

СЕКЦІЯ 15

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Керівники секції: генерал-майор С.Д. Вишневський;
д.т.н. проф. В.Д. Карлов
Секретар секції: А.В. Тугай

ПРОБЛЕМНІ ПИТАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОГО ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ БЕЗПЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

С.Д. Вишневський¹; Л.В.Бейліс¹; В.Й. Климченко² к.т.н. доц;

¹Командування Повітряних Сил Збройних Сил України

²Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Одним з пріоритетних напрямків використання новітніх технологій у військової галузі є широке застосування малорозмірних безпілотних літальних апаратів (БПЛА) для виконання розвідувальних та ударних завдань. На сьогодні в арміях провідних країн світу все більше і більше бойових завдань покладаються саме на БПЛА.

На сьогодні практично не існує спеціальних засобів своєчасного виявлення малорозмірних БПЛА. Через це постає питання про можливість застосування радіолокаційних засобів, які є на озброєнні радіотехнічних військ (РТВ) Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил України, для виявлення малорозмірних БПЛА.

Проведен аналіз та визначені особливості малорозмірних БПЛА, як об'єктів радіолокаційної розвідки. Проведено дослідження потенційних можливостей засобів радіолокації, які є на озброєнні РТВ ПС, щодо виявлення БПЛА різних класів, та визначені основні проблемні питання.

Обґрунтовано вимоги до перспективних радіолокаційних засобів виявлення малорозмірних БПЛА. Визначені умови, обмеження та розроблені пропозиції щодо підвищення ефективності використання існуючих засобів радіолокації для виявлення малорозмірних БПЛА

ВИКОРИСТАННЯ В АНТЕННИХ СИСТЕМАХ ПЛАСКОГО ПЛАЗМОВОГО ШАРУ З МАЛИМ ВИГИНОМ

В.Д. Карлов¹, д.т.н. проф.; А.М. Артеменко², к.т.н.;

А.С. Кійко¹, к.ф.-м.н.; Ю.В. Кіріченко¹

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Генеральний штаб Збройних Сил України

Особливості використання літаків в зоні АТО свідчить про те, що найбільш сильно блискучими точками на літаках є антенні системи. У зв'язку з цим, зменшення ефективної поверхні, що відбиває, цих антенних систем є одним із актуальних завдань радіолокації. У доповіді розглядається можливість створення специфічних антенних систем, що володіють

мінімальною ефективною поверхнею, що відбиває, в режимі невикромінювання, і дозволяють, в разі їх установки на літаках, лоцювати цілі як в передній, так і в задній на півсфері.

В доповіді представлені результати теоретичного дослідження моделі петлевої плазмової антени, що представляє собою плоский шар плазми на металевій підкладці з малим кутом вигину. Були обчислені діаграми спрямованості і коефіцієнти перетворення енергії поверхневої хвилі для різних параметрів завдання. Показано, що в випромінювання перетвориться до 10% енергії поверхневої хвилі при кути вигину у 0.3 рад, а діаграми спрямованості мають одну пелюстку з максимумом під гострими кутами.

ОЦІНКА МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ ПРИ ВИМІРЮВАННІ ШВИДКОСТІ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ У РЕАЛЬНІЙ ЗАВАДОВІЙ ОБСТАНОВЦІ

І.Г. Леонов¹, к.т.н., доц.; А.М. Коржов¹, к.т.н., доц.; А.М. Артеменко², к.т.н.

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Генеральний штаб Збройних Сил України

В умовах масованого нальоту із застосуванням усього арсеналу засобів вогневого придушення і радіоелектронної боротьби актуальним є завдання виявлення таких маловисотних цілей як, наприклад, ударних або розвідувальних безпілотних літальних апаратів та гелікоптерів.

Це завдання може бути вирішене з використанням високо інформаційних перешкодо-захисених радіолокаційних станцій.

Як показано у доповіді, вимір швидкості цілей у тропосферному радіолокаційному каналі може бути більш простим при використанні багаточастотних сигналів. Реалізація переваг багаточастотних сигналів в значній мірі залежать не тільки від характеру флуктуацій відбитих від цілі сигналів, а і від їх параметрів й засобів обробки.

