

В.Б. Єрко, А.М. Шатров, Ю.В. Ващенко

Державний науково-дослідний інститут авіації, Київ

АНАЛІЗ НАУКОВО-МЕТОДИЧНИХ ПІДХОДІВ ДО ВИБОРУ ВАРІАНТА БОРТОВОГО ОБЛАДНАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ АБО МОДЕРНІЗАЦІЇ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

У статті проведено аналіз науково-методичних підходів щодо обґрунтування складу бортового обладнання літальних апаратів військового призначення при їх розробленні або модернізації. Визначено, що бортове обладнання літальних апаратів, зокрема військового призначення, доцільно розглядати як складну технічну систему. Визначено, що використання методичного апарату вибору варіанта бортового обладнання в рамках традиційних підходів не є доцільним через принципові обмеження однокритерійних підходів і функціональність прикладних практично-орієнтованих методик. Це приводить до висновку, що існує невідповідність між практичною потребою в обґрунтованості прийняття рішень у виборі складу бортового обладнання при створенні (модернізації) літальних апаратів та обмеженими можливостями наявних методик.

Показано, що для ефективного розв'язання задачі вибору складу бортового обладнання при створенні (модернізації) літальних апаратів військового призначення доцільно об'єднувати методологію багатокритерійної оптимізації з перевагами системного підходу. Саме тому автори вважають, що вибір складу бортового обладнання для літальних апаратів військового призначення доцільно здійснювати шляхом об'єднання переваг як неструктурованого підходу, так і формального структурованого підходу.

Ключові слова: складні технічні системи, літальний апарат, бортове обладнання, багатокритерійний вибір, векторний критерій, системний підхід.

Вступ

Постановка проблеми. В умовах широкомасштабного вторгнення РФ одним з актуальних питань щодо підвищення бойового потенціалу авіації Збройних Сил України є забезпечення їх сучасними зразками літальних апаратів (ЛА). Відповідно це обумовлює необхідність вибору та обґрунтування складу бортового обладнання ЛА військового призначення в процесі їх створення або модернізації. У загальному випадку процес вибору варіанта бортового обладнання (БО) при створенні (модернізації) ЛА доцільно розглядати як складний об'єкт, що має всі ознаки об'єктів такого виду [1, с. 14...196; 2, с. 2...234; 3, с. 55...59].

По-перше, він не має адекватного математичного опису. Складність формалізації людського вибору в багатокритерійних ситуаціях не дає змогу розробити відповідну повну абстрактну модель процесу.

По-друге, наявність неповноти апріорної інформації визначає стохастичний характер процесу вибору.

По-третє, нестационарність вибору, тобто залежність результату від часу, значно ускладнює його дослідження.

Для сучасного цифрового БО кількість можливих варіантів складу сягає сотні та тисячі

варіантів. Це визначається правилами комбінаторної оцінки. Прийmemo, що n – кількість видів БО, яке визначено для заміни, а m – кількість можливих зразків обладнання для кожного виду. Тоді кількість можливих варіантів складу БО не буде перевищувати

$$C_n^m = n^m, \quad (1)$$

де C_n^m – кількість вибірок n елементів із множини m .

Якщо врахувати, що зразки обладнання можна по-різному розмістити на борту бойового ЛА (у різних місцях, що передбачені конструкцією ЛА для розміщення БО), то кількість можливих варіантів складу БО може бути не більшою, ніж

$$N \leq n^m \cdot n!$$

де $n!$ – кількість можливих перестановок у множині з m елементів.

Наведену нерівність використано у зв'язку з тим, що довільне розміщення складових систем БО, як правило, не є можливим з багатьох причин. Так, наприклад, для бойових ЛА радіолокаційне обладнання розміщується у передній частині фюзеляжу, а розвідувальне фотографічне обладнання — у нижній його частині. При цьому необхідно зауважити, що (1) не враховує

особливості інтеграції різних зразків БО (існування різних форматів, стандартів об'єднання), наявність різних можливих режимів роботи зразків обладнання.

