

ВПЛИВ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЕКІПАЖУ НА БОЙОВУ ЕФЕКТИВНІСТЬ ЛІТАКА

к.т.н. В.О. Табуненко, к.т.н. А.Г. Тарасцев, к.т.н. С.В. Шевченко
(подав д.т.н., проф. О.І. Риженко)

Розглянуті основні психофізіологічні аспекти польоту ударного літака на малих висотах в умовах атмосферної турбулентності. Облік цих особливостей дозволить більш ефективно досліджувати питання виживання літака при виконанні бойової задачі.

Польоти на малих висотах і на порівняно великих швидкостях представляють певну складність і вимагають від льотчиків особливих навичок та міцного психофізіологічного загартування. При дослідженнях рівня виживання ударного літака при виконанні задачі подолання зони ППО необхідно враховувати особливості діяльності людини в умовах польоту на малих висотах.

На малих висотах значно трудніше витримувати курс, швидкість і висоту. Вихід нижче заданого ешелону реально загрожує безпеці польоту, а збільшення висоти, особливо в бойових умовах, полегшує виявлення літака радіолокаційними станціями супротивника, підвищує імовірність знищення комплексами ППО, знижує загальний рівень виживання літака. Наявні на борту висотомір і радіовисотомір не завжди подають точну інформацію, а тому льотчик змушений контролювати висоту польоту одночасно і за приладами, і візуально.

Однак помилки в окомірному визначенні висоти, особливо в період освоєння маловисотних польотів, можуть досягати ста відсотків і, як правило, убик завищення. Як показують дослідження, льотчик на зовнішнє спостереження на малих висотах затрачає в залежності від завдання п'ятдесят – дев'яносто шість відсотків загального польотного часу. При польотах же на середніх і великих висотах у простих метеоумовах – від п'яти до шістдесятьох восьми відсотків [1].

При переносі погляду від наземних орієнтирів до приладів потрібен певний час для оцінки їхніх показань. Чим швидше льотчик переключає увагу, тим менше часу йому потрібно для визначення дійсного положення літака стосовно землі. Характерна психофізіологічна риса діяльності льотчика при польотах на малих висотах і великих швидкостях – ускладнення роботи зорового аналізатора. У турбулентній атмосфері виникають вібрації приладової дошки і голови льотчика. Ці коливання призводять, незважаючи на прагнення льотчика зосередити погляд, до деформації зображення на

сітківці ока і до тимчасового зниження гостроти зору до 0,3 – 0,5. У свою чергу, великі лінійні переміщення земної поверхні назустріч літаку утрудняють візуальне орієнтування. Дальність видимості орієнтирів значно скорочується, і з моменту появи їх у поле зору до прольоту проходить короткий період часу – виникає дефіцит часу сприйняття. Крім того, у сонячний день відблиски на ліхтарі кабіни також заважають вести орієнтування. При польотах уночі різна яскравість наземних орієнтирів порушує світлорефлекторну адаптацію льотчика, що утрудняє оцінку відстані до землі. У зв'язку з цим час пілотування за приладами у порівнянні з денними умовами зростає.

Як правило, орієнтирами є об'єкти, що виділяються на місцевості. Однак весною і восени строкатість земної поверхні знижує їхню контрастність, а узимку при сніжному покриві багато природних орієнтирів (ріки, озера) зникають, що ускладнює візуальне визначення висоти польоту. При пошуку цілей у таких умовах відволікання уваги на зчитування показань приладів може призвести до пропуску орієнтирів і навіть дезорієнтації. Так, за даними американських авіаційних психофізіологів, що проаналізували більш тисячі польотів на малій висоті та великій швидкості, у ста випадках льотчики втрачали орієнтування на місцевості й не змогли вийти в заданий район [2].

Політ на малих висотах у бовтанку через часті, а часом дуже сильні зміни знакоперемінених перевантажень, досить стомлюючий. У залежності від умов перевантаження можуть мінятися в широкому діапазоні від 0,05 до 3 одиниць [3]. У бовтанку не тільки погіршується зір, але і весь організм льотчика випробує несприятливі відчуття. При вібраціях збільшується захисна тонічна напруга м'язів тіла, розвиваються сховані та виражені форми заколисування, у тому числі й у тих льотчиків, у яких у звичайних польотах ці явища не виявляються.

