УДК. 629.7.017.0031

БОРОДІН О.Д., *старший науковий співробітник, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник*

ПОКАЗНИКИ ТА МЕТОДИ ОЦІНКИ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ПАТРУЛЬНИХ ЛІТАКІВ ВІЙСЬКОВО-МОРСЬКИХ СИЛ

У статті наведено методичні матеріали щодо вибору показників оцінки бойової ефективності патрульних літаків військово-морських сил та математичних методів їх розрахунку

Оснащення Збройних Сил України новими зразками літаків військового призначення, зокрема патрульними літаками (ПЛ) військово-морських сил**,** потребує вирішення певного обсягу задач, пов'язаних з їх закупівлею або створенням. До таких можна віднести задачі, що пов'язані, по-перше, з обґрунтуванням потрібних тактико-технічних характеристик ПЛ, по-друге, з оцінюванням можливих варіантів ПЛ і вибором оптимального (раціонального) з альтернативних наявних або при його створенні (проектуванні).

Вирішення цих задач зумовлює необхідність розробки певного математичного апарата, зокрема визначення, перш за все, показників оцінки бойової ефективності (БЕФ) патрульних літаків військово-морських сил та математичних методів їх розрахунку.

Показники БЕФ звичайно вибираються, виходячи із цільової направленості завдань, що виконуються ПЛ. За досвідом застосування літаків військового призначення, основними завданнями патрульних літаків військово-морських сил є ведення повітряної розвідки у визначених морських (прибережних) районах та ураження окремих наземних (морських) і повітряних цілей.

Ураховуючи сутність виконуваних завдань та особливості їх виконання можна обрати (визначити) показники оцінювання БЕФ ПЛ. Аналогічний характер їх виконання порівняно з бойовими літаками дозволяє зробити висновок, що патрульний літак військово-морських сил є однією з різновидностей бойових авіаційних комплексів (БАК). Тому цілком логічним для оцінки ефективності його застосування можна використовувати вже апробовані показники БЕФ із урахуванням специфіки функціонування, тобто у даному випадку розвідувального або ударного (винищувального) БАК.

Відомо, що змістом розвідувальних завдань ПЛ, є викриття за певних умов будь-якого об’єкта противника у заданому районі [1,2]. Притому кінцевий результат щодо виявлення або не виявлення об'єкта залежить від результативності оброблення розвідувальної інформації та її послідуючого дешифрування іншими складовими частини розвідувального комплексу [2]. Тобто підсумкова подія, що пов'язана з викриттям об'єкта складається з певної сукупності подій (ситуацій), результативність яких визначає ефективність виконання поставленого завдання.

© Бородін О.Д., 2010

Згідно з цим зміст узагальненого показника ефективності виконання бойового завдання та часткових можна визначити за умови декомпозиції підсумкової події, яка міститься в отриманні розвідувальних даних про об'єкт (район) противника.

Такими ситуаціями, сумісна реалізація яких забезпечує виконання розвідувального завдання, можна обрати:

працездатність бортового обладнання протягом усього польоту ПЛ;

подолання ППО на маршруті та в районі об'єкту розвідки;

вихід на об'єкт розвідки з необхідною точністю;

обробка матеріалів повітряної розвідки у встановлені терміни;

правильне дешифрування зображення об'єкту.

Всі події носять випадковий характер [1,2] і їх результативність відповідно до обраного методу математичного моделювання можна оцінити числовою функцією як імовірність. Тобто частковими показниками БЕФ ПЛ можуть бути:

імовірність безвідмовної роботи усіх складових ПЛ протягом часу виконання бойового завдання;

імовірність подолання ПЛ ППО противника;

імовірність виходу ПЛ на об'єкт розвідки з необхідною точністю;

імовірність обробки матеріалів повітряної розвідки у встановлені терміни;

імовірність правильного дешифрування зображення об'єкта повітряної розвідки або імовірність виявлення об'єкта залежно від способу розвідки, що використовується.

З урахуванням особливостей складових процесу [2], кількісною мірою підсумкової події, пов'язаної з отриманням розвідувальних даних про об'єкт (район) противника, є імовірність виконання бойового завдання.