Наявність факторіальної залежності від кількості видів БО для заміни значно впливає на кількість можливих варіантів для вибору. Так, для $n=5$ та $m=6$ кількість можливих варіантів для здійснення вибору може скласти не більше $N \leq 1875000$ варіантів. Для $n=10$ і $m=8$ ця кількість може вирости до 362388×10^{10} варіантів.

Під конкурентними зразками обладнання розуміються такі зразки, кожен з яких не має однозначної переваги за властивостями a_i перед іншими. Це означає, що в умовах конкуренції зразок обладнання з кращими тактико-технічними властивостями не завжди буде мати більшу вартість, а зразок з найкращими – буде дешевше. Саме тому для неконкурентних зразків $x_i x_j$ за їх характеристикам $a_i a_j$ неможливо сформулювати відношення переваг (домінування), наприклад, вигляду $x_i \succ x_j$ або $x_j \succ x_i$.

Розуміння того, що для певних умов процес вибору складу БО бойових ЛА слід розглядати як складний об'єкт дослідження, вказує на доцільність проведення подальших досліджень з позицій системного підходу.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Авторами проведено аналіз робіт і публікацій, присвячених проблемі вибору та обґрунтування складу БО ЛА військового призначення в процесі їх створення або модернізації.

У роботі [1, с. 6...24] для вибору складу БО розглянуто підхід на базі одного узагальненого критерію, а інші критерії вибору використовуються як обмеження.

Інші варіанти зведення вибору за декількома різними цільовими установками до вибору за одним узагальненим критерієм (вирішальним правилом) описано в [4, с. 8...52].

У роботі [5, с. 33...38] автори досліджують можливість зведення складної багатоцільової задачі вибору до спрощених варіантів оптимального вибору за одним "синтетичним" критерієм шляхом введення припущень, обмежень, поступок тощо.

До такого ж самого рівня системності вибору можна віднести і підхід, описаний в [6, с. 101...112]. Сутність даного підходу полягає у кількісному визначенні впливу окремих властивостей альтернатив (характеристик варіантів складу БО) на коефіцієнт військово-технічного рівня, який визначає технічну досконалість ЛА, рівень його бойової ефективності.

Методичною базою зазначеної спільної риси є прийняття припущення про можливість кількісного порівняння внеску часткових критеріїв у деякий узагальнений критерій. Відповідно до цього, приймається, що існує деяке кількісне співвідношення часткових цільових установок (часткових критеріїв) із заданими ваговими коефіцієнтами у формі згортки (адитивної, мультиплікативної, максимінної тощо), яке найкраще відповідає вимогам та інтересам особи, що здійснює вибір (ОЗВ).

Отже, розробка науково обґрунтованих пропозицій щодо використання науково-методичного апарату з вибору складу БО при створенні (модернізації) ЛА є **актуальним науково-технічним завданням**.

Метою статті є проведення аналізу науково-методичних підходів щодо вибору складу БО при створенні (модернізації) ЛА та визначення дієвих шляхів їх імплементації.

Виклад основного матеріалу

Як наочний приклад розглянемо процес модернізації БО ЛА військового призначення. Це обумовлено тим, що визначальні характеристики БО є певною мірою визначені й фіксовані. При цьому зазначимо, що в процесі створення нового ЛА область припустимих значень деяких характеристик є предметом компромісу.

У загальному випадку процес вибору варіанта БО для ЛА військового призначення при його модернізації доцільно розглядати як складний об'єкт, що обумовлює необхідність застосування системного підходу, основою якого буде виділення трьох основних рівнів системності та глибини розгляду процесу вибору. Структуру відповідного науково-методичного апарату наведено на рисунку 1.

На цьому рівні визначається понятійний апарат, основні, базові властивості та закономірності, виділяються якісні рекомендації. При цьому, як правило, застосовується метод прямого перебору та порівняння на основі визначення бінарного відношення переваг (домінування) у вигляді

$$\bar{x}_i \succ \bar{x}_j, \quad i \neq j, \quad i, j = 1 \dots N,$$

де $\bar{x}_i$ і $\bar{x}_j$ — вектори складу i -го та j -го варіантів відповідно, які належать N - елементній множині домінуючих варіантів $\Omega_{\bar{X}}$.

