

Башинський К.В.

**БОЙОВІ МОЖЛИВОСТІ АВІАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ
ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ**

Державний науково-випробувальний центр Збройних Сил України, Феодосія

Аналіз останніх матеріалів

Велика швидкість, дальність і висота польоту є найнеобхіднішими бойовими властивостями багатofункціонального винищувача який виконує завдання повітряної розвідки (далі БВ-розвідник). Він має значно більшу дальність і тривалість польоту (через відсутність ударної зброї) і збільшений запас пального (за рахунок додаткових паливних баків). Велика швидкість дозволяє скоротити час доставки здобутої розвідувальної інформації, яка в умовах бойових дій швидкоплинна.

Висока живучість, маневреність і оборонне озброєння дозволяють БВ-розвіднику виконати бойове завдання в складній повітряній обстановці, що характеризується протидією великої кількості авіаційних комплексів в повітрі, радіоелектронною протидією і засобів ППО.

Метою статі є визначення основних показників ефективності БВ-розвідника для формування головного показника – потенціальної ефективності БАК, що допоможе розробити методику вибору перспективного срезка БАК для Повітряних Сил.

Основний матеріал

БВ-розвідник повинен бути оснащений різноманітним спеціальним обладнанням, зокрема: змінними контейнерами з обладнанням лазерної, радіотехнічної і радіаційної розвідки; фотографічною, телевізійною і інфрачервоною апаратурою; сучасним навігаційним обладнанням, що забезпечує високу точність польоту по заданому (запрограмованому) маршруту, виведення БВ-розвідника на ділянку розвідки і координатну прив'язку виявлених об'єктів.

Тому функціональний критерій $W_{роз.}$ має бути наступним:

$$W_{роз.} = f(P_{нав.}, P_{ПОО}, P_{інф.}, P_{акт.}, P_{ППО}), \quad (1)$$

де $P_{нав.}$ – імовірність виходу БВ-розвідника на об'єкт розвідки з необхідною точністю; $P_{ПОО}$ – імовірність попадання одиночного об'єкту (ПОО) розвідки в область огляду апаратури цільового навантаження БВ-розвідника; $P_{інф.}$ – імовірність передачі БВ-розвідником в умовах РЕП повної кількості розвідувальної інформації на наземний пункт управління в неспотвореному вигляді; $P_{акт.}$ – актуальність розвідувальної інформації, як імовірність того, що час проходження інформації не перевищить час розгортання бойових позицій противника, що підлягають повітряній розвідці; $P_{ППО}$ – імовірність подолання БВ-розвідником сил ППО об'єкта розвідки.

Величина $P_{нав.}$ визначається по формулі:

$$P_{нав.} = 1 - \exp(-r_{необ.}/\sigma_r)^2, \quad (2)$$

де $r_{необ.}$ – необхідна точність (задається довільною, але однаковою для усіх порівнюємих БВ, наприклад 1000 м, як візуальна (оптико-електронна) дальність розпізнання НЦ), м; σ_r – середньоквадратична радіальна похибка (задається довільною, але однаковою для усіх порівнюємих БВ, наприклад 500 м, виходячи із середньої точності бортової автономної навігації, а не супутникової, яка в умовах бойових дій і РЕП може бути неефективною), м.

Величина $P_{\text{поп}}$ визначається як своєрідна характеристика ефективності бортового розвідувального обладнання БВ-розвідника, не залежна від зовнішніх умов. На рис. 1 приведені результати розрахунку величини $P_{\text{поп}}$ при пошуку цілі на радіусі в 500 км залежно від швидкості руху цілі і конструктивних особливостей цільового навантаження БВ-розвідника, таких як смуга захоплення розвідувальною апаратурою цілей на місцевості, та висоти (H) польоту БВ-розвідника [10].

З приведених результатів видно, що малошвидкісні БВ-розвідники є малоефективним засобом розвідки навіть при роботі по одиночній крупній площинній цілі (наприклад, ударна сухопутна група противника і т.п.), якщо заздалегідь місцеположення її невідомо.

