ракетного нападу (MAWS) та комплексів активного захисту літака;

недостатня бронезахищеність критичних вузлів та відсутність систем зниження інфрачервоного випромінювання.

5. Надійність і ресурс обладнання:

велика частина авіоніки морально застаріла, має фізичне зношення і вже не виробляється промисловістю, що створює проблеми з ремонтом і постачанням запчастин;

застарілі елементи не відповідають вимогам до енергоспоживання, ваги та габаритів, що обмежує можливості модернізації.

6. Загальні експлуатаційні проблеми:

висока чисельність екіпажу (5...7) осіб для Ил-76, 5 осіб для Ан-26) зумовлена низьким рівнем автоматизації;

недостатня інтеграція із сучасними системами планування та управління повітряними операціями; відсутність уніфікації та модульності обладнання ускладнює модернізацію і збільшує вартість експлуатації.

Так, основні недоліки комплексів бортового обладнання військово-транспортних літаків типу Ил-76 та Ан-26 можна охарактеризувати як:

моральне застаріння авіоніки;

обмеженість навігаційних і зв'язкових можливостей;

низький рівень автоматизації та ергономіки;

відсутність сучасних засобів захисту;

фізичне зношення, низька надійність і труднощі з ремонтом.

Ці проблеми визначають необхідність модернізації або створення нових літаків із сучасними комплексами управління, зв'язку, навігації та оборони, що відповідатимуть сучасним вимогам ХХІ століття.

Для усунення цих недоліків на сучасному етапі розвитку спроможностей ТрА пропонуються перспективні етапи впровадження заходів з модернізації (дообладнання) чи побудови нових сучасних військово-транспортних літаків [9].

Етап 1 – Негайні / низьковитратні заходи (6...12) місяців, які орієнтовані на обмежені ресурси й прагнення отримати максимум підвищення боєздатності за мінімальний час:

встановлення MAWS базового рівня, яка працює в ультрафіолетовому та/або інфрачервоному спектрах випромінювання та автономних блоків відстрілу теплових пасток;

оновлення радіостанцій на нові із захищеними режимами роботи, які сумісні з країнами-партнерами;

впровадження розгалуженої системи вбудованого об'єктивного контролю для критичних агрегатів і систем.

Етап 2 – Короткострокова модернізація (1...2) роки:

інтеграція GNSS/INS — гібридної навігаційної системи, яка об'єднує супутникову навігацію (GNSS) з інерціальною навігаційною системою

(INS) для досягнення точного та безперервного визначення положення, швидкості та орієнтації;

введення glass cockpit (пілотажно-навігаційні дисплеї) у військово-транспортні літаки;

встановлення бортових засобів захисту літака базового рівня;

перші кроки до інтеграції на борт мобільних терміналів супутникового зв'язку (SATCOM) та пакетної IP-мережі.

Етап 3 – Середньострокова модернізація (2...4) роки:

повна інтеграція бортових засобів захисту літака в бортовий комплекс оборони, який здатен реагувати на загрози в автоматичному режимі;

інтеграція з тактичними мережами (Link-16), розгортання супутникового широкопasmового зв'язку;

автопілот з розширеними функціями та автоматичними підходами.

Етап 4 – Довгострокова трансформація (4+) роки:

повна відмова від застарілих блоків, перехід на уніфіковані модулі з відкритою архітектурою;

розробка або закупівля нових типізованих комплексів оборони та інтеграція з автоматизованими системами управління;

можливий розвиток варіантів для заміни парку літаків з урахуванням нових вимог (висока інтеграція, зменшення екіпажу).

Для розрахунку коефіцієнта військово-технічного рівня (КВТР) військової авіаційної техніки, який є комплексним показником військово-технічного рівня зразка озброєння та військової техніки, використаємо відому методику, що засновується на математичному апараті кваліметричного оцінювання рівня якості складної технічної системи зі співвідношення визначальних показників технічної досконалості (ПТД) (тактико-технічних характеристик (ТТХ)) оцінюваного й базового (еталонного) літаків з урахуванням відносної важливості цих показників / характеристик [10, с. 3]:

$$K_{BTP} = \sum_{k=1}^M \sum_{ki=1}^{N_k} \delta_k \gamma_{ki} \frac{\bar{\chi}_{ki}}{\bar{\chi}_{ki}^{baz}}, \quad (1)$$

