

АНАЛІЗ АПАРАТУРНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ЗАСТОСУВАННЯ БОРТОВОЇ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ СТАНЦІЇ ДЛЯ ВЕДЕННЯ КОНТРАДІОЕЛЕКТРОННОЇ ПРОТИДІЇ

В роботі авторами розкрито питання радіоелектронної протидії бортової радіолокаційної станції активним перешкодам. Розглянуті можливі варіанти бойового застосування літаків-винищувачів, особливості використання їх бортових радіолокаційних станцій на етапах перехоплення повітряних цілей. Здійснений аналіз апаратурних можливостей функціонального використання сучасних бортових радіолокаційних станцій для ведення контррадіоелектронної протидії станціям активних перешкод індивідуального захисту літаків противника.

Ключові слова: бортові радіолокаційні станції, контррадіоелектронна протидія.

Вступ

Сучасні бортові радіолокаційні станції (БРЛС) є основою ефективного виконання завдання літаком-винищувачем. Сучасні бортові засоби радіоелектронного подавлення (станції активних перешкод індивідуального захисту (САП ІЗ) та бортові комплекси оборони (БКО)) літаків забезпечують виживання літака під час виконання ним поставленого завдання. У зв'язку з важливістю завдань, які виконують БРЛС та бортові засоби радіоелектронного подавлення (РЕП), дослідження питання щодо протидії їм є і буде актуальним в умовах постійного їх розвитку. Значне збільшення ефективності бортових засобів РЕП, а саме САП ІЗ, призвело до того, що останнім часом замість захисту від бортових засобів РЕП стали активно досліджуватися питання радіоелектронної протидії цим засобам – контррадіоелектронна протидія (КРЕПр) [1–8]. Основним об'єктом протидії є станція активних перешкод та інформаційні підсистеми, які забезпечують її роботу та входять до складу БКО літаків [4–6]. Основним суб'єктом здійснення КРЕПр є бортові радіолокаційні станції та можуть бути додаткові технічні пристрої та системи, які здійснюватимуть негативний вплив на функціонування бортових САП ІЗ противника. Використання БРЛС для здійснення КРЕПр вимагає досконалого дослідження процесів їх функціонування в різних варіантах бойового застосування та пошуку можливостей щодо застосування його з метою ведення КРЕПр. Тому тематика статті є актуальною темою досліджень.

Аналіз останніх досліджень та публікацій з цього напрямку свідчить про те, що дослідженням питань радіоелектронної протидії бортовим станціям активних перешкод противника завжди приділялася значна увага [1–3]. Питання захисту від перешкод як на землі, так і в повітрі активно досліджуються. Активна протидія сучасним засобам радіоелектронного подавлення є сьогодні одним із прогресивних напрямків подальшого розвитку ведення радіоелектронної боротьби (РЕБ) [1–9]. Тобто перехід від активного знищення або руйнування засобу РЕБ противника до можливості порушення його функціонування або подавлення його самого радіоелектронним сигналом є сучасною перспективою подальшого розвитку теорії РЕБ. Сьогодні відомі декілька способів КРЕПр бортових САП ІЗ [5–8]. Більшість їх базується на зміні роботи БРЛС в різних режимах з метою подавлення розвідувальних підсистем засобів радіоелектронного подавлення противника. БРЛС працює не завжди, тому виникають такі проміжки часу коли його можна застосовувати для здійснення РЕП радіоелектронних засобів (РЕЗ) противника. А також є такі режими роботи БРЛС, які функціонально дозволяють поєднувати роботу комплексу та ведення КРЕПр.

Тому метою статті є аналіз апаратурних можливостей щодо функціонального застосування бортової радіолокаційної станції в інтересах ведення контррадіоелектронної протидії станціям активних перешкод індивідуального захисту противника.

Основна частина

Розглянемо можливості використання БРЛС для здійснення КРЕПр. Зупинимося на трьох можливих варіантах бойового застосування літаків-винищувачів: винищувач-перехоплювач ППО; винищувач супроводження груп ударних літаків; фронтовий літак.

