

Методика оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України

Олексій Леонтєв^{1 А}; Марина Науменко^{2 А}

^А Харківський національний університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, вул. Сумська 77/79, м. Харків, 61023

Received: April 19, 2021 | Revised: May 17, 2021 | Accepted: June 30, 2021

JEL Classification: H56, H57.

DOI: 10.33445/sds.2021.11.3.1

Анотація

В статті представлена методика оцінювання основних бойових та воєнно-економічних показників типів багатоцільових тактичних літаків, які можуть складати множину альтернативних варіантів для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України. Методика ґрунтується на системному врахуванні взаємозв'язку показників якості багатоцільових літаків тактичної авіації, фінансових показників ціни при закупівлі альтернативних типів тактичних літаків та прогнозних оцінок щодо фінансових витрат на стадії їх експлуатації. Особливістю методики, що пропонується, є можливість оперувати із кількісними оцінками вказаних показників. За показники якості пропонується прийняти коефіцієнти бойових потенціалів альтернативних типів тактичних літаків у виконанні ними завдань щодо протидії повітряному противнику та при виконанні завдань знищення наземних цілей. Оцінювання значень названих коефіцієнтів пропонується здійснювати за допомогою кваліметричних моделей винищувальних та ударних властивостей багатоцільового тактичного винищувача, що являють собою функціональні залежності цих показників від значень тактико-технічних характеристик літака.

Пропонується оцінювати ціну на один літак в можливих контрактах на закупівлю, за допомогою використання математичної моделі вартості одного багатоцільового тактичного літака, що розроблюється та виробляється серійно для власних потреб збройних сил країни-виробника, представленою у вигляді функціональної залежності цієї ціни від значень коефіцієнтів бойових потенціалів літака. Після цього ціна на літаки, що закуповуються за імпортом, коригується із врахуванням експортних нарахувань, що визначаються за статистикою.

Оцінювання фінансових витрат на експлуатацію та всебічне забезпечення використання потенційно можливих для закупівлі тактичних літаків та відповідної інфраструктури пропонується проводити, спираючись на поняття типового життєвого циклу бойової авіаційної техніки та типового розподілу його вартості по основних стадіях та етапах, які являють собою основний інструмент щодо отримання прогнозних значень вартості етапів життєвого циклу зразків бойової авіаційної техніки.

Ключові слова: планування, науково-методичний апарат, життєвий цикл, озброєння.

Постановка проблеми

В умовах сьогодення, із врахуванням розвитку авіації Повітряних Сил (ПС) неминучого вичерпання термінів експлуатації Збройних Сил (ЗС) України визначено бойової авіаційної техніки пріоритетом переоснащення тактичної авіації на нові

¹ д.т.н., проф., головний науковий співробітник, e-mail: alexey1008_2009@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4003-7759

² Corresponding author: к.т.н, с.н.с., докторант, e-mail: mv.naumenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1216-9263

багатоцільові винищувачі [1]. Нажаль оборонна промисловість України спроможна забезпечити реальні потреби ЗС України з усієї номенклатури озброєння та військової техніки (ОВТ), за експертними оцінками, тільки на рівні до 3–10% [2–3]. Виробництво літаків тактичної авіації не входить у ці відсотки. Тому, єдиним реальним шляхом набуття спроможностей у виконанні визначених бойових завдань тактичною авіацією у відповідності до можливих сценаріїв застосування Повітряних Сил Збройних Сил України є проведення у найкоротші терміни у відповідності до норм міжнародного економічно-правового законодавства та об'єктивних умов світового ринку озброєння відповідних тендерних процедур та укладання контрактів на закупівлю багатоцільових літаків тактичної авіації.

Цілком очевидно, що незважаючи на достатньо обмежений перелік альтернативних типів літаків тактичної авіації, що можуть розглядатися як варіанти для закупівлі в інтересах ПС ЗС України, має бути проведені ретельні дослідження щодо оцінювання можливих пропозицій країн-експортерів бойової авіаційної техніки. Таке оцінювання має встановити ступінь задоволення потреби набуття відповідних спроможностей угрупованнями тактичної авіації ПС ЗС України у визначені плануючими

документами строки у відповідності до обсягів фінансового ресурсу щодо можливої закупівлі тактичних літаків. Крім того, має бути проведено оцінювання фінансових показників забезпечення закупленої бойової авіаційної техніки відповідними авіаційними засобами ураження, організації та здійснення інженерно-авіаційного забезпечення та утримання відповідної інфраструктури на всьому періоді їх експлуатації.

У відповідності до сформованої системи критеріїв оцінювання раціональної програми розвитку системи ОВТ тактичної авіації ПС ЗС України [4–7] системне оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних винищувачів, в першу чергу, має привести до отримання кількісних оцінок щодо придатності альтернативних тактичних літаків для виконання визначених бойових завдань у відповідності до ймовірних сценаріїв застосування ПС ЗС України, а також фінансових показників щодо закупівлі альтернативних типів багатоцільових літаків та їх експлуатації на визначеній глибині планування. Актуальність вирішення цього, майже термінового, практичного питання вимагає розроблення відповідного науково-методичного апарату щодо оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Планування розвитку системи ОВТ, зокрема, тактичної авіації, шляхом імпортування бойової авіаційної техніки для Збройних Сил України є відносно новим етапом розвитку системи оборонного планування. Насьогодні науково-методичний апарат, який має бути підґрунтям формування довгострокових програм і планів розвитку системи ОВТ тактичної авіації ПС ЗС України у повній мірі не відповідає сучасним вимогам. Проте, розробці методичного апарату обґрунтування перспективного обрисів системи ОВТ збройних сил, їх видів та родів військ, в останні часи приділяється

підвищена увага. Відома низка публікацій, в яких розглядаються різні методичні підходи, наприклад [2, 8–14], але ряд проблемних питань залишається поза увагою. Незважаючи на представлені у 2020 році офіційні погляди Командування Повітряних Сил ЗС України, щодо розвитку системи ОВТ тактичної авіації, які відображені у Візії [1], проблемні аспекти всебічного оцінювання типів багатоцільових тактичних літаків, які можуть розглядатися як альтернативні для закупівлі в інтересах ПС ЗС України з науково-методичної точки зору потребують найскорішого вирішення.

Постановка завдання

Відповідно до цього, метою статті є розробка методики оцінювання альтернативних типів багатоцільових

тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.

Виклад основного матеріалу

З метою забезпечення нарощування бойового потенціалу підрозділів тактичної авіації для виконання завдань за всіма сценаріями застосування тактичної авіації Повітряних Сил ЗС України доцільно спрямувати зусилля на закупівлю, в першу чергу, літаків того типу, який має можливість надати найбільший темп росту бойового потенціалу авіаційних частин і підрозділів [4–6]. Додатковим обмеженням щодо закупівлі необхідної кількості літаків визначеного пріоритетного типу може стати об'єктивна ситуація на світовому ринку військової авіаційної техніки [15].

Первинне оцінювання альтернативних типів літаків тактичної авіації, що можуть бути розглянуті як варіанти для оновлення парку тактичної авіації ПС ЗС України, має ґрунтуватися, в першу чергу, на оцінюванні їх пристосованості до виконання бойових завдань за можливими сценаріями застосування Повітряних Сил Збройних Сил України. Оскільки, нарратив – “пристосованість до виконання бойових завдань” належить до якісної площини тлумачення, що може дати неоднозначну відповідь при порівнянні альтернативних типів тактичних літаків, які розглядаються для закупівлі в інтересах ПС ЗС України, актуальним є формування кількісних оцінок пристосованості літаків тактичної авіації щодо виконання бойових завдань, визначених, в тому числі, в Єдиному переліку (каталозі) спроможностей Міністерства оборони України, Збройних Сил України та інших складових сил оборони [16].