де δ_k – коефіцієнт вагомості k -ої функціональної підсистеми оцінюваного літака, такий, що

$$\sum_{k=1}^M \delta_k = 1;$$

γ_{ki} – коефіцієнт вагомості i -го ПТД (ТТХ) k -ої функціональної підсистеми оцінюваного літака, такий, що

$$\sum_{ki=1}^{N_k} \gamma_{ki} = 1;$$

M – кількість функціональних підсистем оцінюваного літака;

N_k – кількість визначальних ПТД (ТТХ) k -ої функціональної підсистеми оцінюваного літака;

$\bar{\chi}_{ki}, \bar{\chi}_{ki}^{baz}$ – приведені значення i -го ПТД (ТТХ) k -ої

функціональної підсистеми оцінюваного та базового літаків, відповідно, такі, що:

$$\bar{\chi}_{ki}(\bar{\chi}_{ki}^{baz}) = \begin{cases} X_{ki}(X_{ki}^{baz}), & \text{якщо збільшення } i\text{-го ПТД (ТТХ) } k\text{-ої функціональної підсистеми літака відповідає збільшенню його технічного рівня (якості);} \\ \frac{1}{X_{ki}} \left(\frac{1}{X_{ki}^{baz}} \right), & \text{якщо збільшення } i\text{-го ПТД (ТТХ) } k\text{-ої функціональної підсистеми літака відповідає зменшенню його технічного рівня (якості).} \end{cases}$$

X_{ki}, X_{ki}^{baz} – натуральні значення i -го ПТД (ТТХ) k -ої функціональної підсистеми оцінюваного та базового літаків, відповідно.

Розрахунки КВТР з урахуванням змін складу комплексу бортового обладнання військово-транспортного літака показав його приріст орієнтовно на 80 %, що значно підвищить можливості досягнення спроможностей Е-1.2.1, Е-1.2.3 та Е-1.2.5, які будуть виконуватися ТрА.

Висновки

Проведений аналіз показав, що значна частина військово-транспортних літаків, які перебувають на озброєнні Повітряних Сил Збройних Сил України, зокрема Іл-76 та Ан-26, мають суттєві обмеження застосування в сучасних операціях, недостатню ефективність засобів навігації, зв'язку та засобів захисту літаків. Моральне та фізичне старіння бортового обладнання проявляється в низькому рівні автоматизації, обмеженій сумісності з сучасними системами управління повітряним рухом і відсутності інтегрованих засобів протидії сучасним загрозам. Це безпосередньо впливає на живучість літаків у зоні бойових дій, ефективність виконання завдань та інтеграцію в мережоцентричні операції.

Основними напрямками розвитку комплексів бортового обладнання та озброєння військово-транспортних літаків слід вважати:

перехід до відкритої модульної архітектури авіоніки, що забезпечує уніфікацію, можливості модернізації та зниження вартості експлуатації;

інтеграцію сучасних аеронавігаційних систем (GNSS/INS, автоматизоване управління маршрутом, сумісність з міжнародними системами управління повітряним рухом);

розбудову захищених цифрових каналів зв'язку та систем передачі даних у реальному часі;

впровадження концепції “скляної кабіни” та підвищення автоматизації польотних режимів;

створення комплексної системи оборони літака з інтеграцією датчиків виявлення опромінення, пусків ракет, засобів РЕБ і засобів відстрілу хибних цілей;

застосування систем моніторингу технічного стану та прогнозного обслуговування.

Реалізація зазначених напрямів дасть змогу суттєво підвищити ефективність застосування ТрА, забезпечити її відповідність вимогам сучасних бойових дій та інтеграцію в єдине інформаційно-управлінське середовище.

Подальші наукові дослідження доцільно проводити за такими напрямками, як:

1. Моделювання архітектури авіоніки ТрА з урахуванням відкритих інтерфейсів і можливостей поетапної модернізації.

2. Оцінка ефективності інтегрованих комплексів оборони у різних сценаріях бойового застосування військово-транспортних літаків.

3. Розробка алгоритмів інтелектуальної підтримки екіпажу для зниження навантаження та мінімізації впливу людського фактору.

4. Дослідження перспектив використання штучного інтелекту та елементів автономізації у плануванні маршрутів і системах ухилення від загроз.

5. Аналіз можливостей інтеграції ТрА у національні та союзницькі мережоцентричні системи управління з урахуванням стандартів НАТО та ICAO.

6. Вивчення шляхів зниження помітності літаків ТрА у радіолокаційному та інфрачервоному діапазонах для підвищення їх живучості.

Такі дослідження створять науково-технічне підґрунтя для формування сучасних комплексів бортового обладнання військово-транспортних літаків, здатних ефективно виконувати завдання у військових операціях ХХІ століття.