У доповіді наведені результати дослідження часових, спектральних і кореляційних властивостей багаточастотних сигналів з метою оцінки можливості їх використання у радіолокаційних станціях виміру параметрів маловисотних цілей приморського розташування у реальній заводовій обстановці в тропосферному радіохвилеводі.

ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ НА ТОЧНІСТЬ ВИМІРУ ШВИДКОСТІ ТА ДАЛЬНОСТІ ДО МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ У МОДУЛЮЮЧИХ ПЕРЕШКОДАХ

І.Г. Леонов¹, к.т.н., доц.; А.М. Коржов¹, к.т.н., доц.; А.М. Артеменко², к.т.н.

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Генеральний штаб Збройних Сил України

Показано, що на сучасному етапі розвитку радіотехнічних засобів виявлення маловисотних цілей в тропосферному радіолокаційному каналі може бути покращено при використанні складених по частоті, багаточастотних сигналів.

Як показано у доповіді, виграш у точності виміру дальності до маловисотних цілей у тропосферному радіолокаційному каналі багаточастотною радіолокаційною станцією може складати до 30% у порівнянні з одночастотною РЛС при тих же потужностях випромінювання та ЕПР цілі.

У доповіді проведений порівняльний аналіз основних видів багаточастотних сигналів. За результатами моделювання можна стверджувати, що послідовні БЧ сигнали із суцільним АЧС доцільно використовувати для покращення точності виміру дальності до маловисотних цілей у радіолокаційному каналі над морем в флуктуаційних перешкодах. Послідовні БЧ сигнали з прямокутною обвідною доцільно використовувати для підвищення виміру швидкості маловисотних цілей над морем. У радіолокаційному каналі з модулюючими перешкодами доцільно використовувати багаточастотні сигнали обвідна і АЧС яких не суцільні.

КРИТЕРІЙ ВИБОРУ ЗОНДУЮЧИХ СИГНАЛІВ РЛС СУПРОВОДЖЕННЯ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ В ІСНУЮЧІЙ ЗАВАДОВІЙ ОБСТАНОВЦІ

І.Г. Леонов¹, к.т.н., доц.; А.М. Коржов¹, к.т.н., доц.; А.М. Артеменко², к.т.н.

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Генеральний штаб Збройних Сил України

Будь-який порівняльний аналіз допускає, насамперед, вибір критерію порівняння. Порівняння радіолокаційних сигналів можливо шляхом порівняння їх комплексних обвідних, спектрів або двовимірних кореляційних функцій, тому що вони несуть найбільш повну інформацію про їхні властивості. Такі критерії порівняння досить зручні, але їх недолік полягає у відсутності безпосереднього зв'язку із тактико-технічними характеристиками РЛС – такими як імовірність правильного виявлення та хибної тривоги, точність визначення координат цілі, імовірність правильного розпізнавання цілей і т.д.

Як показано у доповіді, в якості інтегрального критерію порівняння зонduючих сигналів РЛС запропоновано час та смуга когерентності сигналу, які зворотно-пропорційно пов'язані з релеєвською роздільною здатністю у координатах дальність – швидкість. Похідними характеристиками точності виміру дальності можуть бути тривалість головної пелюстки, амплітуда бічних пелюсток, а точності виміру швидкості – смуга головної пелюстки, амплітуда бічних пелюсток частотнокореляційної функції сигналу.

За допомогою розглянутих критеріїв можна зробити вибір типу зонduючого сигналу та його параметрів.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЗОНИ ВИЯВЛЕННЯ РЛС П-18 ІЗ ВРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОБУДОВИ АНТЕННО-ФІДЕРНОЇ СИСТЕМИ

Л.Г. Корнієнко¹, д.т.н. проф.; В.Д. Карлов¹, д.т.н. проф.;

В.В. Белоусов¹, к.т.н., доц.; О.В. Струцінський²; В.П. Катков¹

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Військова частина А2533

У процесі бойової роботи РЛС виникає необхідність змінювати параметри зони виявлення. Для цього в конструкції антенної системи передбачені декілька варіантів висот підйому антени, відстаней між її елементами, кутових положень антенної решітки у вертикальній площині. На параметри зони суттєво впливає спосіб живлення випромінювачів та електричні параметри Землі. Важливо при розгортанні РЛС на тій чи іншій позиції мати оперативну інформацію за особливості зони виявлення та можливості зміни її параметрів для адаптації до повітряної обстановки.