Одним із варіантів отримання кількісних оцінок може бути застосування кваліметричних моделей. Таке оцінювання може бути проведене шляхом застосування кваліметричних моделей, які, наприклад, розглядаються [17] та дозволяють отримати

значення коефіцієнтів бойового потенціалу літаків тактичної авіації у виконанні ними бойових завдань у знищенні повітряних цілей та при ураженні наземних цілей. Ці кваліметричні моделі ґрунтуються на встановленні функціонального зв'язку між визначальними групами тактико-технічних характеристик багатоцільових тактичних літаків та їх коефіцієнтами бойових потенціалів. Переліки визначальних груп тактико-технічних характеристик літаків відрізняються в залежності від того, оцінюється придатність літака бути застосованим у виконанні завдань знищення повітряних цілей, або у виконанні завдань ураження наземних цілей.

Для розробки кваліметричних моделей бойових властивостей літаків тактичної авіації при виконанні ними завдань знищення противника у повітрі та завдань з ураження наземних цілей, як залежностей узагальнених показників цих властивостей (відповідно, коефіцієнту бойового потенціалу літака тактичної авіації у знищенні повітряних цілей та коефіцієнту бойового потенціалу літака тактичної авіації при ураженні наземних цілей) від обраних факторів – тактико-технічних характеристик, може бути взята за основу методика, запропонована в [17] та розвинута в роботах [18–20]. Така методика заснована на комбінованому використанні методів декомпозиції, експертного оцінювання і детермінованого факторного аналізу, та добре себе зарекомендувала для побудови кваліметричних моделей зразків ОВТ різних видів, зокрема – ударних авіаційних та зенітних ракетних комплексів.

Початковим етапом у методичному підході до оцінювання бойових спроможностей альтернативних типів літаків тактичної авіації є аналіз сукупності бойових

завдань, до вирішення яких планується залучати організаційно-штатні формування, які у майбутньому отримуватимуть на озброєння такі літаки.

Наступним кроком є проведення декомпозиції бойових властивостей літаків тактичної авіації з метою побудови "дерева властивостей", тобто визначення груп властивостей, які є визначальними окремо для розгляду пристосованості літаків до виконання бойових завдань у знищенні повітряних цілей та окремо при ураженні наземних цілей, після чого проводиться експертне оцінювання питомих внесків часткових показників кожної групи в узагальнений показник.

На наступному етапі проводиться обґрунтування факторного простору в межах кожної з побудованих груп властивостей для формування їх кваліметричних моделей та генерація альтернативних форм моделі.

В подальшому здійснюється обробка наявного статистичного матеріалу методом групового урахування аргументів для кожної з виділених груп властивостей та на основі цього – побудова кваліметричної моделі кожної з властивостей. Після чого, з урахуванням вагових внесків часткових показників груп властивостей в єдину залежність коефіцієнту бойового потенціалу від визначеної сукупності факторів будуються кваліметричні моделі відповідно до бойових властивостей альтернативних типів літаків тактичної авіації, яких треба оцінити, наприклад, у знищенні повітряних цілей та в ураженні наземних цілей.

У загальному випадку кваліметричні моделі бойових властивостей літаків тактичної авіації можуть бути представлені, наприклад, у адитивній повній квадратичній формі:

$$K_{\text{бп}}^{\text{пов}} = a_0 + \sum_{k=1}^{M_{\text{пов}}} a_k \text{ТТХ}_k + \sum_{l=1}^{M_{\text{пов}}} \sum_{k=1}^{M_{\text{пов}}} a_{km} \text{ТТХ}_k \text{ТТХ}_l + \sum_{k=1}^{M_{\text{пов}}} a_k^* \text{ТТХ}_k^2 + \dots; \quad (1)$$

$$K_{\text{бп}}^{\text{наз}} = b_0 + \sum_{k=1}^{M_{\text{наз}}} b_k \text{ТТХ}_k + \sum_{l=1}^{M_{\text{наз}}} \sum_{k=1}^{M_{\text{наз}}} b_{kl} \text{ТТХ}_k \text{ТТХ}_l + \sum_{k=1}^{M_{\text{наз}}} b_k^* \text{ТТХ}_k^2 + \dots, \quad (2)$$

де $K_{\text{бп}}^{\text{пов}}$ – коефіцієнт бойового потенціалу багатоцільового тактичного винищувача у виконанні ним винищувальних задач;

$K_{\text{бп}}^{\text{наз}}$ – коефіцієнт бойового потенціалу багатоцільового тактичного винищувача j -го типу у виконанні ним ударних задач;

ТТХ_k – значення визначальної k -ої ТТХ багатоцільового тактичного винищувача;

a_0, b_0 – невідомі вільні члени;

$M_{\text{пов}}, M_{\text{наз}}$ – кількість факторів – ТТХ, які є визначальними в окремих моделях груп властивостей – для моделей по знищенню повітряних та наземних цілей, відповідно;

$a_k, a_{km}, b_k, b_{kl}, a_k^*, b_k^*$ – невідомі коефіцієнти при відповідних факторах та їх добутках, які визначатимуться за методом найменших квадратів.

Таким чином, розроблені за наведеним методичним підходом кваліметричні моделі відповідно бойових властивостей альтернативних типів літаків тактичної авіації у знищенні повітряних цілей та бойових

властивостей альтернативних типів літаків тактичної авіації при ураженні наземних цілей дозволяють використовувати отриману функціональну залежність між коефіцієнтами бойових потенціалів літаків тактичної авіації та показниками їх тактико-технічних характеристик для проведення кількісного оцінювання їх пристосованості до виконання бойових завдань у знищенні повітряних цілей та ураженні наземних цілей.

Наявність кількісної оцінки бойових спроможностей альтернативних типів літаків тактичної авіації надає можливості проведення досліджень щодо оцінювання необхідної кількості літаків окремого типу для виконання визначених бойових завдань за всіма сценаріями застосування ПС ЗС України. Це з одного боку, є складовою критеріїв оцінювання раціональної програми розвитку системи озброєння тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України [4–7], а з іншого – підґрунтям для проведення

оцінювання фінансових показників ймовірної закупівлі та експлуатації альтернативних типів літаків тактичної авіації.

Кількісне оцінювання бойових спроможностей альтернативних типів літаків тактичної авіації, які можуть розглядатися для закупівлі в інтересах ПС ЗС України є, безумовно, надважливим необхідним елементом досліджень, але для формування раціональної програми розвитку системи ОВТ тактичної авіації ПС – недостатнім. Відповідно до сформованих критеріїв оцінювання раціональності програм розвитку системи ОВТ тактичної авіації ПС ЗС України мають розглядатися фінансові показники бойової авіаційної техніки, що потенційно може бути закупленою, а саме – ціна багатоцільових літаків на світовому ринку озброєння, а також прогнози оцінки щодо вартості життєвого циклу парків альтернативних типів нових багатоцільових літаків, як основних носіїв бойових спроможностей тактичної авіації [21, 22, 23].

При оцінюванні однієї із складових фінансової компоненти альтернативних типів літаків тактичної авіації, а саме – ціни представлених на світовому ринку озброєння тактичних літаків може скластися хибне уявлення, що контракти на закупівлю літаків одного й того ж типу мають фіксовану ціну одного серійного виробу літака. Світовий досвід закупівлі бойової авіаційної техніки свідчить про достатньо широкий діапазон цін укладених контрактів на закупівлю однотипних літаків, що обумовлено особливістю світового ринку озброєння, в умовах якого відсутнє “копіювання” умов контрактів для різних імпортерів [24–35].

Тому для формування програм та планів

$$C_{1j} = 73,2 + 76,38 \cdot \ln(K_{\text{бп}}^{\text{пов}}) + 15,28 \cdot \ln(K_{\text{бп}}^{\text{наз}}) \pm 4,2, \quad (3)$$

де C_{1j} – ціна на світовому ринку озброєння багатоцільового літака тактичної авіації j -го типу, що виробляється серійно, в цінах дол. США за курсом 2014 фінансового року;

$K_{\text{бп}}^{\text{пов}}$, $K_{\text{бп}}^{\text{наз}}$ – коефіцієнти бойового потенціалу літака j -го типу, визначені в літаках-еталонах типу F-16E.