Список літератури

1. Хрістов В.О., Чумаченко О.В. Дослідження щодо підвищення ефективності використання легкого транспортного літака Ан-26 у зоні проведення АТО та ООС: URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: <https://www.hups.mil.gov.ua/assets/doc/science/conference/15/10.pdf>.

2. Медведєв Г.А., Харитонов М.О., Самойленко О.В., Чепіженко В.І. Технічний обрис модернізації бортового обладнання військово-транспортного літака Іл-76МД для забезпечення польотів по міжнародних повітряних трасах // 36. наук. праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – Вип.10. – Київ: ДНДІА, 2007. – С. 118–123.

3. Airbus A400M Atlas URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://uk.wikipedia.org/wiki/Airbus_A400M_Atlas.

4. Lockheed C-130 Hercules URL. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://ru.wikipedia.org/wiki/Lockheed_C-130_Hercules.

5. Медведєв Г.А., Самойленко О.В. Бортові комплекси літальних апаратів п'ятого і шостого поколінь авіаційної техніки: тенденції сьогодення та перспективи майбутнього // 36. наук. праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – Вип.14. – Київ: ДНДІА, 2011. – С. 88–93.

6. Єдиний перелік (Каталог) спроможностей Міністерства оборони України, Збройних Сил України та інших складових сил оборони, затверджений Міністром оборони України 31.12.2021.

7. Стратегічний оборонний бюлетень України введений в дію Указом Президента України від 17.09.2021 № 473/2021 “Про рішення Ради національної безпеки і оборони України від 20 серпня 2021 року “Про Стратегічний оборонний бюлетень України”.

8. Наказ Міністерства оборони України від 22.12.2020 № 484 “Про затвердження Порядку організації та здійснення оборонного планування в Міністерстві оборони України, Збройних Силах України та інших складових сил оборони”. Зареєстрований у Міністерстві юстиції України 16.02.2021 за № 196/35818.

9. Технічне обличчя літака Ан-178-100Р дообладнаного бортовими системами та додатковим обладнанням для потреб Повітряних Сил Збройних Сил України, затверджене командувачем Повітряних Сил Збройних Сил України 06.07.2025.

10. Методика розрахунку коефіцієнта військово-технічного рівня тактичного бойового літака (затверджено заступником Міністра оборони України, реєстр. № 0694/з від 02.06.2016).

Надійшла до редколегії 07.10.2025

Схвалена до друку 10.11.2025

Відомості про авторів:

Самойленко Олексій Валерійович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3088-3268>

Камишев Дмитро Вікторович

магістр
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0003-0789-4759>

Маракулін Олександр Ювенальович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-3941-8557>

Information about the authors:

Oleksiy Samoylenko

Candidate of Technical Sciences
Senior Researcher
Head of Research Department
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3088-3268>

Dmytro Kamyshev

Master
Leading Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0003-0789-4759>

Oleksandr Marakulin

Senior Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-3941-8557>

**MAIN DIRECTIONS OF DEVELOPMENT OF ON-BOARD EQUIPMENT COMPLEXES
OF MILITARY TRANSPORT AIRCRAFT**

O. Samoylenko, D. Kamyshev, O. Marakulin

The capabilities of military transport aircraft, modern trends in the development of their on-board equipment complexes are analyzed as one of the priority areas for the modernization of transport aircraft. The role of modernized transport platforms in ensuring the operational and strategic transfer of units and cargo, evacuation of the wounded, landing of personnel and material and technical means in the conditions of modern combat operations and limited access to infrastructure is emphasized.

The article analyzes the capabilities of military transport aviation acquired by aviation units of various branches of the armed forces armed with these aircraft. The composition of the on-board equipment complex and auxiliary systems is analyzed using the example of a modern typical tactical/strategic military transport aircraft, elements that require improvement or replacement (navigation and communication systems, means of protection and electronic countermeasures) are highlighted. The main areas of modernization of military transport aircraft are considered to be the updating of radio-electronic equipment (communications and data transmission equipment), navigation and landing aids (integrated inertial systems with correction from satellites), as well as the installation of an on-board defense complex. The calculated coefficients of the military-technical level are given, taking into account changes in the composition of the on-board equipment complex of a military transport aircraft, the stages of modernization (re-equipment) of modern military transport aircraft for the needs of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine.

Keywords: military transport aviation, on-board equipment complex, military-technical level factor, avionics modernization, modular architecture, means of communication, electronic warfare, secure digital communication, aircraft survivability, NATO/ICAO compatibility, flight automation.