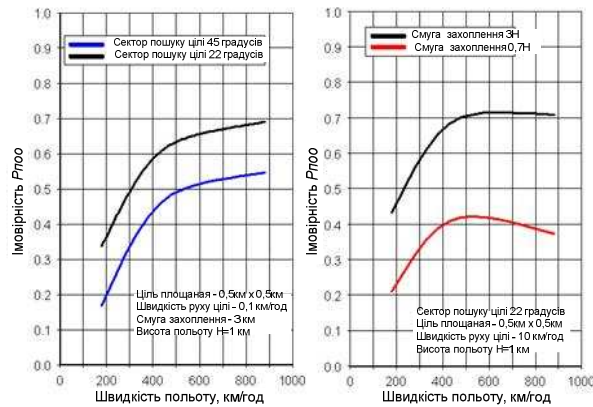


Рисунок 1 – Вплив експлуатаційних та конструктивних параметрів БВ-розвідника на імовірність попадання одиночного об'єкту ($P_{\text{поп}}$) в область огляду апаратури цільового навантаження БВ-розвідника

Величина $P_{\text{інф}}$ визначається як:

$$P_{\text{інф}} = H_{\text{інф}} \cdot P_{\text{прм}}, \quad (3)$$

де $H_{\text{інф}}$ – ентропія, як міра одержаної від БВ-розвідника інформації, що виражається тим, що імовірність попадання завадою в діапазон спектру пропускання приймачем сигналів від БВ-розвідника зростає [11,12]; $P_{\text{прм}}$ – імовірність правильного (достовірного) прийому пунктом управління сигналів від БВ-розвідника на фоні завади.

У свою чергу величина $H_{\text{інф}}$ визначається як

$$H_{\text{інф}} = - P_{\text{поп}} \cdot \ln P_{\text{поп}}, \quad (4)$$

де $P_{\text{поп}}$ – імовірність попадання завадою в діапазон спектру пропускання приймачем сигналів від БВ-розвідника.

$$P_{\text{поп}} = 2\Phi(\Delta f_{\text{п}}/\Delta f_{\text{с}}), \quad (5)$$

де $\Delta f_{\text{п}}$ – діапазон спектру завад, МГц; $\Delta f_{\text{с}}$ – діапазон спектру сигналів від БВ-розвідника, МГц.

Величина $P_{\text{прм}}$ визначається як

$$P_{\text{прм}} = 1 - P_{\text{спот}}, \quad (6)$$

де $P_{\text{спот}}$ – імовірність спотворення сигналів від БВ-розвідника завадою на вході приймача пункту управління.

МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ

У свою чергу величина $P_{\text{спот.}}$ (табл. 1) визначається в залежності [13–15] від каналу (дискретного – цифрового або безперервного – аналогового) передачі сигналів, виду модуляції сигналів (амплітудної – АМ, частотної – ЧМ, фазової – ФМ), виду прийому (когерентного або некогерентного) сигналів і співвідношення (q) потужності сигналу (c) від передавача БВ-розвідника і потужності завади (n) на вході приймача ($q = c/n$) наземного пункту управління,

Таблиця 1 – Визначення величини $P_{\text{спот.}}$

Вид модуляції сигналів	Когерентний прийом	Некогерентний прийом
АМ	$P_{\text{спот.}} = 0,65 \exp [-0,44(0,707q + 0,75)^2]$	$P_{\text{спот.}} = 0,5 \exp (-0,25 q^2)$
ЧМ	$P_{\text{спот.}} = 0,65 \exp [-0,44(q + 0,75)^2]$	$P_{\text{спот.}} = 0,5 \exp (-0,5 q^2)$
ФМ	$P_{\text{спот.}} = 0,65 \exp [-0,44(1,41q + 0,75)^2]$	$P_{\text{спот.}} = 0,5 \exp (-q^2)$

Результати розрахунку величини $P_{\text{спот.}}$ у залежності від співвідношення $q = c/n$ при різному виді модуляції сигналів, що передаються, і когерентним/некогерентним прийомом сигналів, показані на рис. 2.