При розробці сучасної авіаційної техніки та при оцінці рівня її виживання необхідно враховувати всі ці негативні фактори, що супроводжують політ літака на малих висотах. Атмосферна турбулентність, в умовах якої відбувається візуальний пошук цілі, впливає на ефективність його виявлення, і як внаслідок, на рівень виживання у цілому. Коливання і підвищена вібрація літака підвищують стомлюваність екіпажу, створюють у льотчика враження розмитості контуру цілі, знижують здатність ока щодо оптичного розділення, збільшують поріг зорової реакції людини. Це призводить до збільшення витрат часу на пошук об'єкта і зниженню його ефективності. Однак, при розрахунках показників ефективності літального апарату (ЛА) вплив атмосферної турбулентності на психофізичний стан екіпажу не розглядався. Для обліку негативного впливу турбулентності пропонується у формулу визначення ймовірності виявлення об'єкту ввести в чисельник ступеня коефіцієнт β ($\beta = 1$ – політ ЛА у спокійній атмосфері, $\beta < 1$ – політ ЛА в умовах турбулентності):

$$P_{\text{вияв}} = 1 - \exp\left(-\alpha \varphi_{\phi} \left(L_{\text{в}}^2 - L_0^2\right) \beta / (2B_{\text{п}} V)\right), \quad (1)$$

де L_0 – поточне значення дальності, на якому відбувається виявлення; $L_{\text{в}}$ – максимальна дальність видимості об'єкта; α – коефіцієнт, що характеризує ціль як об'єкт пошуку; φ_{ϕ} – фовіальний кут ($1,6^{\circ}$); $B_{\text{п}}$ – ширина ділянки пошуку; V – швидкість польоту; β – коефіцієнт впливу турбулентності.

Результати розрахунків $P_{\text{вияв}}$ при різних значеннях β наведені на рис. 1. Дана залежність показує, що за рахунок зниження рівня перевантажень від атмосферної турбулентності можна підвищити імовірність візуального виявлення об'єкта. Однак, сам по собі введений коефіцієнт β ще не дозволяє якісно оцінити вплив стану екіпажу на рівень виживання літака. Треба розглянути питання взаємозв'язку β з параметрами і величинами, що характеризують вплив атмосферної турбулентності на умови роботи екіпажу, на рівень перевантажень ЛА і, в остаточному підсумку, на рівень виживання ударного літака. Дані питання вимагають більш детального вивчення.

Як критерій оцінки впливу атмосферної турбулентності, на психофізіологічний стан екіпажу пропонується використовувати величину $N(\Delta n)$. Даний параметр характеризує кількість перевищень заданого рівня перевантаження за одиницю часу. Для даної величини визначені граничні, з погляду впливу коливань рівня перевантаження Δn на організм льотчика, значення. Так, для значення рівня перевантаження $\Delta n = 0.5$ за хвилину для значення $N(\Delta n)$ якісна оцінка умов роботи екіпажу така: $N(\Delta n) \leq 5$ – “зручно”; $12.5 \geq N(\Delta n) > 5$ – “не зручно, але прийнятно”; $N(\Delta n) \geq 12.5$ – “не прийнятно”.

Для використання даної величини при обліку впливу атмосферної турбулентності на імовірнісні критерії ефективності ударного літака, необхідно провести градацію коефіцієнта β у залежності від величини $N(\Delta n)$, що розраховується для рівня перевантаження $\Delta n = 0,5$ за хвилину. Авторами пропонується наступний вид залежності β від $N(\Delta n)$:

$$\beta = \begin{cases} 1, & \text{при } N(\Delta n = 0,5) \leq 5; \\ 0, & \text{при } N(\Delta n = 0,5) \geq 12,5. \end{cases} \quad (2)$$