Представлена математична модель вартості серійного тактичного літака з

розвитку системи ОВТ тактичної авіації ПС ЗС України, які можуть бути реалізованими із системним урахуванням прояву сукупності впливових факторів, необхідно мати можливість отримувати попередні оцінки вартості серійних зразків, в тому числі, перспективних типів багатоцільових тактичних винищувачів на світовому ринку озброєнь.

Одним із варіантів оцінювання відповідності анонсованої країною-експортером ціни літаків тактичної авіації їх бойовим властивостям, може бути застосування математичної моделі, представленої у вигляді формалізованої залежності вартості серійного зразка багатоцільового тактичного винищувача від рівня його бойових властивостей, що проявляються при виконанні ним завдань знищення противника у повітрі та завдань ураження наземних цілей [21]. Така залежність, у загальному вигляді, є відображенням у вартості бойової авіаційної техніки ступеню реалізації при її створенні новітніх наукових, технічних, технологічних розробок, що є свідченням рівня розвитку військового авіабудування в той або іншій країні.

Таким чином, другою важливою компонентною оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації є ціна на світовому ринку озброєння багатоцільових літаків тактичної авіації. Математична модель, яка, наприклад, може бути застосованою для оцінювання ціни тактичних літаків на світовому ринку озброєння має вигляд [21]:

достатнім ступенем точності та адекватності відображає залежність ціни сучасних та

перспективних багатоцільових винищувачів на світовому ринку озброєнь від узагальнених показників їх якості. Також має місце вірне відображення такою моделлю відомих тенденцій зміни вартості серійного тактичного літака при зміні значень показників його коефіцієнтів бойового потенціалу при виконанні завдань знищення противника у повітрі та завдань ураження наземних цілей. Тому модель (3) може бути застосованою на практиці в ході оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України.

Наступною фінансовою компонентною оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України, яка, як свідчить світовий досвід укладання міждержавних угод щодо закупівлі бойової авіаційної техніки, може мати вирішальне значення щодо прийняття рішення про укладання контрактів на закупівлю певної кількості того або іншого типу тактичних літаків – це вартість витрат на експлуатацію імпортованих літаків тактичної авіації, створення запасів авіаційних засобів ураження, всебічне забезпечення та утримання відповідної інфраструктури. За результатами аналізу тенденцій, що склалися на світовому ринку озброєння, зокрема у секторі бойової авіаційної техніки, встановлено, що витрати на закупівлю систем озброєння та військової техніки в кілька разів нижче, ніж витрати на подальшу їх експлуатацію та технічне супроводження. Особливо це актуально для високо технологічних систем ОВТ, строки експлуатації яких становлять 20-30 років [36-38].

Оцінювання фінансових витрат на експлуатацію та всебічне технічне супроводження потенційно можливих для закупівлі тактичних літаків та відповідної інфраструктури можливо проводити, спираючись на поняття типового життєвого циклу (ЖЦ) бойової авіаційної техніки та

типового розподілу його вартості по основних стадіях та етапах, які являють собою основний інструмент щодо отримання прогнозних значень вартості ЖЦ зразків бойової авіаційної техніки [17, 39-41].

При використанні методичного підходу до оцінювання фінансових витрат на стадії експлуатації бойової авіаційної техніки слід враховувати певні відмінності у типовому розподілі вартості життєвого циклу бойової авіаційної техніки у разі її імпортування [22, 23]. Так, на основі аналізу світового досвіду відсоток витрат на стадії експлуатації складає 72% від вартості літака на світовому ринку озброєння. Окрім цього, доцільним є врахувати результати останніх досліджень щодо збільшення щорічних експлуатаційних витрат на бойові літаки, які перетнули межу 15-ти річного терміну експлуатації [42, 43]. Доцільність цього, обґрунтовується оцінками Департаменту Військово-Повітряних Сил США та Коледжу оборонного менеджменту (Республіка Індія), відповідно до яких за кожні 10 років експлуатації після 15-ти річної експлуатації має місце майже дворазове збільшення витрат на експлуатацію одного імпортованого бойового літака. Відповідно до цього, вартість одного року експлуатації одного екземпляру літака тактичної авіації, термін експлуатації якого перевищив 15 років, щорічно збільшується на 3–7% [42, 43]. Врахування збільшення річної вартості експлуатації, яке відбиває відомий закон зміни інтенсивності відмов техніки з наближенням до призначених показників, особливо важливо для випадків, коли глибина планування розвитку системи озброєння тактичної авіації перевищуватиме 15 років, та/або об'єктом прогнозування витрат на експлуатацію є літаки, що закуповуються на вторинному ринку, тобто ті, що вже були в експлуатації.

Таким чином, прогнозні оцінки за третьою важливою компонентною оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації на всій глибині планування (від $t = 0$ до $t = T^{\text{зад}}$) для кожного зразка j -

го типу $S_j^{\text{експл}}(T^{\text{зад}})$ визначаються за наступним виразом [22,23]:

$$S_j^{\text{експл}}(T^{\text{зад}}) = \delta^* \bar{C}_{1j}^{\text{експл}}_{t \leq T^*} (T^* - T_j^{\text{закуп}}) + \sum_{\tau=1}^{T^{\text{зад}} - T^*} \bar{C}_{1j}^{\text{експл}}_{t \leq T^*} (1 + \Delta \bar{C})^\tau \quad (4)$$

де $\bar{C}_{1j}^{\text{експл}}_{t \leq T^*}$ – щорічна вартість експлуатації латка j -го типу в період сталої інтенсивності відмов на інтервалі часу з початку експлуатації до моменту підвищення щорічної вартості експлуатації внаслідок зростання інтенсивності відмов авіаційної техніки, що визначається за виразом:

$$\bar{C}_{1j}^{\text{експл}}_{t < T^*} = \frac{\frac{k_3}{(k_1 + k_2)} C_{1j} \cdot \ln(1 + \Delta \bar{C}^*)}{(1 + \Delta \bar{C}^*)^{T_j^{\text{служ}} - T^*} + T^* \ln(1 + \Delta \bar{C}^*) - 1}; \quad (5)$$

C_{1j} – закупівельна ціна одного нового літака j -го типу;

$\Delta \bar{C}^*$ – щорічний відносний приріст вартості експлуатації за рахунок зростання інтенсивності відмов для літаків тактичної авіації (за статистикою складає від 0,03 до 0,07);

$T_j^{\text{служ}}$ – призначений термін службі літака тактичної авіації j -го типу, який планується до закупівлі;

k_1, k_2 – питома частка вартості розробки та серійного виробництва в загальній вартості ЖЦ літаків тактичної авіації, відповідно (для імпортованих літаків $k_1 + k_2 = 0,28$);

k_3 – питома частка вартості експлуатації в загальній вартості ЖЦ літаків тактичної авіації (для імпортованих літаків $k_3 = 0,72$);

$T_j^{\text{закуп}}$ – рік закупівлі літака j -го типу (для нового літака $T_j^{\text{закуп}}$ дорівнює року початку його експлуатації);

T_j^* – рік, після досягнення якого спостерігається підвищення інтенсивності відмов та зростання витрат на його експлуатацію та підтримку;

δ^* – допоміжний символ, такий, що:

$$\delta^* = \begin{cases} 1, & \text{якщо } T_j^{\text{закуп}} \leq T^*; \\ 0, & \text{якщо } T_j^{\text{закуп}} > T^*. \end{cases}$$

Обсяг сукупних витрат $S_\Sigma(T^{\text{зад}})$ на протязі заданого часу може бути оновлення (закупівлю), в загальному прогнозованим за допомогою наступного випадку, різномітного парку літаків тактичної авіації та його експлуатацію і підтримку на

$$S_\Sigma(T^{\text{зад}}) = \sum_{k=1}^n \sum_{j=1}^{N_{kj}} (C_{1kj} + S_{kj}^{\text{експл}}(T^{\text{зад}})), \quad (6)$$

де $C_{1kj}, S_{kj}^{\text{експл}}(T^{\text{зад}})$ – витрати на закупівлю та експлуатацію і підтримку, кожного k -го літака з N_{kj} тактичних літаків j -го типу з n типів, що планується закупити в інтересах ПС ЗС України.