При цьому основними правилами формування цих відношень є:

окрема альтернатива не оцінюється, тобто функції критеріїв не використовуються;

для кожної пари альтернатив (x_i, x_j) можна встановити три варіанти: одна з них має перевагу

перед іншою, або вони рівноцінні, або нерівноцінні; формування відношення переваги серед будь-якої пари альтернатив не залежить від інших альтернатив.

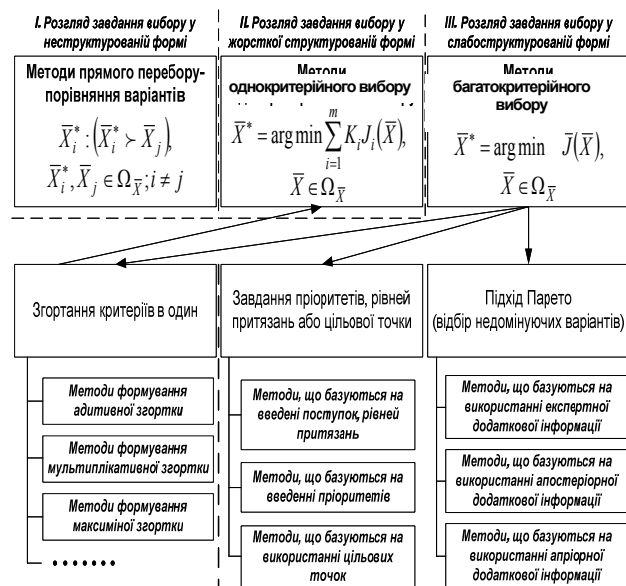


Рис.1 Структура наявних науково-методичних підходів до вибору

Джерело: розроблено авторами

Для відношення домінування справедливим є виконання умови: якщо $x_1 \succ x_2$ та $x_2 \succ x_3$, то $x_1 \succ x_3$.

Другий рівень підвищення системності розгляду питання вибору базується на використанні формальних моделей (рис. 1), сутність якого полягає у заміні реальної складної багатоцільової задачі вибору альтернативи складу БО відносно векторного критерію виду

$$J = [j_1(x), j_2(x), \dots, j_i(x), \dots, j_n(x)]^T \quad (2)$$

на задачу вибору за скалярним критерієм-згортокою виду

$$J = K_1 j_1(x) + K_2 j_2(x) + \dots + K_i j_i(x) + \dots + K_n j_n(x) \quad (3)$$

де $J_i(x)$ – часткові критерії, яким відповідають окремі цільові установки; $K_1, \dots, K_n$ – вагові коефіцієнти, що відображають рівень відносної важливості i -го часткового критерію серед інших критеріїв у згортці.

Методичною основою цього є прийняття припущення про можливість кількісного порівняння внеску часткових критеріїв у деякий узагальнений критерій. Головним методичним обмеженням застосування таких методів вибору є припущення про існування деякого кількісного співвідношення важливості часткових критеріїв у формі згортки, що відображає преференції замовника, робить результати такого вибору відносно умовними та

залежними від вагових коефіцієнтів K_i .

Існує декілька спеціальних методів задавання значень вагових коефіцієнтів $K_1, \dots, K_n$ але загальної методики їх формування не розроблено, що вкрай негативно впливає на можливість отримання обґрунтованого рішення при здійсненні вибору.

У зв'язку з цим автори вважають доцільним об'єднати переваги як неструктурованого підходу, так і формального структурованого підходу до процесу вибору (рис. 1). При цьому якісне покращення можливості вибору варіанту БО для ЛА безпосередньо пов'язано із впровадженням ідеології багатокритерійного вибору.