В доповіді розглядається методика розрахунку зон виявлення з врахуванням вказаних особливостей антенної системи, та на її основі створена комп'ютерна програма. Використані можливості математичного пакета Mathcad для наочного представлення результатів розрахунку. Параметри зони виявлення представлені у нормованому виді до дальності виявлення цілі у вільному просторі, що узагальнює результати до характеристик РЛС та цілі. Проведено тестування програми шляхом порівняння результатів з відомими, встановлені межі її застосування. Програма дозволила визначити варіанти побудови антени на різних типах позицій для компромісного або пріоритетного забезпечення вимог до зони виявлення по куту місця, стелі беспровальної проводки, максимальної дальності виявлення, визначення найкращих умов для виявлення маловисотних цілей.

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ РОЗРІЗНЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Л.Г. Корнієнко¹, д.т.н. проф.; В.Д. Карлов¹, д.т.н. проф.;

В.В. Белоусов¹, к.т.н., доц.; А.М. Артеменко², к.т.н.; В.П. Катков¹

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Генеральний штаб Збройних Сил України

Особливість рішення задач, які розглядаються, полягає у розробці способу підвищення спрямованості антени РЛС метрового діапазону при умові збереження конструктивних особливостей антени і кількості випромінювачів в ній. Як відомо, що для звуження діаграми спрямованості антени потрібно перш за все збільшувати розмір антени у горизонтальній площині, що при незмінній кількості випромінювачів можливо шляхом збільшення кроку решітки. Але при цьому з'являються дифракційні максимуми, вони наближаються до головного пелюстка, і спрямованої дії випромінювача стає недостатньо для придушення їх до рівня бічних пелюстків, як це відбувається у існуючій конструкції антени. В доповіді запропоновано використання

нееквідистантного розміщення випромінювачів, при якому виникає ефект руйнування дифракційних максимумів. Вибраний спосіб змінної густини розташування випромінювачів, який дозволяє при рівномірному живленні випромінювачів (що спрощує схему збудження антени і покращує її енергетичні показники) знизити рівень бічних і дифракційних пелюсток, зменшити ширину головного пелюстка при певному збільшенні розміру антени. Труднощі полягали у визначенні компромісного варіанту реалізації вказаного способу, пошук якого здійснювався за допомогою створеної комп'ютерної програми. У запропонованому варіанті побудови нееквідистантної решітки ширина головного пелюстка зменшилася на 1^0 , рівень бічних пелюсток (які мають нерегулярну структуру) склав -15дБ , довжина траверси, на якій за допомогою підкосів закріплюються випромінювачі, збільшилася на 13%.

КОНСТРУКТИВНИЙ СИНТЕЗ БАГАТОШАРОВОЇ ПОЛЯРИЗАЦІЙНО-ГОЛОГРАФІЧНОЇ АНТЕНИ

Ю.А. Гусак, д.військ.н., с.н.с.; А.О.Марченко

Воєнно-наукове управління Генерального штабу ЗС України

Енергетична доступність до джерел радіовипромінювань напряму залежить від узгодженості виду поляризації антенної системи (АС) пасивного радіотехнічного засобу (РТЗ) та поляризаційних характеристик вхідних сигналів. Тому для вирішення цього проблемного питання необхідно використовувати АС, що створюють інваріантні діаграми спрямованості антен до поляризації вхідних сигналів. Такою антеною є поляризаційно-голографічна антена (ПГА), яка за своїми властивостями може перетворювати лінійно-поляризований сигнал у сигнал із коловою поляризацією, а для забезпечення енергетичної доступності в широкому частотному діапазоні доцільно використовувати багатошарові ПГА.

У доповіді подано порядок конструктивного синтезу багатошарової поляризаційно-голографічної антени (БПГА), який має складатись з трьох основних етапів:

1. Розрахунок конфігурації шарів АС з урахуванням розроблених на основі інтегральних рівнянь першого роду електродинамічної моделі БПГА та голографічно-аситотичного методу знаходження електромагнітного поля для кожного шару БПГА, що відповідає визначеним робочим діапазнам частот.