Отримані співвідношення, що базуються на врахуванні та узагальненні набутого світового досвіду створення, закупівлі та експлуатації багатоцільових тактичних літаків дозволяють розробити методику оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України, сутність якої наведено на рис.1.

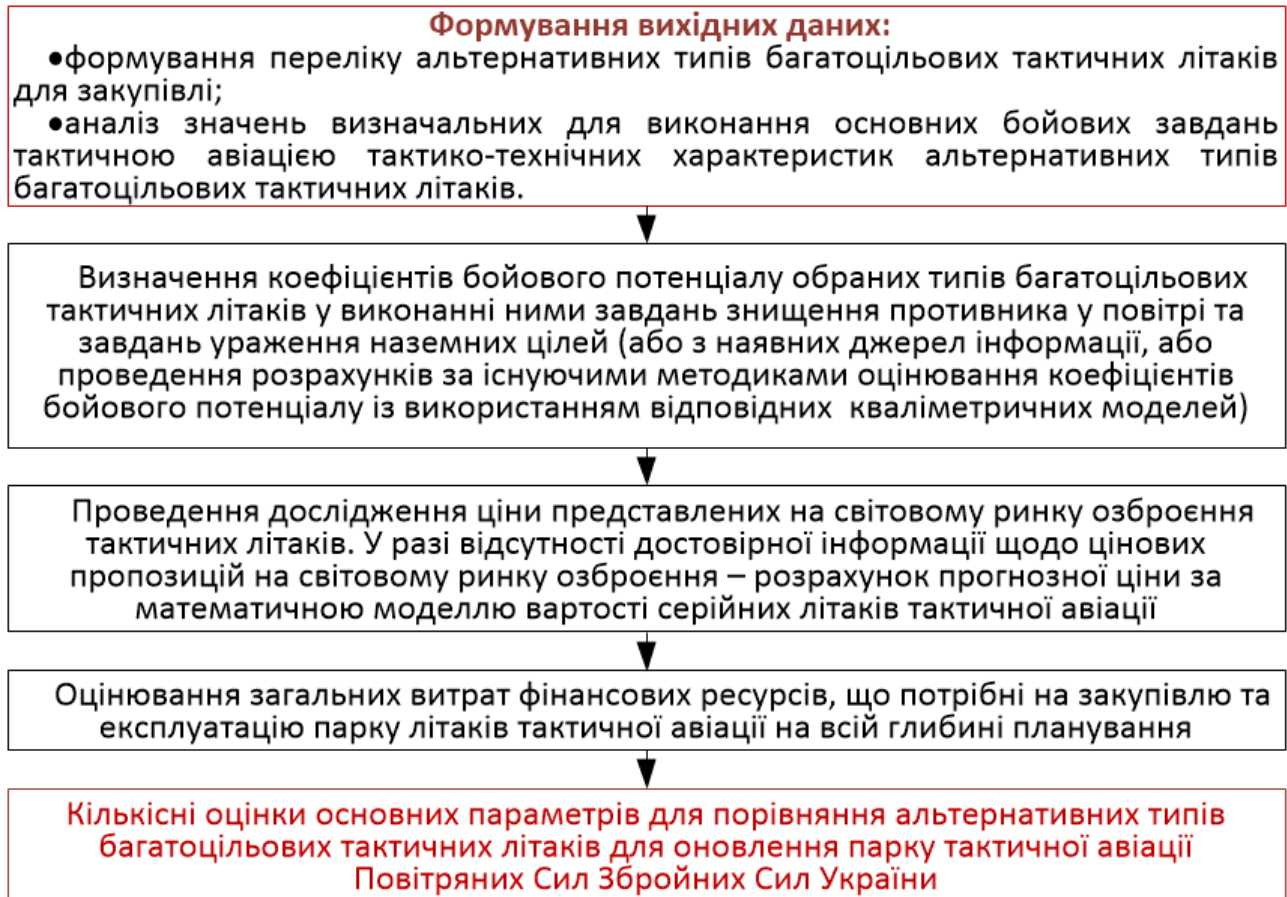


Рисунок 1 – Методика оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України

Методика призначена для формування системи початкових даних в постановці та розв'язуванні задачі оптимізації програм розвитку системи ОВТ тактичної авіації ПС ЗС України шляхом оновлення її парків бойових літаків.

Початковими даними в розробленій методиці оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації ПС ЗС України, що пропонується є:

– перелік альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків, що можуть бути закупленими для оснащення Повітряних Сил ЗС України;

– значення визначальних для виконання основних бойових завдань тактичною авіацією ТТХ альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків;

Першим етапом запропонованої методики є оцінювання коефіцієнтів бойового потенціалу

обраних типів багатоцільових тактичних літаків у виконанні ними завдань знищення противника у повітрі та завдань ураження наземних цілей. Таке оцінювання може бути проведено за існуючими методиками оцінювання коефіцієнтів бойового потенціалу із використанням відповідних кваліметричних моделей виду (1)–(2), як функціональних залежностей значень цих коефіцієнтів від значень тактико-технічних характеристик цих літаків. Це дозволить за моделлю (3) оцінити величину ціни одного тактичного літака на світовому ринку озброєнь, яка відповідає рівню бойових властивостей літака даного типу.

Наступним кроком є аналіз цін на світовому ринку озброєння на альтернативні типи тактичних літаків, які серійно виробляються, або є перспективними. Якщо в якості альтернативних для закупівлі типів літаків тактичної авіації розглядаються ті, що представлені на світовому ринку озброєнь,

вихідними даними вважається їх ринкова ціна У разі неможливості, або відсутності такої інформації, особливо щодо перспективних літаків тактичної авіації, таке оцінювання може бути проведено за математичною моделлю вартості одного серійного літака, що описуються виразом (3), з додаванням експортних нарахувань, що за статистикою відповідає коефіцієнту підвищення ціни відносно вартості літака в 1,4 – 2,5 разів [35]. Показниками якості у факторному просторі вказаної математичної моделі прийняті коефіцієнти бойових потенціалів багатоцільових тактичних літаків при виконанні ними завдань знищення

противника у повітрі та завдань ураження наземних цілей [21].

Наступним етапом застосування на практиці представленої методики є оцінювання сукупних витрат на закупівлю тактичних літаків та на забезпечення закупленої бойової авіаційної техніки відповідними авіаційними засобами ураження, на організацію та здійснення інженерно-авіаційного забезпечення з утриманням відповідної інфраструктури на всьому періоді їх експлуатації з урахуванням особливостей розподілу типових витрат за життєвим циклом бойової авіаційної техніки, що постачається за імпортом.

Висновки

Таким чином, розроблена методика оцінювання альтернативних типів багатоцільових тактичних літаків для оновлення парку тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України, яка складається з окремих часткових методик оцінювання показників якості типів тактичних літаків, як їх пристосованості до виконання бойових завдань у знищенні повітряних цілей та, окремо, при ураженні наземних цілей і їх фінансових показників може бути

рекомендованою для застосування на практиці при обґрунтування програм і планів розвитку системи ОВТ тактичної авіації ПС ЗС України. Окрім цього, окремі компоненти розробленої методики можуть бути інтегровані до складу системного науково-методичного апарату при формуванні критеріїв оцінювання раціональності програм розвитку системи ОВТ тактичної авіації ПС ЗС України шляхом оновлення парку бойової авіаційної техніки.