Сутність таких підходів полягає у розгляді альтернатив відносно вектору часткових критеріїв (2), а не скалярного критерію-згортки (3). Завдання полягає в одночасній мінімізації (або максимізації) всіх n критеріїв

$$\bar{Q}_{\bar{X}}^* : \bar{J}(x^*) = \text{extr } \bar{J}(x), x \in \Omega_x. \quad (4)$$

Такий підхід дає змогу реалізувати вибір при одночасному обліку багатьох цільових установок як для випадку значної множини варіантів для вибору, так і для випадку конкурентних варіантів (альтернатив) бортового обладнання.

Зазначимо, що у загальному випадку результуюча множина рішень $\bar{Q}_{\bar{X}}^*$ може мати

більше одного елемента, локальні екстремуми за окремими частковими критеріями можуть не бути рішенням головної багатокритеріальної задачі (4), що значно ускладнює процедуру вибору. На сьогодні розроблено декілька підходів до розв'язання такої задачі.

По-перше, введення додаткового критерію $\bar{J}_{n+1}(\bar{X})$ дасть змогу зменшити множину $\bar{Q}_{\bar{X}}^*$ (в ідеалі до одного елемента) та достатньо повно відобразити систему переваг ОЗВ.

По-друге, зведення задачі (4) до відомої задачі вибору відносно сформованого одного критерію-згортки (3), є визначенням того, що обрані коефіцієнти відповідають системі переваг ОЗВ.

По-третє, визначення та введення пріоритетності, рівнів поступок для часткових критеріїв і заведення задачі (4) до (3). Припущенням даних методів є визначення еталонної точки та її повної відповідності обраної системі переваг ОЗВ.

Усі ці підходи мають принциповий недолік при розв'язанні задачі (4) — введення припущень, що у загальному випадку не гарантує результату, який буде повністю відповідати вхідній задачі.

Труднощі розв'язання задач багатокритеріального вибору носять не обчислювальний, а концептуальний характер (йдеться не про те, як відшукати рішення, а про те,

що треба під ним розуміти). При цьому змістовна сутність завдання вибору складу (побудови) оптимальної (у деякому заздалегідь обумовленому змісті) технічної системи полягає у виборі значень параметрів, за якими система виявляє свої найкращі якості [11, с. 62...64; 12, с. 637...644; 13, с. 44...48].

Параметри $\bar{a} = \{a_i\}_{i=1}^N$, від яких залежать властивості БО, є аргументами оптимізаційної функції, заданими в області допустимих рішень Ω_D (рис. 2). Кожна з цих властивостей описується деяким показником якості a_i , $i = \overline{1, N}$ (критерієм), кількісне значення якого характеризує якість БО відносно даної властивості. Тоді математичною моделлю системи є векторна цільова функція $f(\bar{a}) = \{f_i(a)\}_{i=1}^N$, яка зв'язує критерії якості з аргументами. Отже, рішенням задачі є знаходження такого сполучення значень аргументів з допустимої області Ω_D , при якому цільова функція $f(\bar{a})$ здобуде екстремальне значення. Повна сукупність таких складів модернізації БО становить множину Ω_D .

Варіанти складу БО, що задовольняють також і обмеженням на показники якості $\bar{a}_j$, є суворо допустимими та складають множину Ω_{CD} . З усіх допустимих (суворо допустимих) складів існує така, що має найкращі (у заздалегідь обумовленому змісті) значення показників якості та є ефективними $\tilde{\Omega}_{\bar{X}}$. Область Ω_D (Ω_{CD}) для задачі вибору варіанта БО для ЛА є замкнутою дискретною множиною можливих варіантів складу БО (рис. 2).

Отже, розв'язання задачі (3), по суті, полягає у виділенні з множини допустимих Ω_D (суворо допустимих Ω_{CD}) таких варіантів складу БО, що задовольняють сукупності вихідних даних і мають при цьому найкращі значення вектора показників якості $\bar{a}_j$.

Варіанти складу БО, що відшукано за кожним критерієм вектора показників якості окремо, як правило, не збігаються, тому виникає завдання вибору такого рішення, при якому кожен з критеріїв прийме краще значення, але ж не на шкоду якості інших критеріїв. При цьому для розв'язання задачі необхідним є порівняння варіантів за вектором показників якості $\bar{a}_j$.