2. Розрахунок коефіцієнтів проходження та відбиття у БПГА на основі матричного методу визначення функції трансформації та методу середніх граничних умов.

3. Визначення взаємного впливу шарів АС та за потреби корегування щільності вібраторів і конфігурації шарів БПГА.

Показано, що такий порядок дає змогу за заданими технічними характеристиками побудувати АС на основі БПГА з відповідними лінійними розмірами для пасивного РТЗ.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ РАДІОЛОКАТОРУ ВИЯВЛЕННЯ ТА ІДЕНТИФІКАЦІЇ ВИБУХОНЕБЕЗПЕЧНИХ ОБ'ЄКТІВ У ҐРУНТІ

Г.С. Залевський, д.т.н., с.н.с.; М.Ф. Пічугін, к.військ.н. проф.;

Г.В. Рибалка, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Можливості засобів тих систем, що у даній час використовуються для виявлення вибухонебезпечних предметів, суттєво обмежені. Низька ефективність зазначених засобів зумовлена тим, що вони не здатні вирішувати задачу ідентифікації мін на фоні інших заважаючих предметів і неоднорідностей у ґрунті.

При виявленні та ідентифікації мін у ґрунті та на його поверхні ряд переваг має радіолокаційний метод зондування. На етапі створення перспективної радіолокаційної системи виявлення та ідентифікації вибухонебезпечних об'єктів доцільно мати апіорну інформацію про радіолокаційні відгуки підповерхневих об'єктів. Для цього створено математичну модель радіолокатора виявлення та ідентифікації, у основу якої покладено електродинамічний метод розрахунку електромагнітних відгуків металевих та діелектричних об'єктів, розташованих поблизу межі поділу діелектричних середовищ.

Розроблений пакет прикладних програм дозволяє моделювати радіолокаційні сигнали, відбиті мінами різних типів та іншими металевими і діелектричними об'єктами (неоднорідностями), при заданих типі і параметрах ґрунту (густині та вологості), поляризації, просторових і часово-частотних параметрах зондувального сигналу. Модель дозволяє враховувати частотні параметри передавальної і приймальної антен, передавального та приймального пристроїв. У ній передбачено алгоритм ідентифікації підповерхневих об'єктів, заснований на аналізі власних комплексних резонансів.

ОЦІНКА ХАРАКТЕРИСТИК СПРЯМОВАНІСТІ ЦАР З УРАХУВАННЯМ ФАЗОВИХ ПОХИБОК В АЦП

В.А. Ковальчук, к.т.н., доц.; О.Л. Кузнецов, к.т.н., доц.; В.А. Андрієвський

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Наведені результати чисельного розрахунку характеристик спрямованості цифрових антенних решіток (ЦАР) з урахуванням фазових похибок, які виникають при перетворенні сигналу з аналогової в цифрову форму в аналого-цифрових приймальних модулях (АЦПрМ).

В АЦП сигнал спотворюється внаслідок дискретизації, квантування та шумів джитеру; через нелінійність характеристики квантування АЦП спотворення також вносить шум. Через це в розкритві ЦАР на виході АЦП виникають амплітудні та фазові похибки; фазові похибки мають переважний вплив на характеристики спрямованості. Фазові похибки можливо вважати рівномірно розподіленими та статистично незалежними за апертурою. Результиуюча фазова похибка в кожному каналі є сумою фазових похибок,

обумовлених дискретизацію сигналу, квантуванням сигналу, джитером АЦП, та шумової фазової похибки. Наведені чисельні співвідношення, які дозволяють оцінити величину кожної складової фазової похибки. За величиною фазових похибок в каналах ЦАР проведена оцінка характеристик спрямованості ЦАР та сформульовані загальні висновки про їх залежність від інтервалу дискретизації, розрядності АЦП, джитеру АЦП та відношення сигнал-шум. Отримані результати можуть бути використані під час вирішення задачі синтезу ЦАР на етапі вибору елементної бази.