Список використаних джерел

1. Візія Повітряних Сил 2035. Вінниця: Командування Повітряних Сил Збройних Сил України. 2020. 42 с.
2. Борохвостов І. В., Білокур М.О. Визначення критеріїв та методів оцінювання шляхів забезпечення військових формувань озброєнням та військовою технікою. *Озброєння та військова техніка*. 2018. №3(19). С. 3–8.
3. Павловський І. В., Чепков І. Б., Зубарев В. В., Смірнов В. О. Свергунов О. О. Воєнно-технічна політика України: проблеми формування та реалізації в умовах кризових явищ та ресурсних обмежень. *Озброєння та військова техніка*. 2017, 15(3), с. 3–7. DOI: 10.34169/2414-0651.2017.3(15).3-7.
4. Леонтьєв О. Б., Науменко М. В. Напрями удосконалення науково-методичного апарату обґрунтування основних напрямів розвитку системи озброєння авіації Повітряних Сил Збройних Сил України. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2020. № 3(40). С. 69–78. DOI: 10.30748/nitps.2020.40.08.
5. Дроздов С.С. Леонтьєв О.Б., Науменко М.В. Формалізовані критерії раціональності програми розвитку системи озброєння тактичної авіації Повітряних Сил Збройних Сил України на довгостроковій перспективі (прогнозований) загрози. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2020. № 3 (65). С. 13–24. DOI: 10.30748/zhups.2020.65.02.
6. Дроздов С.С., Леонтьєв О.Б., Науменко М.В. Методичний підхід до розв'язування математичної задачі синтезу раціональної програми розвитку системи озброєння

- тактичної авіації на основі критерію мінімізації фінансових витрат за умови досягнення необхідних бойових спроможностей. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2020. № 4(41). С. 54-63. DOI: 10.30748/nitps.2020.41.06.
7. Леонтьєв О.Б., Науменко М.В. Методичний підхід до розв'язування математичної задачі синтезу раціональної програми розвитку системи озброєння тактичної авіації на основі критерію досягнення максимально можливого рівня бойових спроможностей за умови обмеженого ресурсного забезпечення. *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. 2021. № 1(42). С. 50-60. DOI: 10.30748/nitps.2021.42.06.
 8. Руснак І. С., Загорка О. М. Розвиток методологічних положень обґрунтування заходів організаційного будівництва (реформування) Повітряних Сил ЗС України. *Наука і оборона*. 2010. №1. С. 6–12.
 9. Чепков І.Б., Луханін М.І., Борохвостов І.В. Основні аспекти методології формування та супроводження реалізації середньострокових програм озброєння в умовах особливого періоду. *Озброєння та військова техніка*. 2016. № 4(2). С. 3–8.
 10. Оборонна реформа: системний підхід до оборонного менеджменту: монографія / А. Павліковський, В. Фролов, Ф. Саганюк та ін.; за заг. ред. А. Сиротенка. Київ: НУОУ. 2020. 274 с.
 11. Оборонний огляд: український вимір 2014–2018: монографія / Ф. Саганюк, А. Павліковський, П. Щипанський та ін.; за заг. ред. І. Руснака. Київ: МО та ГШ ЗС України, НУОУ. 2019. 196 с.
 12. Бадрак В.В. Переозброєння Збройних Сил України: раціоналізація підходів, пошук альтернативних шляхів. *Озброєння та військова техніка*. 2016. № 1(9). С. 3–8.
 13. Турінський О.В., Демідов Б.О., Гриб Д.А., Хмелевська О.О. Системно-концептуальні положення й організаційно-методичні основи обґрунтування, вибору і реалізації обрисів перспективної системи озброєння протиповітряної оборони держави та її збройних сил. *Системи озброєння і військова техніка*. 2019. № 2(58). С. 55-69. DOI: 10.30748/soivt.2019.58.08.
 14. Загорка О. М., Можаровський В. М., Фролов В. С., Загорка І. О. Методичний підхід до визначення бойового складу збройних сил воєнного і мирного часу. *Збірник наукових праць Центру воєнно-стратегічних досліджень Національного університету оборони України імені Івана Черняховського*. 2019. № 1(65). С. 6-11.
 15. Науменко М. В. Математична модель темпу серійного виробництва багатоцільових літаків тактичної авіації. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2021. № 1(67). С. 47–57. DOI: 10.30748/zhups.2021.67.01.
 16. Єдиний перелік (каталог) спроможностей Міністерства оборони України, Збройних Сил України та інших складових сил оборони (затвердж. Міністром оборони України від 09.12.2019 № 7983/в/36.). Київ: Міністерство оборони України. 2019. 618 с.
 17. Сучасний метод бойових потенціалів в прикладних задачах планування розвитку та застосування тактичної авіації: монографія / за ред. Семона Б.Й., Леонтьєва О.Б. Київ: НАОУ. 2009. 336 с.
 18. Компанієць О. М. Методика оцінювання коефіцієнту бойового потенціалу літаків тактичної авіації. *Системи управління, навігації та зв'язок*. 2009. № 3 (11). С. 173-177.
 19. Леонтьєв О.Б., Нікітченко В.І., Дмитрієв А.Г., Компанієць О.М. Обґрунтування шляхів удосконалення методики оцінювання узагальненого показника якості авіаційного комплексу зі спеціальним обладнанням. *Збірник наукових праць ДНДІА*. 2010. № 6 (13). С. 79-86.
 20. Леонтьєв О.Б., Компанієць О.М., Шмаков В.В. Методика оцінки бойового потенціалу ударних авіаційних комплексів при виконанні ними вогневих задач. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2008. № 2 (17). С.20-23.

21. Науменко М.В. Удосконалена математична модель вартості багатоцільових тактичних винищувачів. *Системи озброєння і військова техніка*. 2021. № 1 (65). С. 98-106. DOI: 10.30748/soivt.2021.65.14.
22. Леонтьев О.Б., Науменко М.В. Методика прогнозування вартості життєвого циклу парків альтернативних типів нових багатоцільових літаків, як основних носіїв бойових спроможностей тактичної авіації. *Збірник наукових праць Харківського національного університету Повітряних Сил*. 2021. № 2 (68). С. 34-43.
23. Леонтьев О.Б., Науменко М.В. Методичний підхід до прогнозування витрат на оновлення та використання парку озброєння та військової техніки. *Військово-технічний збірник*. № 24 (2021). С. 37-45. DOI: 10.33577/2312-4458.24.2021.37-45.
24. Official Site Office Of The Parliamentary Budget Officer, Canada. Fiscal Analysis of the Interim F-18 Aircraft. URL: https://www.pbo-dpb.gc.ca/web/default/files/Documents/Reports/2019/F-18/CF_18_Report_EN.pdf.
25. Morocco – f-16 block 52+ upgrade to f-16v configuration. URL: <https://www.dsca.mil/press-media/major-arms-sales/morocco-f-16-block-52-upgrade-f-16v-configuration>.
26. Najväčší modernizačný projekt ozbrojených síl v histórii sa stáva realitou, minister obrany podpísal zmluvy k obstaraniu lietadiel F-16. URL: <https://www.mod.gov.sk/43306-sk/najvacsi-modernizacny-projekt-ozbrojenych-sil-v-historii-sa-stava-realitou-minister-obrany-podpisal-zmluvy-k-obstaraniu-lietadiel-f-16/>.
27. Gulf Countries, US Must Boost 4th & 5th Fifth Gen Fighter Data Sharing. URL: <https://breakingdefense.com/2020/12/gulf-countries-us-must-boost-4th-5th-fifth-gen-fighter-data-sharing/>.
28. Contracts For April 2, 2020 Lockheed Martin Aeronautics, Ft. Worth, Texas, has been awarded a \$512,004,418 firm-fixed-price contract for F-16 Block 70 production for the Republic of Bulgaria. URL: <https://www.defense.gov/Newsroom/Contracts/Contract/Article/2135175/#LOCKHEED040220>.
29. Бельгия выберет американский F-35, а не европейский истребитель для замены своих самолетов. URL: <https://www.eurointegration.com.ua/rus/news/2018/10/22/7088477/>.
30. Як різні країни оновлюють свої бойові авіапарки. URL: <https://armyinform.com.ua/2020/11/yak-rizni-krayiny-onovlyuyut-svoyi-bojovi-aviaparky/>.
31. Greece Wants F-35s So Quickly It's Willing to Accept Used Aircraft. URL: <https://www.airforcemag.com/greece-wants-f-35s-so-quickly-its-willing-to-accept-used-aircraft/>.
32. Программа закупки Румынией истребителей F-16: состояние и перспективы. URL: <https://bmpd.livejournal.com/2385586.html>
33. Greece equips itself with the RAFALE in the continuity of a partnership with DASSAULT AVIATION of more than 45 years. URL: <https://www.dassault-aviation.com/en/group/press/press-kits/greece-equips-itself-with-the-rafale-in-the-continuity-of-a-partnership-with-dassault-aviation-of-more-than-45-years/>.
34. Senate to vote on banning \$23 billion UAE arms sales next week. URL: https://www.defensenews.com/congress/2020/12/03/us-senate-to-vote-next-week-on-23b-uae-arms-sale/?utm_source=Sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=EBB%2012.04.20&utm_term=Editorial%20-%20Early%20Bird%20Brief.
35. Теорія озброєння. Науково-технічні проблеми та завдання. Т. 2. Військово-технічне співробітництво в системі забезпечення воєнної безпеки держави: монографія / І.Б. Чепков, В.В. Зубарев, В.О. Смірнов [та ін.]. Київ: ВД Дмитра Бурого, 2015. 404 с.
36. Official Site United States Government Accountability Office WEAPON SYSTEM SUSTAINMENT / Report to Congressional Committees. – URL:

- <https://www.gao.gov/assets/700/694408.pdf>.
37. Raphael S. Cohen Air Force Strategic Planning. // RAND Corporation, 2017. 96 p. URL: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1765.html.
38. Methods and Models for Life Cycle Costing. RTO TECHNICAL REPORT. NORTH ATLANTIC TREATY ORGANISATION. 2007. 226 p.
39. Военная экономика: управление, военно-экономическая безопасность / Под ред. А.С.Сумина и Ю.Н.Арепина. М.: Воениздат, 1995. 183 с.
40. Демидов Б. А. Методы военно-экономического анализа. Харьков: ВИПА ПВО, 1985. 619 с.
41. Саркисян С. А. Экономика авиационной промышленности. М.: Машиностроение, 1986. 352 с.
42. Life-Cycle Cost (LCC): Concept Yet To Take Shape. Defence Production and Acquisition Business News. URL: <https://defproac.com/?p=2125>.
43. Official United States Air Force Website. WILL ROOPER There is No Spoon: _The New Digital Acquisition Reality. URL: [https://www.af.mil/Portals/1/documents/2020SAF/There_Is_No_Spoon_\(Digital_Acquisition\)_7_Oct_2020.pdf?ver=OUZskpiq5aw3laxqbYcZHQ%3D%3D×tamp=1608647383252](https://www.af.mil/Portals/1/documents/2020SAF/There_Is_No_Spoon_(Digital_Acquisition)_7_Oct_2020.pdf?ver=OUZskpiq5aw3laxqbYcZHQ%3D%3D×tamp=1608647383252)

Методика оценки альтернативных типов многоцелевых тактических самолетов для обновления парка тактической авиации воздушных сил Вооруженных сил Украины

Алексей Леонтьев^{1 А}; Марина Науменко^{2 А}

¹ д.т.н., проф., главный научный сотрудник, e-mail: alexey1008_2009@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4003-7759

Corresponding author: ² к.т.н, с.н.с., докторант, e-mail: mv.naumenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1216-9263

^А Харьковский национальный университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба, ул. Сумская 77/79, г. Харьков, 61023, Украина

Аннотация

В статье представлена методика оценки основных боевых и военно-экономических показателей типов многоцелевых тактических самолетов, которые могут составлять множество альтернативных вариантов для обновления парка тактической авиации Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины. Методика основывается на системном учете взаимосвязи показателей качества многоцелевых самолетов тактической авиации, финансовых показателей цены при закупке альтернативных типов тактических самолетов и прогнозных оценок финансовых затрат на стадии их эксплуатации. Особенностью предлагаемой методики есть возможность оперировать с количественными оценками указанных показателей. Показателями качества предлагается принять коэффициенты боевых потенциалов альтернативных типов тактических самолетов при выполнении ими задач по противодействию воздушному противнику и при выполнении задач уничтожения наземных целей. Оценивание значений названных коэффициентов предлагается осуществлять с помощью квалиметрических моделей истребительных и ударных свойств многоцелевого тактического истребителя, представляющие собой функциональные зависимости этих показателей от значений тактико-технических характеристик самолета. Предлагается оценивать цену на один самолет в возможных контрактах на закупку, посредством использования математической модели стоимости одного многоцелевого тактического самолета, который разрабатывается и производится серийно для собственных нужд вооруженных сил страны-производителя, представленной в виде функциональной зависимости этой цены от значений коэффициентов боевых потенциалов самолета. После этого цена на самолеты, закупаемых по импорту, корректируется с учетом экспортных начислений, которые определяются по статистике.

Оценивание финансовых затрат на эксплуатацию и всестороннее обеспечение использования возможных для закупки тактических самолетов и соответствующей

інфраструктури пропонується проводити, опираючись на поняття типового життєвого циклу бойової авіаційної техніки і типового розподілення її вартості по основним стадіям і етапам, які представляють собою основний інструмент по отриманню прогнозних значень вартості етапів життєвого циклу зразків бойової авіаційної техніки.

Ключевые слова: планування, науково-методический апарат, життєвий цикл, озброєння.

Methods for evaluating alternative types of multi-purpose tactical aircraft for the renewal of the tactical aviation fleet of the air force of the armed forces of Ukraine

Oleksii Leontiev ^{1 A}; Maryna Naumenko ^{2 A}

¹ Dr of technical sciences, Professor, Chief Research, e-mail: alexey1008_2009@ukr.net, ORCID: 0000-0003-4003-7759

Corresponding author: ² Candidate of Technical Sciences Senior Research, Doctoral Student, e-mail: mv.naumenko@ukr.net, ORCID: 0000-0002-1216-9263

^A Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University, Kharkiv, Sumska st. 77/79, Kharkiv, 61023, Ukraine

Abstract

The article presents a methodology for assessing the main combat and military-economic indicators of the types of multipurpose tactical aircraft, which can constitute many alternative options for updating the tactical aviation fleet of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. The methodology is based on a systematic consideration of the relationship between the quality indicators of multipurpose tactical aircraft, financial price indicators for the purchase of alternative types of tactical aircraft and predicted estimates of financial costs at the stage of their operation. A feature of the proposed methodology is the ability to operate with quantitative estimates of these indicators. As indicators of quality, it is proposed to take the coefficients of the combat potentials of alternative types of tactical aircraft when they perform tasks to counter an air enemy and when they perform tasks of destroying ground targets. It is proposed to evaluate the values of these coefficients using quasimetric models of the fighter and strike properties of a multipurpose tactical fighter, which are functional dependences of these indicators on the values of the tactical and technical characteristics of the aircraft.

It is proposed to estimate the price of one aircraft in possible purchase contracts by using a mathematical model of the cost of one multipurpose tactical aircraft, which is developed and mass-produced for the own needs of the armed forces of the manufacturing country, represented as a functional dependence of this price on values of the coefficients of the combat potentials of the aircraft. After that, the price for aircraft purchased by import is adjusted taking into account export charges, which are determined according to statistics.

It is proposed to estimate the financial costs of operation and all-round support for the use of tactical aircraft and the corresponding infrastructure available for the purchase, relying on the concept of a typical life cycle of military aviation equipment and a typical distribution of its cost over the main stages and stages, which are the main tool for obtaining predicted cost values stages of the life cycle of samples of military aircraft.

Keywords: planning, scientific and methodical apparatus, life cycle, armament.