До часткових показників БЕФ також належать показники [1,2] оцінювання візуального спостереження та оптико-електронних засобів повітряної розвідки, що встановлюються на ПЛ. До таких показників належать [2]:

імовірність виявлення об'єкту;

площа розвідки;

час ведення розвідки;

масштаб одержуваного зображення тощо.

Внаслідок цього для аналізу БЕФ ПЛ при виконанні розвідувальних завдань має бути певна група взаємопов'язаних показників – узагальнений Y та часткові y_i. Узагальнений показник Y характеризує очікуваний результат виконання поставленого бойового завдання у цілому. Часткові показники y_i кількісно відображають умови і очікуваний результат виконання окремих i-х подій (ситуацій), пов'язаних з функціонуванням відповідних складових розвідувального комплексу та засобів розвідки, що застосовуються.

За аналогічним підходом можна визначити показники БЕФ ПЛ при виконанні завдань щодо ураження наземних (морських) та повітряних цілей. За узагальнений показник БЕФ ПЛ Y, що характеризує очікуваний результат виконання поставленого бойового завдання у цілому, також може бути обрана імовірність виконання бойового завдання [3,4]. В якості часткових показників y_i можуть бути використані:

1) при ураженні наземних (морських) цілей:

імовірність подолання ПЛ типової смуги ППО противника;

імовірність виходу ПЛ на ціль (попадання літака в область можливих атак, атаки цілі);

імовірність ураження цілі;

2) при ураженні повітряних цілей:

імовірність подолання ПЛ типової смуги ППО противника;

імовірність наведення ПЛ на повітряну ціль (попадання літака в область можливих атак);

імовірність ураження повітряної цілі.

Часткові показники y_i кількісно відображають очікувану результативність певних подій (окремих етапів бойового польоту), пов'язаних з ураженням наземних (морських) або повітряних цілей противника.

За результатами аналізу наявних моделей, що використовуються для розрахунку показників ефективності бойових літаків [2,3,4,5], для оцінювання ефективності ПЛ можуть бути застосовані такі вже апробовані математичні методи, а саме аналітичні, імітаційні та комбіновані (рис. 1).