МЕТОДИКА РОЗРАХУНКУ ЗОНИ ВИЯВЛЕННЯ РЛС П-18 ІЗ ВРАХУВАННЯМ ОСОБЛИВОСТЕЙ ПОБУДОВИ АНТЕННО-ФІДЕРНОЇ СИСТЕМИ

Л.Г. Корнієнко, д.т.н. проф.; В.Д. Карлов, д.т.н. проф.;

В.В. Белоусов, к.т.н., доц.; В.П. Катков

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

У процесі бойової роботи РЛС виникає необхідність змінювати параметри зони виявлення. Для цього в конструкції антенної системи передбачені декілька варіантів висот підйому антени, відстаней між її елементами, кутових положень антенної решітки у вертикальній площині. На параметри зони суттєво впливає спосіб живлення випромінювачів та електричні параметри Землі. Важливо при розгортанні РЛС на тій чи іншій позиції мати оперативну інформацію за особливості зони виявлення та можливості зміни її параметрів для адаптації до повітряної обстановки. Розроблена методика розрахунку зон виявлення з врахуванням вказаних особливостей антенної системи, та на її основі створена комп'ютерна програма. Використані можливості математичного пакета Mathcad для наочного представлення результатів розрахунку. Параметри зони виявлення представлені у нормованому виді до дальності виявлення цілі у вільному просторі, що узагальнює результати до характеристик РЛС та цілі. Проведено тестування програми шляхом порівняння результатів з відомими, встановлені межі її застосування. Програма дозволила визначити варіанти побудови антени на різних типах позицій для компромісного або пріоритетного забезпечення вимог до зони виявлення по куту місця, стелі беспровальної проводки, максимальної дальності виявлення, визначення найкращих умов для виявлення маловисотних цілей.

СПОСІБ ПІДВИЩЕННЯ РОЗРІЗНЮВАЛЬНОЇ ЗДАТНОСТІ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

Л.Г. Корнієнко, д.т.н. проф.; В.Д. Карлов, д.т.н. проф.;

В.В. Белоусов, к.т.н., доц.; В.П. Катков

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Задача полягала у розробці способу підвищення спрямованості антени РЛС метрового діапазону при умові збереження конструктивних особливостей антени і кількості випромінювачів в ній. Проблема полягала у тому, що для

звуження ДС антени потрібно перш за все збільшувати розмір антени у горизонтальній площині, що при незмінній кількості випромінювачів можливо шляхом збільшення кроку решітки. Але при цьому з'являються дифракційні максимуми, вони наближаються до головного пелюстка, і спрямованої дії випромінювача стає недостатньо для придушення їх до рівня бічних пелюстків, як це відбувається у існуючій конструкції антени. Запропоновано використання нееквідистантного розміщення випромінювачів, при якому виникає ефект руйнування дифракційних максимумів. Вибраний спосіб змінної густини розташування випромінювачів, який дозволяє при рівномірному живленні випромінювачів (що спрощує схему збудження антени і покращує її енергетичні показники) знизити рівень бічних і дифракційних пелюстків, зменшити ширину головного пелюстка при певному збільшенні розміру антени. Труднощі полягали у визначенні компромісного варіанту реалізації вказаного способу, пошук якого здійснювався за допомогою створеної комп'ютерної програми. У запропонованому варіанті побудови нееквідистантної решітки ширина головного пелюстка зменшилася на 1° , рівень бічних пелюстків (які мають нерегулярну структуру) склав -15дБ , довжина траверси, на якій за допомогою підкосів закріплюються випромінювачі, збільшилася на 13%.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СПРЯМОВАНОЇ ДІЇ АНТЕННОЇ РЕШІТКИ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