Дана залежність обрана, виходячи з наступного: при $N(\Delta n) \leq 5$ вплив атмосферної турбулентності на екіпаж не суттєвий, отже, у формулі (1) чисельник показника експоненти не змінюється і функція розподілу дальності виявлення буде визначатися тільки значеннями α , φ_{ϕ} , $L_{\text{в}}$, L_0 , $B_{\text{п}}$, V . При $N(\Delta n) \geq 12.5$ продовження польоту неможливо, а отже неможливий і сам факт виявлення об'єкта. Даній події відповідає значення $P_{\text{вияв}} = 0$, що досягається при значенні коефіцієнта $\beta = 0$. Оскільки коефіцієнт β не може бути дискретним, необхідно знати вид функції $\beta = f(N(\Delta n))$ і значення β у межах інтервалу $0 \leq \beta \leq 1$. На рис. 2 наведені графіки і види функцій, що задовольняють перерахованим вище вимогам. Пропонується використовувати лі-

нійну, квадратичну і кубічну функції.

Задача оцінки впливу психофізіологічних особливостей польоту на ефективність виявлення зводиться до визначення за відповідною методикою значення $N(\Delta n)$, вибору виду функції $\beta = f(N(\Delta n))$ і визначення

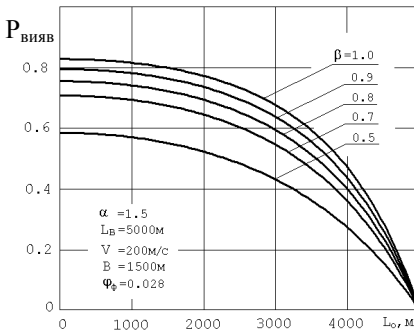


Рис. 1. Залежність $P_{\text{вияв}}$ від дальності видимості при різній інтенсивності турбулентності

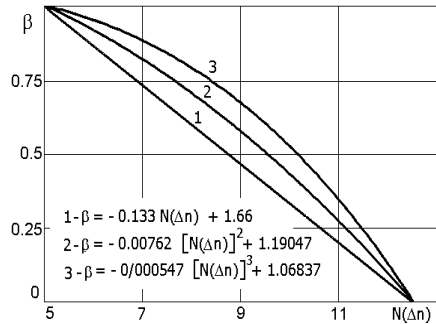


Рис. 2. Можливі види функції $\beta = f(N(\Delta n))$

коефіцієнта β .

Таким чином, при проектуванні або модернізації сучасної авіаційної техніки необхідно проводити дослідження з оцінки впливу умов роботи екіпажу, його психофізичного стану та рівня перевантажень ЛА при польоті на малих висотах на виживання ударного літака і, в остаточному підсумку, на рівень його ефективності у цілому.

ЛІТЕРАТУРА

1. Зисманн Р.Я., Острицький М.М. *Психофізические аспекты полётов авиации.* – М.: Машиностроение, – 1994. – 145 с.
2. Stephan R. Jr. Rainstein. *Low-altitude flight of aircraft.* // *Aircraft week and space technology.* – 1997. – № 6. – P. 38 - 45.
3. Доброленский Ю.П. *Динамика полета в неспокойной атмосфере.* - М.: Машиностроение, 1987. – 256 с.

Надійшла 11.07.2002

ТАБУНЕНКО Володимир Олександрович, канд. техн. наук, нач. науково-дослідної лабораторії XI ВПС. В 1978 році закінчив Харківський інститут радіоелектроніки. Галузь наукових інтересів – розробка, створення та експлуатація літальних апаратів.

ТАРАСЦЕВ Андрій Георгійович, канд. техн. наук, доцент кафедри XI ВПС. В 1992 році закінчив Харківське ВВАІУ. Галузь наукових інтересів – створення та експлуатація літальних апаратів.

ШЕВЧЕНКО Сергій Васильович, канд. техн. наук, доцент, нач. кафедри XI ВПС. В 1984 році закінчив Військово-повітряну інженерну академію ім. М.С. Жуковського. Галузь

наукових інтересів – розробка, створення та експлуатація літальних апаратів.