Політ під час виконання бойової задачі з перехоплення повітряних цілей умовно ділиться на п'ять етапів: етап 1 – від аеродрому зльоту до вихідного пункту маршруту; етап 2 – від початку наведення винищувача на ціль до виявлення цілі бортовою РЛС; етап 3 – зближення з ціллю в режимі самонаведення за інформацією від РЛПК; етап 4 – атака повітряної цілі і вихід з атаки; етап 5 – повернення на аеродром базування.

Політ під час виконання бойової задачі щодо супроводження груп ударних літаків теж умовно ділиться на п'ять етапів: етап 1 – від аеродрому зльоту до пункту зустрічі з літаками ударної групи; етап 2 – а) супроводження ударної групи над своєю територією до лінії бойового зіткнення і б) супроводження ударної групи при подоланні системи ППО; етап 3 – а) супроводження ударної групи у разі польоту над територією противника до району цілі і б) супроводження ударної групи під час подолання об'єктової ППО; етап 4 – а) захист літаків ударної групи під час нанесення ударів по цілі і б) супроводження ударної групи під час польоту над територією противника від району цілі до лінії бойового зіткнення; етап 5 – а) супроводження ударної групи під час подолання системи ППО і б) під час повернення на аеродром базування.

На п'ять етапів ділиться також політ з метою нанесення ударів по об'єктах противника в прифронтовій зоні: етап 1 – від аеродрому зльоту до лінії бойового зіткнення; етап 2 – подолання системи ППО; етап 3 – а) удари по цілях у тактичній глибині та б) повітряні бої з авіацією противника; етап 4 – а) удари по цілях в оперативній глибині та б) повітряні бої з авіацією противника; етап 5 – а) подолання системи ППО і б) повернення на аеродром базування.

Особливістю використання БРЛС є те, що тільки на першому етапі перехоплення повітряної цілі над своєю територією в інтересах радіоелектронного подавлення радіоелектронних засобів противника можна використовувати всі канали БРЛС. У решті випадків в інтересах РЕП можуть використовуватись тільки окремі канали або блоки БРЛС: антена, частина або всі приймальні канали, передавач (якщо він працював на еквівалент антени). Додаткові можливості з'являються в тому випадку, коли погодні та інші умови в якості інформаційного каналу системи управління озброєнням дозволяють застосувати оптико-електронний прицільний комплекс.

Одним із способів використання БРЛС для ведення РЕП БРЛС противника, можливо, є перевипромінювання підсиленого та зміненого радіолокаційного сигналу противника для створення перешкод, які вводять за дальністю та швидкістю. Другим способом є випромінювання хаотичного радіолокаційного сигналу в бік противника, що ускладнює йому радіолокаційну обстановку, або випромінювання безперервного сигналу в бік літака противника упродовж часу необхідного для автоматичного включення його САП ІЗ, що створює передумови для вимкнення БРЛС через електромагнітну несумісність роботи БРЛС та САП ІЗ. Хаотичне вмикання та вимкнення режиму безперервного супроводження ускладнює роботу інформаційних систем літака противника, що негативно впливає на роботу його БРЛС та САП ІЗ. Якщо РЕП та КРЕПр здійснюється групою літаків, то перешкодова обстановка для противника значно ускладнюється, що негативно впливає на ефективність виконання бойового завдання.

Для КРЕПр способами, які базуються на змінах роботи БРЛС під час спостереження та наведення на ціль, коли САП ІЗ противника працює в режимах випромінювання перешкод, БРЛС частково застосовується за визначеними завчасно умовами, дотримання яких не впливає на ефективність виконання завдання щодо спостереження за ціллю чи наведення ракети на неї. Задачі, які виконує БРЛС продовжують виконуватися, тільки незначно погіршуються деякі характеристики роботи БРЛС. Їх зміна не вплине суттєво на роботу

БРЛС взагалі, але САП ІЗ противника не зможе ефективно впливати на БРЛС, тим самим підвищуючи ефективність його функціонування.