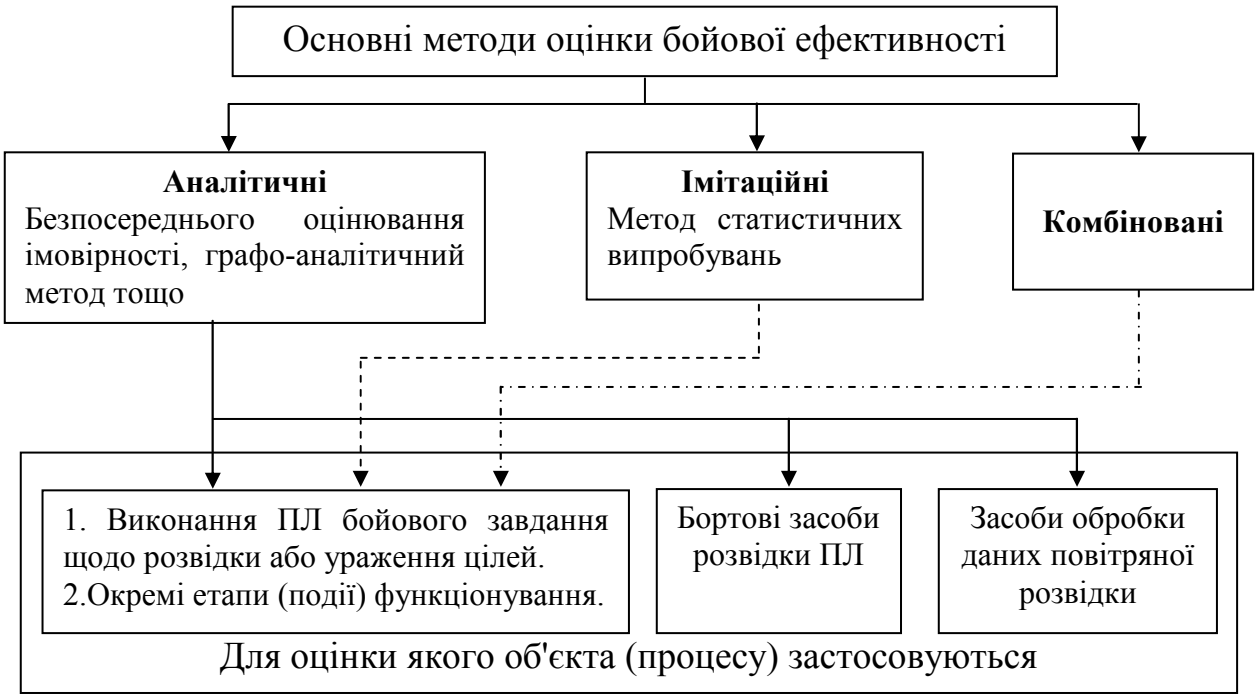

Рис. 1. Загальна схема класифікації методів оцінки БЕФ ПЛ

Аналітичні методи оцінки ефективності полягають в описі процесу, що моделюється, набором детермінованих або стохастичних характеристик x, r, z, зв'язаних явними аналітичними залежностями F з шуканими показниками Y (y_i) [5]

$$Y=F(x, r, e), \qquad (1)$$

де Y – показник БЕФ; $x = \{x_j\}, j = 1...J$ – вектор тактико-технічних характеристик ПЛ (швидкість, висота польоту тощо); r – вектор характеристик розвідувального обладнання (озброєння), що можуть змінюватися при виборі альтернатив технічних рішень; e – вектор характеристик зовнішнього середовища (умов виконання бойового завдання); F – співвідношення (функції), за допомогою яких розраховується показник БЕФ ПЛ.

Залежності F є функціональними співвідношеннями (алгебраїчними, різницевими тощо), які випливають із фізичної природи процесу, що моделюється, та формуються згідно з положеннями обраного методу оцінки ефективності. Відомо, що процес функціонування ПЛ пов'язаний з виконанням розвідувальних завдань або завдань щодо ураження наземної (морської, повітряної) цілі у більшості випадків формалізується у виді стохастичної моделі, в якій показник його стану Y (1) є випадковим через імовірнісні фактори r, e, які впливають на рівень ефективності бойового застосування літака.

За даними [2,3,4] найчастіше для опису такої моделі (рис. 1) використовується метод безпосереднього оцінювання імовірності виконання поставленого завдання, що базується на використанні традиційного математичного апарата теорії імовірності та математичної статистики. Для опису процесу функціонування та оцінювання показників БЕФ розвідувального обладнання використовується графо-аналітичний метод.

Загальний підхід до безпосередньої (імовірнісної) оцінки складається в декомпозиції підсумкової події I, що полягає у виконанні поставленого завдання, наприклад літаком-розвідником, на сукупність і-х часткових ($i \in I$), бажано незалежних подій. Тоді, відповідно до теореми множення ймовірностей для незалежних у сукупності подій, справедливе співвідношення

$$Y = \prod_{i=1}^{I} y_i \, , \; i=1...I, \qquad (2)$$

де Y – імовірність виконання бойового завдання ПЛ; y_i – імовірність успішного завершення i-ої події (i-того етапу) бойового застосування ПЛ.

Кінцевою метою декомпозиції є формування такої множини елементарних подій i, для кожної з яких може бути побудована модель F (1) оцінки імовірності y_i реалізації підсумкової події Y (2).

Графо-аналітичний метод, зокрема заснований на дискретизації зображень [2], може бути використаним при порівняльній оцінці тактико-технічних можливостей однакових і різних за принципом дії іконічних (видових) бортових засобів розвідки з урахуванням їх особливостей, тактико-технічних характеристик ПЛ, імовірності розпізнавання об'єктів розвідки, масштабу одержуваного зображення.

Суть методу полягає в тому, що при прийомі та відтворенні зображення як функції $L(x,y,t)$, проводиться дискретизація просторових аргументів x, y та часу t [2].