*Л.Г. Корнієнко, д.т.н. проф.; В.В. Кобзєв; М.Б. Бровко; В.В. Старцев
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В умовах обмежених можливостей проведення натурних випробувань характеристик антен РЛС у військових умовах, стає актуальним питання розробки математичних моделей антенних систем з врахуванням найбільш суттєвих факторів, які впливають на їх спрямовану дію. У антенній решітці РЛС метрового діапазону використовуються складні за конструкцією директорні випромінювачі. Запропонована для розрахунку ДС випромінювача модель на базі теорії антен біжучих хвиль з подальшим визначенням параметрів, шляхом порівняння з експериментальними результатами. Математична модель антени РЛС побудована на теорії антенних решіток і враховує особливості збудження елементів решітки та їх розташування. Комп'ютерні розрахунки підтвердили дієвість створеної моделі, її відповідність експериментальним результатам. Детермінована модель доповнена статистичною, що враховує можливі в процесі експлуатації флуктуації в амплітудно-фазового розподілі струмів збудження та випадкові відхилення в розташуванні випромінювачів. Статистична модель дозволяє оцінити реальні характеристики спрямованості антени при відомих похибках в збудженні та розташуванні випромінювачів або визначити допустимі статистичні відхилення в конструкції антени та в параметрах її системи живлення.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ПІДВИЩЕННЯ СТЕЛІ БЕЗПРОВАЛЬНОЇ ПРОВОДКИ ЦІЛЕЙ РЛС МЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

*Л.Г. Корнієнко, д.т.н. проф.; В.В Кобзєв; Д.М. Запара; М.І. Рожков
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Розглядається антена система РЛС П-18 у вигляді двоярусної антенної решітки директорних випромінювачів. Розроблена математична модель антени, яка описує поле антени у вертикальній площині з врахуванням впливу підстиляючої поверхні. Проаналізований штатний варіант побудови антени з горизонтально орієнтованих директорних випромінювачів при основній висоті підйому антени. Підстиляюча поверхня вибрана у вигляді сухого ґрунту. Результати розрахунку для окремих випадків співпали з відомими. Завдання полягало у визначенні таких амплітудно-фазових співвідношень сигналів збудження нижнього і верхнього ярусів антени, які забезпечують збільшення стелі безпровальної проводки цілей при умові не погіршення максимальної дальності виявлення, збереження напрямку максимуму приземного пелюстка діаграми спрямованості і верхньої границі зони виявлення. Завдання вирішувалося методом перебору амплітудно-фазового розподілу у вертикальній площині антени з континууму, який не потребує суттєвої переробки штатного дільника потужності. Визначений такий розподіл енергії і фазового зсуву струмів між ярусами антенної решітки, при котрому порізність діаграми спрямованості стала меншою, стеля безпровальної проводки збільшилась на 30% , максимальна дальність зросла на 5%.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТЕЙ ОГЛЯДУ ЛЬОТНОГО ПОЛЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ПАСИВНОГО РАДІОТЕПЛОЛОКАТОРА МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ДОВЖИН ХВИЛЬ

*В.В. Белоусов, к.т.н., доц.; С.А. Тузіков, к.т.н., доц.; О.В. Лукашук, к.т.н.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Задачі створення систем огляду льотного поля обумовлені зростанням вимог до безпечного застосування авіації в різних метеоумовах. Інформацію про переміщення літальних апаратів та особового складу керівник польотів може отримати візуально та за допомогою технічних засобів: оптичних, телевізійних, відеосистем, тепловізорів. Але в умовах поганої видимості ефективність їх мала. Ці задачі можуть виконувати активні радіолокаційні станції огляду льотного поля, які мають головний недолік - електромагнітне опромінення особового складу. Аналіз літератури показує, що проблема визначення впливу електромагнітного випромінювання на організм людей залишається як і раніше актуальною. Тому, що ефекти, які при цьому виникають, до сих пір не ясні і важко піддаються визначенню. Найбільш небезпечними для людини є мікрохвильові випромінювання радіолокаційних систем, які створюють щільність потоку енергії від 40 до 4000 Вт/м². Тому, пропонується здійснювати функції огляду льотного поля за допомогою пасивного радіотеплолокатора міліметрового діапазону хвиль. Теоретичні розрахунки та експериментальні дослідження вказують на те, що рівень

прийнятого сигналу залежить від контрасту температур радіояскравості "ціль-фон", площі поверхні об'єкту та його форми, дальності та ракурсу спостереження, діаграми спрямованості приймальної антени, висоти її підйому, чутливості радіометричного приймача, умов поширення хвиль міліметрового діапазону в атмосфері.