Із множини Ω_D можна виділити деяку множину, коли при порівнянні варіантів складів БО в заздалегідь обумовленому змісті є відсутній програш по жодному з показників якості $\bar{a}_j$. Варіанти БО, що задовольняють таким вимогам,

утворюють множину $\tilde{\Omega}_{\bar{X}}$ та є ефективними (оптимальними за Парето, Парето-оптимальні, компромісно-оптимальні) [10, с. 124...284].

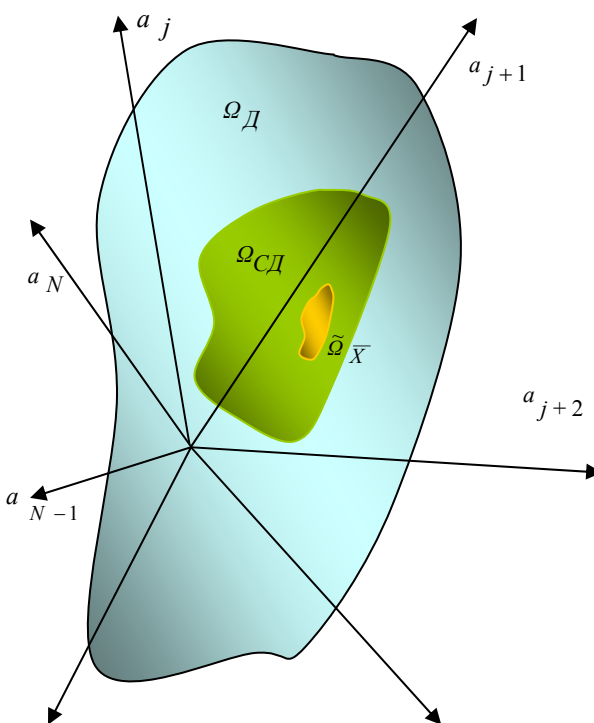


Рис. 2. Області рішень, які визначають при векторній оптимізації:

Ω_D — область допустимих рішень; Ω_{CD} — область суворо допустимих рішень; $\tilde{\Omega}_{\bar{X}}$ — область ефективних рішень (множина Парето)
Джерело: [10, с. 74]

Завершальним етапом розв'язання багатокритерійної задачі є визначення області ефективних (Парето-оптимальних) варіантів складу БО, яка є багатомірною фігурою (гіперпаралелепіпедом), методи формування якого добре відомі [4, с. 75...91; 5, с. 192...242; 10, с. 124...284]. Дотепер у науковій літературі значна увага приділяється або опису окремих складових БО ЛА з позицій системного підходу, або розробці та обґрунтуванню відповідних методів оптимізації. Для складних систем на перший план виходить завдання опису, при цьому оптимізація значною мірою покладається на інтуїцію дослідника.

Отже, для ефективного розв'язання задачі вибору результуючого складу БО при створенні (модернізації) ЛА необхідно об'єднати досягнуті результати в області багатокритерійної оптимізації з перевагами системного підходу. Використання саме такого науково-методичного апарату розглянуто в [13, с. 44...48; 14, с. 49...55; 15, с. 403...415].

Висновки

Подальший розвиток методичного апарату вибору варіанта БО в рамках традиційних підходів не є доцільним через принципові обмеження однокритерійних підходів та функціональність прикладних практично-орієнтованих методик. Це дає змогу зробити висновок, що існує невідповідність між практичною потребою у підвищенні обґрунтованості прийняття рішень при виборі складу БО при створенні (модернізації) ЛА та обмеженими можливостями існуючих методик за таким вибором.

З метою ефективного розв'язання задачі вибору складу БО при створенні (модернізації) ЛА доцільно об'єднувати методологію

багатокритерійної оптимізації з перевагами системного підходу. Саме тому розгляд задачі вибору складу БО для ЛА як слабоструктурованої задачі, що об'єднують переваги як неструктурованого підходу, так і формального структурованого підходу до процесу вибору є доцільним.