References

1. Viziia Povitrianykh Syl 2035 [Vision of the Air Force 2035]. Vinnytsia: Command of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine. 2020. 42 p.
2. Borokhvostov I.V., Bilokur M.O. Vyznachennia kryteriiv ta metodiv otsiniuvannia shliakhiv zabezpechennia viiskovykh formuvan ozbroienniam ta viiskovoju tekhnikoju [Defining criteria and methods for evaluating ways to provide military formations with

- weapons and military equipment]. *Weapons and military equipment*. 2018. № 3(19). PP.3–8.
3. Pavlovskiy I.V. Chepkov I.B. Zubariev V.V. Smirnov V.O. Sverhunov O.O. Voienno-tekhnichna polityka ukraïny problemy formuvannya ta realizatsii v umovakh kryzovykh yavlyshch ta resursnykh obmezhen [Military-technical policy of Ukraine: problems of formation and realization in the conditions of crisis phenomena and resource limitations]. *Weapons and military equipment*. 2017. № 15(3), PP. 3–7. DOI: 10.34169/2414-0651.2017.3(15).3-7.
 4. Leontiev O.B. Naumenko M.V. Napriamy udoskonalennia naukovo-metodychnoho aparatu obgruntuvannya osnovnykh napriamiv rozvytku systemy ozbroïennia aviatsii povitrianykh syl zbroinykh syl ukraïny [Directions for improving the scientific and methodological apparatus of substantiation of the main directions of development of the aviation armament system of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine]. *Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*. 2020. № 3(40). PP. 69–78.
 5. Drozdov S.S. Leontiev O.B. Naumenko M.V. Formalizovani kryterii ratsionalnosti prohramy rozvytku systemy ozbroïennia taktychnoi aviatsii Povitrianykh Syl Zbroinykh Syl Ukraïny na dovhostrokovii perspektyvi (prohnozovanii) zahrozi [Formalized criteria of rationality of the program of development of the system of armament of tactical aviation of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine on a long-term (forecasted) threat]. *Collection of scientific works of Kharkiv National University of the Air Force*. 2020. № 3(65). PP. 13–24.
 6. Drozdov S.S. Leontiev O.B. Naumenko M.V. Metodychnyi pidkhyd do rozviazuvannya matematychnoi zadachi syntezy ratsionalnoi prohramy rozvytku systemy ozbroïennia taktychnoi aviatsii na osnovi kryteriiu minimizatsii finansovykh vytrat za umovy dosiahnennia neobkhydnykh boiovykh spromozhnosti [Methodical approach to solving the mathematical problem of synthesis of a rational program for the development of tactical aviation weapons system on the basis of the criterion of minimizing financial costs, provided that the necessary combat capabilities are achieved]. *Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*. 2020. № 4(41). PP. 54–63. DOI: 10.30748/nitps.2020.41.06.
 7. Leontiev O.B. Naumenko M.V. Metodychnyi pidkhyd do rozviazuvannya matematychnoi zadachi syntezy ratsionalnoi prohramy rozvytku systemy ozbroïennia taktychnoi aviatsii na osnovi kryteriiu dosiahnennia maksimalno mozhlyvoho rivnia boiovykh spromozhnosti za umovy obmezhenoho resursnoho zabezpechennia [A methodical approach to solving the mathematical problem of synthesis of a rational program for the development of a tactical aviation armament system based on the criterion of achieving the maximum possible level of combat capabilities under conditions of limited resources]. *Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*. 2021. № 1(42). PP. 50–60. DOI: 10.30748/nitps.2021.42.06.
 8. Rusnak I.S., Zagorka O.M. Rozvytok metodolohichnykh polozhen obgruntuvannya zakhodiv orhanizatsiinoho budivnytstva (reformuvannya) Povitrianykh Syl ZS Ukraïny [Development of methodological provisions for substantiation of organizational building measures (reform) of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine]. *Nauka i oborona*. 2010. №1. PP. 6–12.
 9. Chepkov I.B., Lukhanin M.I., Borokhvostov I.V. Osnovni aspekty metodolohii formuvannya ta suprovodzhennia realizatsii serednostrokovykh prohram ozbroïennia v umovakh osoblyvoho periodu [The main aspects of the methodology of formation and support of the implementation of medium-term armaments programs in a special period]. *Ozbroïennia Ta Viiskova Tekhnika*. 2016. № 4(2). PP.3–8.
 10. Oboronna reforma systemnyi pidkhyd do oboronnoho menedzhmentu [Defense reform: a systematic approach to defense management]: a monograph / A. Pavlikovskiy, V. Frolov, F. Sahaniuk etc.; edited by A. Syrotenka. Kyiv: National Defense University of

- Ukraine. 2020. 274 p.
11. Oboronnyi Ohliad Ukrainyskyi Vymir 2014–2018 [Defense Review: Ukrainian Dimension 2014–2018]: monograph / F. Sahaniuk, A. Pavlikovskyi, P. Shchypanskyi etc; edited by I. Rusnak. Kyiv: National Defense University of Ukraine. 2019. 196 p.
 12. Badrak V.V. Pereozbroiennia Zbroinykh Syl Ukrainy: ratsionalizatsiia pidkhodiv poshuk alternatyvnykh shliakhiv [Re-equipment of the Armed Forces of Ukraine: rationalization of approaches, search for alternative ways]. *Ozbroiennia Ta Viiskova Tekhnika*. 2016. № 1(9). PP.3–8.
 13. Turynskyi O. V. Demidov B. O. Hryb D. A. Khmelevska O. O. Systemno-kontseptualni polozhennia y orhanizatsiino-metodychni osnovy obgruntuvannia vyboru i realizatsii obrysu perspektyvnoi systemy ozbroiennia protypovitrianoi oborony derzhavy ta yii zbroinykh syl [System-conceptual provisions and organizational-methodical bases of substantiation, choice and realization of outline of perspective system of armament of air defense of the state and its armed forces]. *Systemy Ozbroiennia I Viiskova Tekhnika*. 2019. № 2(58). PP. 55-69. DOI: 10.30748/soivt.2019.58.08.
 14. Zahorka O.M. Mozharovskyi V.M. Frolov V.S. Zahorka I.O. Metodychnyi Pidkhid Do Vyznachennia Boiovoho Skladu Zbroinykh Syl Voiennoho I Myrnoho Chasu [Methodical approach to determining the combat composition of the armed forces of wartime and peacetime]. *Collection of scientific works of the Center for Military Strategic Studies of the Ivan Chernyakhovsky National University of Defense of Ukraine*. 2019. № 1(65). PP. 6-11.
 15. Naumenko M.V. Matematychna model tempu seriinoho vyrobnytstva bahatotsilovykh litakiv taktychnoi aviatsii [Mathematical model of the rate of serial production of multi-purpose tactical aircraft]. *Weapons systems and military equipment*. 2021. № 1(65). PP. 47–57. DOI: 10.30748/zhups.2021.67.01.
 16. Yedynyi perelik (kataloh) spromozhnostei Ministerstva oborony Ukrainy Zbroinykh Syl Ukrainy ta inshykh skladovykh syl oborony [Unified list (catalog) of capabilities of the Ministry of Defense of Ukraine, the Armed Forces of Ukraine and other components of the Defense Forces]. Ministry of Defence Ukraine. Kyiv: MoD, 2019. 618 c. (Normative document Ministry of Defence Ukraine. Catalog 09.12.2019 № 7983/В/36).
 17. Suchasnyi metod boiovykh potentsialiv v prykladnykh zadachakh planuvannia rozvytku ta zastosuvannia taktychnoi aviatsii [Modern method of combat potentials in the applied tasks of planning the development and application of tactical aviation]: monograph / Edited by Bohdan Semon, Bohdan Semon. Kyiv: National Defense Academy of Ukraine. 2009. 336 p.
 18. Kompaniets O.M. Metodyka otsiniuvannia koefitsiientu boiovoho potentsialu litakiv taktychnoi aviatsii [Methodology for assessing the efficiency of combat potential of tactical aviation]. *Control systems, navigation and communication*. 2009. № 3 (11). PP. 173-177.
 19. Leontiev O.B., Nikitchenko V.I., Dmytriiev A.H., Kompaniets O.M. Obgruntuvannia Shliakhiv Udoskonalennia Metodyky Otsiniuvannia Uzahalnenoho Pokaznyka Yakosti Aviatsiinoho Kompleksu Zi Spetsialnym Obladnanniam [Establishment of nobles More sophisticated methods of assessing the public health indicator of the aviation complex with special possessions]. *Collection of Science Practitioners DNDIA*. 2010. № 6 (13). PP. 79-86.
 20. Leontiev O.B., Kompaniets O.M., Shmakov V.V. Metodyka otsinky boiovoho potentsialu udarnykh aviatsiinykh kompleksiv pry vykonanni nymy vohnevykh zadach [Methods for assessing the combat potential of strike aircraft in the performance of their fire tasks]. *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*, 2008. Vol. 2(17), PP. 23-26.
 21. Naumenko M.V. Udoskonalena Matematychna model vartosti bahatotsilovykh taktychnykh vynyshchuvachiv [Improved mathematical model of the cost of multi-role tactical fighters]. *Science and technology of the Air Force of the Armed Forces of Ukraine*. 2021. № 1(65). PP. 98-106. URL: <https://doi.org/10.30748/soivt.2021.65.14>.

