

**ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВИПРОБУВАНЬ СИСТЕМ ЗАХИСТУ АВІАЦІЙНОЇ ТЕХНІКИ
ВІД КЕРОВАНИХ РАКЕТ З ІНФРАЧЕРВОНИМИ ГОЛОВКАМИ САМОНАВЕДЕННЯ****Вступ**

Процес випробувань будь якої техніки, в тому числі і авіаційної техніки (АТ) військового призначення, полягає в отриманні параметрів, що характеризують даний зразок, та порівняння їх з параметрами, заданими у технічному завданні (ТЗ).

Основні характеристики систем захисту літальних апаратів (ЛА) від керованих ракет з інфрачервоними головками самонаведення (КР з ІЧГСН) крім суто технічних параметрів, таких як потужність випромінювання, спектр випромінювання та інше, що вимірюються в лабораторних умовах, містять імовірнісні характеристики, наприклад імовірність непопадання ракети у ціль. Таким чином, щоб зробити висновок про відповідність зразка системи захисту ЛА від КР з ІЧГСН вимогам ТЗ, необхідно отримати певну кількість реалізацій, а враховуючи, що це необхідно зробити для різних умов застосування КР з ІЧГСН, швидкості та ракурсу цілі, зовнішніх впливаючих факторів, загальна кількість необхідних реалізацій може сягати декілька десятків. Тому питання оптимізації процесу випробувань систем захисту АТ від КР з ІЧГСН є досить актуальним.

Постановка задачі

Обґрунтувати методичний підхід до процесу випробувань систем захисту АТ від КР з ІЧГСН з метою зменшення необхідної кількості реалізацій.

Основна частина

Для оптимізації необхідної кількості реалізацій при випробуваннях систем захисту АТ від КР з ІЧГСН пропонується шляхом інженерного аналізу виявити найбільш жорсткі умови застосування систем захисту від КР з ІЧГСН для проведення випробувань і накопичення статистичного матеріалу саме в цих умовах. Для інших, менш жорстких умов застосування систем захисту приймається, що умови захищеності ЛА від КР з ІЧГСН будуть не гіршими, ніж отримані.

Очікуєма дальність захвату цілей головками ракет з ІЧГСН на фоні, що не випромінює, визначається співвідношенням:

$$D = \left[\frac{I_{\alpha} \cdot S_0 \cdot \tau_0 \cdot \eta_a \cdot \tau_a}{m \cdot E_n} \right]^{1/2}, \quad (1)$$

де I_{α} – сила випромінювання цілі в спектральному діапазоні чутливості приймача випромінювання ІЧГСН в напрямку КР, що атакує; S_0 – робоча площа об'єктива ІЧГСН; τ_0 – коефіцієнт пропускання оптичної системи ІЧГСН; η_a – коефіцієнт корисної дії аналізатора зображення, що використовується в ІЧГСН; τ_a – коефіцієнт пропускання атмосферою випромінювання цілі, який є функцією відстані між ракетою та ціллю; m – відношення сигнал/шум, яке необхідне для надійного виявлення цілі; E_n – порог чутливості приймача випромінювання.

В свою чергу сила випромінювання цілі визначається співвідношенням:

$$I_{\alpha} = \frac{\varepsilon \cdot \sigma}{\pi} \cdot T^4 \cdot S_{\Pi} \cdot \cos \alpha, \quad (2)$$

де ϵ – інтегральна величина випромінювальної здатності цілі; σ – коефіцієнт Стефана-Больцмана; T – абсолютна температура випромінювання; S_{α} – площа випромінювання цілі; α – кут між лінією спостереження та нормаллю до площі випромінювання.

З аналізу співвідношень (1) та (2) можна зробити висновок, що найбільш жорсткими умовами для систем захисту ЛА від КР з ІЧГСН є умови пуску ракет з напрямку максимального теплового випромінювання ЛА при мінімальному фоновому випромінюванні навколишнього середовища в спектральному діапазоні приймача ІЧГСН.

Випробування систем захисту ЛА від КР з ІЧГСН необхідно починати з визначення напрямку максимального теплового випромінювання ЛА. Для цього знімається індикатриса випромінювання ЛА – огибаюча вектору потужності теплового випромінювання ЛА в спектральному діапазоні приймача ІЧГСН. Індикатриса знімається для штатного спорядження ЛА та з встановленими дослідними засобами зменшення інфрачервоної помітності ЛА (екранно-вихлопні пристрої, теплопоглинаючі покриття, то що). Крім того, знімається індикатриса випромінювання засобів активного захисту ЛА від КР з ІЧГСН, розміщених на борту ЛА, з метою виявлення імовірних зон затінення елементами фюзеляжу ЛА випромінювання систем захисту та порівняння з індикатрисами випромінювання ЛА.

Отримані під час зняття індикатриса дані використовують для вибору імітатора цілі, який повинен мати таку саму силу випромінювання в спектральному діапазоні приймача ІЧГСН, що і максимальне випромінювання цілі.