На думку авторів, **напрямом подальших досліджень** є розроблення методичного апарату, який буде враховувати як формальні кількісні, так і неформальні суб'єктивні залежності та чинники, що визначаються повним спектром цільових установок, які замовник пред'являє до бажаного варіанта складу БО ЛА військового призначення при його модернізації або створенні.

Список літератури

1. Воронин А.Н. Многокритериальные решения: модели и методы / А.Н. Воронин, Ю.К. Зиятдинов, М.В. Ку克林ский. – К.: НАУ, 2011. – 348 с.
2. Ковтуненко А.П., Зубарев В.В. Основы анализа сложных технических систем. Теория и приложения: Монография. – К: СПД Богданов В.О., 2009. – 496 с.
3. Кононов О.А., Єрко В.Б. Особливості застосування методик багатокритеріального вибору варіантів модернізації бортового обладнання літальних апаратів військового призначення. // 36. наук. праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – Київ: ДНДІА, 2017. – № 13(20). – С. 55–59.
4. Сложные технические и эргатические системы: методы исследования / [А.Н. Воронин, Ю.К. Зиятдинов, А.В. Харченко, В.В. Осташевский.] – Харьков: Факт, 1997. – 240 с.
5. Векторная оптимизация динамических систем / [А.Н. Воронин, Ю.К. Зиятдинов, А.И. Козлов, В.С. Чабанюк.] – К.: Техніка, 1999. – 281 с.
6. Мавренков О.Є., Матвійчик С.В. Методика оцінювання відносної важливості критеріїв (коефіцієнтів вагомості) тактико-технічних характеристик багатофункціональних безпілотних авіаційних комплексів // 36. наук. праць Державного науково-дослідного інституту авіації. – Київ: ДНДІА, 2024. – № 13(20). – С. 101 – 112. doi: 10.54858/dndia/2024-20-12.
7. Nakayama, Hirotaka; Yun, Yeboon; Yoon, Min. Sequential Approximate Multiobjective Optimization Using Computational Intelligence (Vector Optimization) (англ.). – Springer. – ISBN 978-3-540-88909-0, P. 2-12
8. Steuer, R.E. Multiple Criteria Optimization: Theory, Computations, and Application (англ.). – New York: John Wiley & Sons, Inc, 1986. – ISBN 047188846X, P.4-23, 5-10
9. M. Ehrgott, X. Gandibleux. Approximative Solution Methods for Multiobjective Combinatorial Optimization (англ.) // TOP : journal. – Sociedad de Estadística e Investigación Operativa, 2004. – Vol. 12, no. 1.
10. Большие технические системы: проектирование и управление/ [Л.М. Артюшин, Ю.К. Зиятдинов, И.А. Попов, А.В. Харченко / под ред. И.А. Попова.] – Харьков: Факт, 1997. – 400 с.
11. Daniel R. Moody. Modernizing Automatic Test Systems for Force 2025 and Beyond. Army Sustainment, March/April 2016. P. 62–64.
12. Oleksiy Kononov, Viktor Yerko, Andrii Shatrov, Mihaylo Shishanov. Analysis of the scientific and methodological apparatus for selecting the option of onboard equipment for military aircraft. *Scientific Collection "InterConf+"*, 31(147), 637–644. Brighton, Great Britain. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.03.2023.067>.
13. Науменко М.В. Методичний підхід до оцінювання доцільності проведення модернізації зразків озброєння і військової техніки // 36. наук. праць Харківського університету Повітряних Сил. 2014. № 2(39). – С. 44–8.
14. Єрко В.Б., Шатров А.М., Шишанов М.О., Веретнов А.О., Половенко В.М. Обґрунтування вибору схематичних рішень при розробці варіантів модернізації варіантів бортового обладнання літальних апаратів військового призначення // Науково-технічний журнал "Озброєння та військова техніка" – К.: ЦНДІ ОБТ ЗС України, 2023. – Вип. 3(39) – С. 49–55.
15. Шостак В., Єрко В., Крижанівський Є., Любарець А., Пергончук В. Determining The Expediency Of Modernizing Technical Systems Based On An Evolutionary Approach. Тези доповідей та виступів на сьомій Міжнародній науково-практичній конференції "International Scientific Discussion: Problems, Tasks and Prospects" (October 19-20, 2023, Brighton, United Kingdom) № 38(175) (19–20 жовтня 2023 року в м. Брайтон, Великобританія). С. 403–415. <https://doi.org/10.51582/interconf.19-20.10.2023.036>.