Аналіз можливостей використання БРЛС для ведення РЕП та КРЕПр не можливо здійснити без аналізу часових графіків роботи БРЛС. У БРЛС винищувачів ЗС України закладено тактовий принцип організації його роботи [8, 9]: упродовж одного такту вирішується одна конкретна задача, а для вирішення комплексу задач використовується послідовність тактів. Кожен такт БРЛС включає три частини. Перша частина такту призначена для підготовки рішення задачі такту відповідно до команд, що надходять від ЦЕОМ. Середина такту призначена для радіолокаційного контакту з ціллю за встановлених під час першої частини такту параметрів і режимів роботи всіх каналів і блоків БРЛС. Остання частина такту призначена для видачі інформації, яка надійшла в відбитих сигналах цілі. Такт не може ділитись на частини, скорочуватись або подовжуватись. Такт роботи БРЛС складається з одного, двох або трьох машинних тактів (ТТМ). Такти режиму огляду повітряного простору мс не можуть використовуватись одночасно для рішення двох задач, наприклад для виявлення цілей та створення перешкод.

Такти режиму супроводження за координатами однієї цілі, які складаються з двох машинних тактів, використовуються інакше: під час першого машинного такту, тобто робота БРЛС організовується під час огляду, а протягом другого машинного такту ЦЕОМ обробляє отриману інформацію і вносить необхідні корективи в роботу слідкуючої системи. На цьому інтервалі часу канали і блоки БРЛС не використовуються. Вільний інтервал часу за виключенням перших тактів (прийом інформації і встановлення необхідних параметрів та режимів роботи) може використовуватись в інтересах ведення РЕП бортових радіолокаційних систем противника.

Такти підсвічування і радіокорекції (тривалість трьох машинних тактів) пов'язані з використанням тільки передавального каналу на літерній частоті підсвічування. Приймачі на цю частоту настроїти неможливо. Повний пакет інформації для ракет видається впродовж кадру радіокорекції, який складається з трьох рівних частин, які призначені для послідовного контакту з трьома пущеними ракетами з радіолокаційними головками самонаведення (РГС). На практиці застосовуються одночасно одна або дві ракети з РГС. Тому протягом кожного з кадрів є вільні вікна для використання БРЛС в інтересах РЕП, а також під час роботи БРЛС в режимі безперервного супроводження цілі є можливість його використання для КРЕПр САП ІЗ противника шляхом реалізації способів КРЕПр. Кожен інтервал складається з семи пар тактів (пару складають такт супроводження і такт підсвічування та радіокорекції). Таким чином в інтересах РЕП протягом кадру можна використати 7 або 14 (такти підсвічування і радіокорекції) і 21 інтервал (друга половина такту супроводження).

Можливе також інше рішення – ускладнити часовий графік роботи БРЛС шляхом вклинювання поміж існуючими тактами роботи додаткові такти РЕП потрібного змісту. Ці додаткові такти РЕП можуть мати тільки тривалість, кратну тривалості машинного такту. При цьому збільшиться дискретність надходження радіолокаційної інформації, що викличе зростання помилок вимірювання, оскільки помилки екстраполяції пропорційні інтервалу дискретизації. Ці додаткові такти РЕП під час супроводження однієї цілі можуть мати тривалість тактів підсвічування і радіокорекції, а часовий графік роботи БРЛС при цьому повинен повторювати кадри підсвічування та радіокорекції. Такий висновок базується на тому, що у разі застосування ракет з РГС подібний режим роботи забезпечує необхідну точність супроводження цілі.

Упродовж тактів РЕП управління роботою БРЛС повинне організовуватись відповідно до встановленого порядку розподілення часу в такті: протягом перших 4.8 мс по паралельній цифровій магістралі повинна надійти інформація щодо параметрів і режимів роботи каналів і блоків БРЛС, яка забезпечить їх вихід на потрібний режим роботи. Тривалість тактів РЕП не обмежена, але вона повинна включати ціле число машинних тактів.