МОДИФІКАЦІЯ АДАПТИВНОГО АЛГОРИТМУ ВИМІРЮВАННЯ АМПЛІТУД СИГНАЛІВ НА ФОНІ ГАУСОВИХ ЗАВАД

В.Є. Кудряшов, к.т.н., доц.; В.П. Катков

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Отримані математичні співвідношення для амплітуд сигналів, що спостерігаються на фоні корелірованих гаусових завад. Приведена структурна схема експериментальної установки, призначеної для вимірювання радіолокаційних дальностних портретів повітряних цілей у відповідності з модифікованим адаптивним алгоритмом вимірювання амплітуд сигналів. Досліджена залежність вимірних амплітуд сигналів від кількості ітерацій, необхідних для визначення кореляційної матриці завад.

ДО ПИТАННЯ ПРО МОЖЛИВОСТІ КЕРУВАННЯ КОМПЛЕКСНИМ КОЕФІЦІЄНТОМ ВІДБИТТЯ БАГАТОШАРОВОЇ СТРУКТУРИ, ЩО МІСТИТЬ НАПІВПРОВІДНИКИ, У МІЛІМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ ДОВЖИН ХВИЛЬ

Г.О. Моїсєєва, к.т.н., доц.; С.Г. Солнишкова, к.ф.-м.н.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

З метою вдосконалення системи захисту малорозмірних об'єктів від високоточної зброї з комбінованими голівками самонаведення, яка базується на використанні голографічного методу розмноження зображень об'єктів, проведено аналіз багатошарової структури з одним чи декількома напівпровідниковими шарами. Отримані математичні співвідношення дозволяють пред'являти вимоги до основних параметрів багатошарових структур з метою керування їх відбивними характеристиками.

Досліджена інтерференційна багатошарова керована структура, яка містить напівпровідниковий шар-кварц-метал (або напівпровідниковий шар-повітря-метал); напівпровідниковий шар виконаний на основі напівпровідника CdS. Аналіз отриманих розрахункових залежностей квадрата модуля коефіцієнта відбиття такої структури від провідності напівпровідникового шару для різних довжин хвиль та різної товщини напівпровідникового шару показує, що використання напівпровідникового керованого шару в інтерференційній структурі дає можливість в широкому діапазоні керувати коефіцієнтом відбиття структури в міліметровому, а також сантиметровому діапазонах довжин хвиль.

Показано, що для гнучкого підстроювання керованої структури під ті, що змінюються довжину хвилі, або кут приходу НВЧ випромінювання, доцільно

ввести між напівпровідниковим шаром на кварцовій підкладці та металевим екраном регульований повітряний проміжок.

СИСТЕМА ФОРМУВАННЯ КОГЕРЕНТНИХ ПОСЛІДОВНОСТЕЙ ЛЧМ РАДІОІМПУЛЬСІВ РЛС З РОЗПІЗНАННЯМ МАЛОРОЗМІРНИХ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

В.А. Степаненко, к.т.н., доц.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Виявлення та розпізнання малорозмірних повітряних цілей потребує використання широкосмугових, зокрема, ЛЧМ сигналів з девіацією частоти сотні мегагерц. Існуючі узгоджені фільтри мають девіацією частоти десятки мегагерц, що не дозволяє обробляти такі ЛЧМ сигнали. У даному випадку можлива тільки кореляційно-фільтрова обробка ЛЧМ сигналів. Це потребує формування трьох ЛЧМ радіоімпульсів: з девіацією, яка дорівнює смузі фільтра Δf_{ϕ} , з девіацією, яка необхідна для розпізнання Δf_c , та гетеродинного з $\Delta f_2 = \Delta f_c - \Delta f_{\phi}$.

Існуючі системи одноканального формування ЛЧМ радіо-імпульсів з різними девіаціями частоти за рахунок використання генераторів НВЧ з електронною перестройкою не дозволяють забезпечити необхідне узгодження параметрів зондуючих сигналів і узгодженого фільтра.

Запропонована одноканальна система формування таких когерентних ЛЧМ радіоімпульсів шляхом фазової модуляції НВЧ коливання відгуком того узгодженого фільтра для ЛЧМ сигналу, що використовується в тракті обробки радіоприймального пристрою. Така система забезпечує практично ідеальне узгодження сигналу і фільтра при мінімальній кількості апаратури за рахунок виключення складних систем АПЧ.