Потрібно підкреслити, що використання аналітичних моделей розрахунку показників БЕФ ПЛ, як правило, потребує певних припущень, таких, як лінійність вихідних характеристик, стаціонарність випадкових процесів тощо. При необхідності урахування впливу випадкових величин використовуються імітаційні моделі.

Імітаційні методи оцінки ефективності базуються на результатах статистичних випробувань i-ої події за умови певної її формалізації (метод Монте-Карло [5]).

При імітаційному моделюванні системи на ЕОМ проводиться машинний експеримент, який імітує натурний (фізичний) експеримент. В ході експерименту відтворюється реалізація випадкових впливів r , e з заданими характеристиками (законом розподілу) на процес, що моделюється, проводиться статистична обробка

F даних поводження (оцінювання) процесу Y (y_i), які отримані шляхом багаторазових повторювань експерименту

$$Y = F\{U(r, e)\}, r \in R, e \in E, \quad (3)$$

де $U(r, e)$ – позитивний результат за умови певного поводження (оцінювання) процесу в просторі характеристик з межами R, E; F – співвідношення (функції), за допомогою яких проводиться статистична обробка даних.

Точність розрахунків показників при даному методі [4,5] залежить від точності відтворення випадкових впливів у відповідності із заданими їх характеристиками (законом розподілу) та від числа реалізацій в ході машинного експерименту.

Комбіновані методи дозволяють поєднати переваги аналітичного та імітаційного моделювання. У такому випадку окремі події можна описати аналітично і одержати кінцеві співвідношення для розрахунку показників БЕФ ПЛ, інші – з використанням імітаційної моделі.

Вибір того чи іншого методу (моделі), як правило, обумовлений особливостями розрахунку часткових показників БЕФ ПЛ та, відповідно, особливостями процесу, що моделюється.

Аналіз даних щодо практичної реалізації математичних методів свідчить, що для розрахунку показників БЕФ при виконанні розвідувальних завдань, а також імовірності подолання ПЛ типової смуги ППО противника при виконанні завдань щодо ураження цілей противника застосовуються аналітичні методи.

Показник - імовірність ураження наземної (морської) або повітряної цілі розраховується з використання аналітичних або імітаційних методів.

Показник - імовірність виходу літака на ціль (попадання літака в область можливих атак, атаки цілі) розраховується з використання імітаційних методів.

У разі реалізації відповідних моделей на ПЕОМ можна вирішувати ряд практичних задач, що пов'язані з оцінюванням за значеннями вищенаведених показників БЕФ конкретного варіанта ПЛ, порівняльним аналізом альтернативних його варіантів, визначенням оптимального варіанта ПЛ з урахуванням заданих інтервалів варіювання його тактико-технічних характеристик, характеристик бортових засобів повітряної розвідки, озброєння тощо. Прикладом реалізації зазначених положень щодо показників оцінки БЕФ ПЛ, методів їх розрахунку є звітні матеріали науково-дослідної роботи поточного року, шифр "Крохаль", що пов'язані з визначенням оптимального варіанта ПЛ.

У подальшому виникає задача розробки (удосконалення) теорії та обчислювальних процедур визначення показників БЕФ ПЛ.

ЛІТЕРАТУРА

1. Ребрин Ю.К. Оптико-электронное разведывательное оборудование летательных аппаратов. – К.: КВВАИУ, 1988. – 452 с.
2. Ребрин Ю.К., Станкевич С.А., Мосов С.П. Методы количественной оценки эффективности средств аэрокосмической разведки. – К.: КИ ВВС, 1997. – 260 с.
3. Гевелинг В.Н. Боевая эффективность летательных аппаратов. Учебник. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1963. – 220 с.
4. Мильграм Ю.Г., Попов И.С. Боевая эффективность авиационной техники и

исследование операций. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 1970. – 500 с.
5. Артюшин Л.М., Зиатдинов Ю.К., Попов И.А., Харченко А.В. Большие технические системы: проектирование и управление / Под ред. Попова И.А. – Харьков: Факт, 1997. – 400 с.

Надійшла до редакції 29.10.2010