Використання імітатора замість реальної цілі обумовлене декількома факторами:

по-перше, це вимоги безпеки пусків КР з ІЧГСН, що неможливо забезпечити при використанні реального ЛА;

по-друге, пуск КР з ІЧГСН по нерухомій цілі в умовах впевненого захвату цілі головою самонаведення є найбільш жорсткими умовами для систем захисту ЛА від КР з ІЧГСН;

по-третє, з економічних міркувань, так як використання літаків-цілей значно дорожче і не виключається можливість незалікових пусків ракет через складність проведення експериментів.

Обраний імітатор цілі разом з засобами активного захисту ЛА від КР з ІЧГСН розміщують на вежі.

Пуски КР з ІЧГСН проводяться з відстані впевненого захвату цілі головою самонаведення в умовах мінімального теплового фоновому випромінювання (в сутінках, вночі). За результатами пусків розраховується імовірність непопадання ракети в ціль за формулою:

$$P = \frac{m}{n}, \quad (3)$$

де m – кількість реалізацій, в яких промах КР склав величину більше заданої; n – загальна кількість реалізацій.

Залікова величина промаху повинна складати величину, що перевищує радіус спрацьовування неконтактного підірвача КР не менш ніж на 30%, що забезпечує гарантовану безпеку ЛА. Визначаємо цю величину як довірчий інтервал (Δ), в який не повинен потрапляти промах КР з ІЧГСН при пусках по цілі. За допомогою методів математичної статистики, з використанням коефіцієнтів Стьюдента, визначаємо мінімальну необхідну кількість реалізацій для отримання результату з заданою імовірністю.

Наприклад, для отримання результатів випробувань з імовірністю $P = 0,95$ по таблицям коефіцієнтів Стьюдента визначаємо мінімальну кількість виборки реалізацій $N = 7$.

За результатами 7 пусків КР з ІЧГСН по імітатору цілі з дослідними засобами активного захисту ЛА розраховуємо середній промах (\bar{x}) та середньоквадратичне відхилення (S) результатів вимірювань за формулами:

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N}, \quad (4)$$

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N-1}}. \quad (5)$$

Оскільки ми вирішуємо зворотну задачу, тобто наше вимірювання не повинно потрапляти в обраний довірчий інтервал Δ , то розраховуємо зворотну відносну величину:

$$v = \frac{S}{\Delta}. \quad (6)$$

Якщо розрахована величина $v \geq 1$, випробування завершують з позитивним висновком. Якщо $v < 1$, по таблицях коефіцієнтів Стьюдента визначають мінімально необхідну кількість вимірювань, достатню для отримання результатів з заданою імовірністю.

В загальному випадку, для отримання результату з імовірністю $P = 0,95$ достатньо отримати від 7 до 16 реалізацій, що визначається по мінімальній виборці з 7 реалізацій.

Слід зазначити, що обґрунтована вище кількість реалізацій враховує 100 % заліковість результатів експериментів, що висуває підвищені вимоги до вимірювального обладнання і на самперед до засобів зовнішньотраєкторних вимірювань.

Висновок

За наявності необхідного вимірювального обладнання та в результаті аналізу демаскуючих факторів цілі, характеристик інфрачервоних головок самонаведення, умов застосування КР з ІЧГСН та систем захисту від них, впливаючих факторів, що зменшують імовірність ураження цілі КР з ІЧГСН можливо мінімізувати необхідну кількість пусків ракет в полігонних умовах до 7...16 реалізацій з отриманням результатів випробувань з імовірністю $P = 0,95$.

Література

1. Башинський В.Г. Акт за результатами спеціальних випробувань вертольота Ми-8МТ / Башинський В.Г., Тішков Ю.М., Рашевський Є.Ю., Курінний С.М. // Міністерство оборони України, Державний авіаційний науково-випробувальний центр Збройних сил України. – Феодосія: МО України, ДАНВЦ ЗС України. 2000. – 16 с.
2. Справочник по инфракрасной технике. В 4-х тт. Т.4. Проектирование инфракрасных систем / [под ред. У.Волф та Г.Циис]. Пер. с англ. – М. : Мир. 1999. – 472 с.
3. Руководство по испытаниям авиационной техники. Часть 4. Выпуск 15. Летные испытания комплексов противодействия средствам ПВО противника с радио- и ИК-контурами (испытания активных и пассивных средств радиопротиводействия). В/ч 15650. – 1984.

Bibliography (transliterated)

1. Bashins'kij V.G. Akt za rezul'tatami special'nih viprobuvan' vertol'ota Mi-8MT / Bashins'kij V.G., Tishkov Ju.M., Rashevs'kij Є.Ju., Kurinnij S.M. Ministerstvo obroni Ukraїni, Derzhavnij aviacijnij naukovo-viprobuvaj'nij centr Zbrojnih sil Ukraїni. – Feodosija: MO Ukraїni, DANVC ZS Ukraїni. 2000. – 16 p.

2. Spravochnik po infrakrasnoj tehnike. V 4-h tt. T.4. Proektirovanie infrakrasnyh sistem [pod red. U.Volf ta G.Ciis]. Per. s angl. – M. : Mir. 1999. – 472 p.

3. Rukovodstvo po ispytaniyam aviacionnoj tehniki. Chast' 4. Vypusk 15. Letnye ispytaniya kom-pleksov protivodejstvija sredstvam PVO protivnika s radio- i IK-konturami (ispytaniya aktivnyh i passivnyh sredstv radioprotivodejstvija). V/ch 15650. – 1984.