Канали та блоки БРЛС мають певні особливості, які необхідно враховувати під час використання БРЛС в інтересах РЕП та КРЕПр [9]. Насамперед це стосується організації управління блоками і режимами роботи, яке завжди здійснюється командами, що виробляються ЦЕОМ і передаються по паралельній цифровій магістралі третього рівня, яка включає двонаправлену паралельну 16-розрядну магістраль даних, однонаправлену паралельну 16-розрядну магістраль адресу і аналогову магістраль управління. Робота ЦЕОМ та каналів і блоків БРЛС узгоджується в часі за допомогою каналу синхронізації БРЛС, який виробляє всі необхідні інтервали часу, в тому числі і синхроімпульси для запуску машинних тактів (тактові імпульси машинні ТІ-М). Робота магістралі управління синхронізується сигналами ТІ-М. Організація зовнішнього управління роботою БРЛС упродовж тактів РЕП та КРЕПр можлива тільки через зазначені магістралі відповідно до встановлених стандартів їх роботи.

ЦЕОМ жорстко запрограмована на забезпечення існуючих режимів роботи БРЛС. Для включення до її задач управління роботою впродовж тактів РЕП та КРЕПр необхідно заново розробляти все математичне забезпечення, тому прийнятним є тільки підключення до існуючої цифрової магістралі спеціального процесора для управління тактами РЕП та КРЕПр з одночасним блокуванням на цей час ЦЕОМ.

Висновки

Результати аналізу можливостей функціонального використання бортового радіолокаційного прицільного комплексу в інтересах ведення РЕП бортових радіолокаційних систем противника та КРЕПр його станціям активних перешкод індивідуального захисту показують, що дані можливості існують та вони можуть бути практично реалізовані, однак потрібно внесення деяких конструктивних змін та доповнень як до обладнання БРЛС так і до програмного забезпечення. Подальшим напрямком досліджень за даним питанням є вивчення апаратурних можливостей БРЛС щодо практичної реалізації питань РЕП та КРЕПр, а також розроблення практичних алгоритмів функціонування БРЛС в таких умовах.

Література

1. Vant Brunt L. B. Applied EGM, V 1,2, 1982. E.W. Engineering, USA.
2. Семененко, О.М. Основні принципи контррадіоелектронної протидії сучасним бортовим станціям активних перешкод індивідуального захисту літака [Текст] / О.М. Семененко, І.В. Чекед, С.А. Чупахін // ЗНП ЦНДІ ЗС України. – 2011. – №2(56). – С. 178–188.
3. Василевич Л.Ф., Семененко О.М. Контррадіоелектронне подавлення, як складова частина РЕБ. [Текст] / О.М. Семененко // Збірник наукових праць №5. – К.: НЦ ВПС України, 2002. – С. 48-50.
4. Семененко, О.М. Щодо інтегрування бортового радіоелектронного обладнання літаків-винищувачів Збройних Сил України в єдиний комплекс [Текст] / Ю.Б. Добровольський // Збірник наукових праць ЦНДІ ЗС України №1(55). – К.: ЦНДІ ЗС України, 2002. – С. 48-50.
5. Семененко, О.М. Щодо перспективного напрямку розвитку індивідуальних засобів радіоелектронної боротьби для літаків-винищувачів Збройних Сил України [Текст] / О.М. Семененко, І.В. Чекед, С.А. Чупахін // ЗНП ЦНДІ ЗС України. – 2011. – №2(56). – С. 178–188.
6. Семененко, О.М. Щодо визначення послідовності комплексного застосування способів контррадіоелектронної протидії станціям активних завад противника та оцінка ефективності її ведення [Текст] / О.М. Семененко // ЗНП ЦНДІ ЗС України. – 2006. – №2(36). – С. 109–116.
7. Василевич, Л.Ф. Спосіб контррадіоелектронного подавлення станції активних завад, яка працює в режимі випромінювання поляризаційної завади [Текст] / О.М. Семененко // Труды Академії. – 2004. – № 50. – С. 163–167.
8. Семененко, О.М. Спосіб контррадіоелектронної протидії літаковій станції активних перешкод противника шляхом порушення її функціонування [Текст] / О.М. Семененко, І.В. Чекед, Ю.Б. Добровольський, І.Ю. Коваленко // ЗНП ЦНДІ ЗС України. – 2011. – №4(58). – С. 224–236.

Надійшла 30.10.2015 р.

Рецензент: д.т.н., проф. Дружинін В.А.