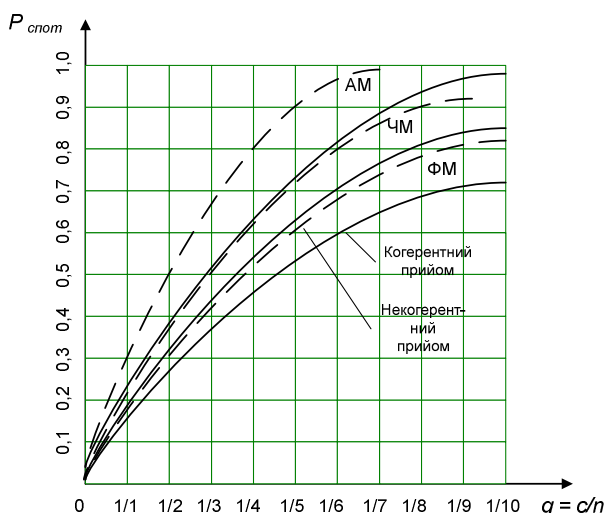


Рисунок 2 – Результати розрахунку ймовірності спотворення $P_{\text{спот.}}$ завадою сигналів розвідувальної інформації від БВ-розвідника

Результати показують, що при передачі дискретних сигналів навіть при співвідношенні $q = c/n = 1/1$ величина $P_{\text{спот.}}$ в кращому разі (тобто при АМ та когерентному прийому) вже складає 0,255, при співвідношенні $q = c/n = 1/2$ – зростає ще більш ($P_{\text{спот.}} = 0,381$), і т.д., аж до 0,999.

Відповідно ймовірність правильного (достовірного) прийому ($P_{\text{прм}}$) пунктом управління сигналів від БВ-розвідника на фоні завади буде зменшуватися від 0,745 аж до 0,001.

У разі передачі безперервних сигналів величина $P_{\text{спот.}}$ змінюється ще гірше (як при некогерентному прийомі), тобто від 0,390 (при співвідношенні $q = c/n = 1/1$) аж до 0,999 (при співвідношенні $q = c/n = 1/5$ і менш). Відповідно ймовірність правильного прийому ($P_{\text{прм}}$) пунктом управління сигналів від БВ-розвідника на фоні завади буде зменшуватися від 0,610 аж до 0,001.

Внаслідок безперервного зростання кількості засобів РЕП і випадкового характеру їх роботи рівень станційних завад змінюється хаотично, а характеристики навмисних завад, для ускладнення боротьби з ними, все частіше змінюються по випадковому закону.

Відома велика кількість джерел завад (станцій і генераторів), застосовуваних в бойових порядках сухопутних військ Росії, США і НАТО і інших країн [16–18].

Крім того, слід враховувати, що в промислово розвинутих країнах кількість радіоелектронних засобів подвоюється кожні п'ять років.

Необхідність передачі розвідувальної інформації на пункт управління не тільки в реальному масштабі часу, але і її доставки безпосередньо після повертання з польоту і посадки у місці зльоту, причому як можна швидше, щоб не втратити своєї актуальності за час від її отримання БВ-розвідником до її передачі на пункт управління.

При цьому актуальність розвідувальної інформації визначається імовірністю $P_{\text{акт.}}$ того, що час проходження інформації не перевищить час розгортання бойових позицій противника, що підлягають повітряній розвідці, а саме:

$$P_{\text{акт.}} = \exp(-T_{\text{пол.}} / T_{\text{розг.}}), \quad (7)$$

де $T_{\text{пол.}}$ – час польоту БВ-розвідника і передачі розвідувальної інформації на пункт управління (час знаходження БВ-розвідника в повітрі), год.; $T_{\text{розг.}}$ – час розгортання бойових позицій противника, що підлягають повітряній розвідці, год.

Усе це свідчить про необхідність підвищення швидкості польоту БВ-розвідника не тільки для виконання завдання повітряної розвідки і передачі розвідувальної інформації на пункт управління в неспотвореному вигляді та збереження її актуальності, але і для подолання БВ-розвідником дій ППО противника.