22. Leontiev O.B., Naumenko M.V. Metodyka prohnozuvannia vartosti zhyttievoho tsyklu parkiv alternatyvnykh typiv novykh bahatotsilovykh litakiv yak osnovnykh nosiiv boiovykh spromozhnostei taktychnoi aviatsii [Methods for predicting the cost of the life cycle of parks of alternative types of multipurpose new aircraft as the main carriers of the battle ability of tactical aviation]. *Scientific Works of Kharkiv National Air Force University*. 2021. № 2 (68). PP. 34-43.
23. Leontiev O.B., Naumenko M.V. Metodychnyi pidkhyd do prohnozuvannia vytrat na onovlennia ta vykorystannia parku ozbroiennia ta viiskovoi tekhniki [Methodical approach to forecasting costs for upgrade and use of weapons and military equipment]. *Military-technical collection*. 2021. №24. PP. 37-45. DOI:10.33577/2312-4458.24.2021.37-45.
24. Official Site Office of The Parliamentary Budget Officer, Canada. Fiscal Analysis of the Interim F-18 Aircraft. Available from: https://www.pbo-dpb.gc.ca/web/default/files/Documents/Reports/2019/F-18/CF_18_Report_EN.pdf.
25. Morocco – f-16 block 52+ upgrade to f-16v configuration. Available from: <https://www.dsca.mil/press-media/major-arms-sales/morocco-f-16-block-52-upgrade-f-16v-configuration>.
26. Najväčší modernizačný projekt ozbrojených síl v histórii sa stáva realitou, minister obrany podpísal zmluvy k obstaraniu lietadiel F-16. Available from: <https://www.mod.gov.sk/43306-sk/najvacsi-modernizacny-projekt-ozbrojenych-sil-v-historii-sa-stava-realitou-minister-obrany-podpisal-zmluvy-k-obstaraniu-lietadiel-f-16/>.
27. Gulf Countries, US Must Boost 4th & 5th Fifth Gen Fighter Data Sharing. Available from: <https://breakingdefense.com/2020/12/gulf-countries-us-must-boost-4th-5th-fifth-gen-fighter-data-sharing/>.
28. Contracts for April 2, 2020 Lockheed Martin Aeronautics, Ft. Worth, Texas, has been awarded a \$512,004,418 firm-fixed-price contract for F-16 Block 70 production for the Republic of Bulgaria. Available from: <https://www.defense.gov/Newsroom/Contracts/Contract/Article/2135175/#LOCKHEED040220>.
29. Belhvia Vyberet Amerykanskyy F-35 A Ne Evropeiskyy Ystrebytel Dlia Zameny Svoyykh Samoletov [Belgium will choose an American F-35 instead of a European fighter to replace its aircraft]. Available from: <https://www.eurointegration.com.ua/rus/news/2018/10/22/7088477/>.
30. Yak Rizni Krainy Onovliuiut Svoi Boiovi Aviaparky [How different countries are updating their combat fleets]. Available from: <https://armyinform.com.ua/2020/11/yak-rizni-krayiny-onovlyuyut-svoyi-bojovi-aviaparky/>.
31. Greece Wants F-35s So Quickly It's Willing to Accept Used Aircraft. Available from: <https://www.airforcemag.com/greece-wants-f-35s-so-quickly-its-willing-to-accept-used-aircraft/>.
32. Prohramma Zakupky Rumynyei Ystrebytelei F-16 Sostoianye Y Perspektyvy [Romania's procurement program for F-16 fighters: status and prospects]. Available from: <https://bmpd.livejournal.com/2385586.html>.
33. Greece equips itself with the RAFALE in the continuity of a partnership with DASSAULT AVIATION of more than 45 years. Available from: <https://www.dassault-aviation.com/en/group/press/press-kits/greece-equips-itself-with-the-rafale-in-the-continuity-of-a-partnership-with-dassault-aviation-of-more-than-45-years/>.
34. Senate to vote on banning \$23 billion UAE arms sales next week. Available from: https://www.defensenews.com/congress/2020/12/03/us-senate-to-vote-next-week-on-23b-uae-arms-sale/?utm_source=Sailthru&utm_medium=email&utm_campaign=EBB%2012.04.20&utm_term=Editorial%20-%20Early%20Bird%20Brief.
35. Teoriia Ozbroiennia. Naukovo-Tekhnichni Problemy Ta Zavdannia. T. 2. Viiskovo-Tekhnichen Spivrobotnytstvo V Systemi Zabezpechennia Voiennoi Bezpeky Derzhavy [Weapon theory. Scientific and technical problems and tasks. Vol. 2. Military-technical

- cooperation in the system of military security of the state]: monograph / I. B. Chepkov V. V. Zubariiev V. K. Borokhvostov etc. Kyiv.: V.D. Dmytra Buraho, 2015. 404 p.
36. Official Site United States Government Accountability Office WEAPON SYSTEM SUSTAINMENT / Report to Congressional Committees. Available from: <https://www.gao.gov/assets/700/694408.pdf>.
 37. Raphael S. Cohen Air Force Strategic Planning. // RAND Corporation, 2017. 96 p. Available from: https://www.rand.org/pubs/research_reports/RR1765.html.
 38. Methods and Models for Life Cycle Costing. RTO TECHNICAL REPORT. NORTH ATLANTIC TREATY ORGANISATION. 2007. 226 p.
 39. Voennaia ekonomyka upravlenye voenno-ekonomycheskaia bezopasnost [Military economy: management, military and economic security]. Edited by A. Sumyn and Yu.Arepyn. Moscow: Voenyzdat, 1995. 183 p.
 40. Demidov B.A. Metody Voenno-Ekonomycheskoho Analyza [Methods of military-economic analysis]. Kharkiv: VYRTA PVO, 1985. 619 p
 41. Sarkysian S.A. Ekonomyka Avyatsyonnoi Promyshlennosty [Economics of the aviation industry]. Moscow: Mashynostroenye, 1986. 352 p.
 42. Life-Cycle Cost (LCC): Concept Yet to Take Shape. Defence Production and Acquisition Business News. Available from: <https://defproac.com/?p=2125>.
 43. Official United States Air Force Website. WILL ROPER There is No Spoon: _The New Digital Acquisition Reality. Available from: [https://www.af.mil/Portals/1/documents/2020SAF/There_Is_No_Spoon_\(Digital_Acquisition\)_7_Oct_2020.pdf?ver=OUZskpiq5aw3laxqbYcZHQ%3D%3D×tamp=1608647383252](https://www.af.mil/Portals/1/documents/2020SAF/There_Is_No_Spoon_(Digital_Acquisition)_7_Oct_2020.pdf?ver=OUZskpiq5aw3laxqbYcZHQ%3D%3D×tamp=1608647383252)