Надійшла до редколегії 07.10.2025

Схвалена до друку 15.11.2025

Відомості про авторів:

Єрко Віктор Борисович

кандидат технічних наук
старший дослідник
начальник науково-дослідного відділу
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-5150-5303>

Шатров Андрій Миколайович

кандидат технічних наук
старший науковий співробітник
провідний науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<http://orcid.org/0000-0002-3070-7483>

Ващенко Юрій Володимирович

старший науковий співробітник
Державного науково-дослідного інституту авіації,
Київ, Україна
<http://orcid.org/0002-0002-0261-0606>

Information about authors:

Victor Yerko

Candidate of Technical Science
Senior Researcher
Head of Research Department
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-5150-5303>

Andrii Shatrov

Candidate of Technical Science
Senior Researcher
Leading Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<http://orcid.org/0000-0002-3070-7483>

Yurii Vashchenko

Senior Researcher
of State Research Institute of Aviation,
Kyiv, Ukraine
<http://orcid.org/0002-0002-0261-0606>

**ANALYSIS OF THE SCIENTIFIC AND METHODOLOGICAL APPROACHES FOR SELECTING THE
OPTION OF ON-BOARD EQUIPMENT DURING THE DEVELOPMENT OR MODERNIZATION
OF MILITARY AIRCRAFT**

V. Yerko, A. Shatrov, Y. Vashchenko

The article analyzes the scientific and methodological approaches to justifying the composition of on-board equipment of service aircraft during their development or modernization. It is determined that the on-board equipment of aircraft, in particular military aircraft, should be considered as a complex technical system. It is determined that the use of the methodological apparatus for selecting the option of on-board equipment within the framework of traditional approaches is not appropriate due to the fundamental limitations of single-criteria approaches and the functionality of applied practically-oriented methods. This leads to the conclusion that the discrepancy between the practical need for the validity of decision-making when choosing the suitability of on-board equipment during the creation (modernization) of aircraft and the limited capabilities of the available methods.

It is shown that for effective solution of tasks of selection of appropriate on-board equipment at creation (modernization) of aircraft it is necessary to combine methodology of multi-criteria optimization with advantages of system approach. That is why authors consider that selection of on-board equipment composition for military aircraft is expedient to provide by combining advantages of both unstructured approach, and formally structured approach.

Further development of the methodological apparatus for selecting on-board equipment options within the framework of traditional approaches is not advisable due to the fundamental limitations of single-criterion approaches and the functionality of applied practice-oriented methods. This leads to the conclusion that there is a discrepancy between the practical need to improve the soundness of decision-making when selecting the composition of on-board equipment during the creation (modernization) of an aircraft and the limited capabilities of existing methods for such selection.

In order to effectively solve the problem of selecting the composition of on-board equipment when creating (modernizing) an aircraft, it is advisable to combine the methodology of multi-criteria optimization with the advantages of a systematic approach. That is why it is advisable to consider the task of selecting the composition of on-board equipment for an aircraft as a weakly structured task that combines the advantages of both an unstructured approach and a formal structured approach to the selection process.

According to the authors, the direction of further research is the development of a methodological apparatus that will take into account both formal quantitative and informal subjective dependencies and factors, considering the full range of target settings that the customer imposes on the desired option for the composition of on-board equipment for military aircraft.

Keywords: complex technical systems, aircraft, on-board equipment, multi-criteria selection, vector criterion, system approach.