Висновок

Визначено основні показники ефективності для багатофункціонального винищувача що виконує завдання повітряної розвідки для формування головного показника – потенціальної ефективності бойового авіаційного комплексу, що допоможе розробити методику вибору перспективного зразка БАК для Повітряних Сил.

Література

1. <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f15ef.html>.
2. <http://www.imperiya.by/f16/club.html?id=8239>.
3. <http://www.paralay.com/f35.html>.
4. <http://www.airwar.ru/enc/fighter/su35.html>.
5. <http://www.paralay.com/mig35.html>.
6. <http://www.airwar.ru/enc/fighter/ef2000.html>.
7. <http://worldweapon.ru/sam/jas39.php>.
8. <http://airwar.ru/enc/fighter/rafal.html>.
9. <http://www.paralay.com/j17.html>.
10. Ростопчин В.В. Элементарные основы оценки эффективности применения беспилотных авиационных систем для воздушной разведки. М., ЦНИИ АРКС, 2009.
11. http://www.sinf.ru/catalog/si_video/video_distortion.htm – Теория информации.
12. <http://dee.karelia.ru/files/circuit/Ps8.htm> – Количественная оценка информации.
13. Бакеев Д.А. Оценка технической эффективности радиотехнических систем передачи информации и систем связи. КамчатГТУ.– 2006.
14. <http://compomaniac.ru/nbsp-aposteriornaya-ocenka-pomexoustojchivosti.html> – Искажение посылок при передаче дискретной информации.
15. <http://www.ict.edu.ru/ft/000004/HTML/3.htm#pg3.3> – Критерии верности передачи дискретных сообщений.
16. <http://www.rusarmy.com/forum/topic7040-20.html> – ВВС и РЭБ России против ПВО Грузии.
17. http://pentagonus.ru/publ/sredstva_rehb_sukhoputnykh_vojsk_ssha/80-1-0-1292 – Состояние и перспективы развития средств РЭБ армии США.
18. <http://www.whiteworld.ru/rubriki/000114/000/02012901.htm> – Глушение сигналов спутниковой навигационной системы GPS NAVSTAR.

Bibliography (transliterated)

1. <http://www.airwar.ru/enc/fighter/f15ef.html>.
2. <http://www.imperiya.by/f16/club.html?id=8239>.
3. <http://www.paralay.com/f35.html>.
4. <http://www.airwar.ru/enc/fighter/su35.html>.
5. <http://www.paralay.com/mig35.html>.
6. <http://www.airwar.ru/enc/fighter/ef2000.html>.
7. <http://worldweapon.ru/sam/jas39.php>.
8. <http://airwar.ru/enc/fighter/rafal.html>.
9. <http://www.paralay.com/j17.html>.
10. Rostopchin V.V. Jelementarnye osnovy ocenki jeffektivnosti primeneniya bespilotnyh aviacionnyh sistem dlja vozdushnoj razvedki. M., CNII ARKS, 2009.
11. http://www.sinf.ru/catalog/si_video/video_distortion.htm – Teorija informacii.
12. <http://dee.karelia.ru/files/circuit/Ps8.htm> – Kolichestvennaja ocenka informacii.
13. Bakeev D.A. Ocenka tehniceskij jeffektivnosti radiotehniceskijh sistem peredachi informacii i sistem svjazi. KamchatGTU.– 2006.
14. <http://compomaniac.ru/nbsp-aposteriornaya-ocenka-pomexoustojchivosti.html> – Iskazhenie posylok pri peredache diskretnoj informacii.
15. <http://www.ict.edu.ru/ft/000004/HTML/3.htm#pg3.3> – Kriterii vernosti peredachi diskretnykh soobshhenij.
16. <http://www.rusarmy.com/forum/topic7040-20.html> – VVS i RJeB Rossii protiv PVO Gruzii.
17. http://pentagonus.ru/publ/sredstva_rehb_sukhoputnykh_vojsk_ssha/80-1-0-1292 – Sostojanie i perspektivy razvitija sredstv RJeB armii SShA.
18. <http://www.whiteworld.ru/rubriki/000114/000/02012901.htm> – Glushenie signalov sputnikovoj navigacionnoj sistemy GPS NAVSTAR.