Розроблені функціональні схеми такої системи формування.

Показана можливість реалізації запропонованих схем шляхом комп'ютерного моделювання з використанням програми схемотехнічного моделювання Micro Cap.

ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ СУМАРНО-ДАЛЕКОМІРНОЇ БІСТАТИЧНОЇ РЛС З ЧАСТОТНО-КУТОВИМ СКАНУВАННЯМ СИГНАЛУ У ПРОСТОРИ

В.С. Куц, к.т.н., доц.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

У теперішній час серед основних напрямків розвитку радіолокаційних станцій та систем для контролю місцезоналення повітряних об'єктів розглядається, зокрема, застосування нетрадиційних для радіолокації джерел сигналів різного призначення. Це можливо, зокрема, шляхом використання цих сигналів у просторово рознесеному варіанті прийому (наприклад, від

спутників GPS). Одночасно можуть бути застосовані також системи оптичного (інфрачервоного) діапазону хвиль.

Запропоновано варіанти адаптації приймального пристрою до зондуючого сигналу у бістатичній системі з винесеними приймальними пунктами для виявлення та супроводження повітряних та надводних об'єктів, наприклад, у приморській зоні дії.

Розроблені можливі для реалізації алгоритми та моделі апаратних засобів для удосконалення існуючих РЛС у напрямку збільшення інформативності бістатичного способу приймання сигналів на прикладі сумарно-далекомірної системи з частотно-кутовим скануванням променя.

ЕНЕРГЕТИЧНІ ТА СТАТИСТИЧНІ СПІВВІДНОШЕННЯ У ТРОПОСФЕРНОМУ РАДІОКАНАЛІ ЗА НАЯВНОСТІ ШТУЧНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ У ВИГЛЯДІ ВИХРОВИХ КІЛЕЦЬ

В.Л. Місайлов, к.т.н., с.н.с.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

При роботі радіотехнічних систем (РТС), що використовують розсіяння радіохвиль на природних неоднорідностях тропосфери, відмічаються завмирання сигналу на вході приймача, які характеризуються різною глибиною та швидкістю. Наявність завмирань обмежує полосу пропускання РТС, а їх непередбачуваність вимагає спеціальних технічних заходів для забезпечення сталого прийому сигналів (наприклад, рознесення приймальних антен упросторі). Для покращення технічних характеристик РТС бажано мати можливість впливати (управляти) на виникнення неоднорідностей у тропосферному радіоканалі (ТРК). Спроби внесення у ТРК штучних неоднорідностей у вигляді перевідбивачів різної форми, підвішених до повітряних куль, або наповнених газом металізованих оболонок не дають бажаного ефекту через складність процесу їх доставки у визначену область простору та перешкоджання вільному руху повітряних суден.

Існує технічна можливість створення штучних неоднорідностей безоболонкового типу у вигляді вихрових кілець із різним наповненням, що здатні рухатись у повітря назустріч вітру і проходити відстань до ста власних діаметрів без суттєвої зміни фізичних властивостей.

Проведені розрахунки енергетичних і статистичних співвідношень при поширенні сигналів у тропосферному радіоканалі за наявності штучних неоднорідностей у вигляді вихрових кілець.

ЦИФРОВІ МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ШВИДКОДІЇ КОРЕЛЯТОРІВ ДЛЯ АДАПТИВНИХ СИСТЕМ ЗАХИСТУ ВІД АКТИВНИХ ЗАВАД

В.С. Джус, к.т.н., доц.; А.М. Островська

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Детальне урахування специфіки вирішуваних завдань, особливостей обчислювальних алгоритмів, що реалізуються, вимог до точності їх

виконання дозволяють будувати спецобчислювачі з підвищеною швидкодією. Цей облік по суті зводиться до раціональної побудови їх основних вузлів (вагових суматорів, помножувачів і кореляторів).

У доповіді розглядаються методи побудови кореляторів для цифрових адаптивних систем захисту від активних завад. Аналізуються відомі методи побудови і виводиться узагальнений алгоритм їх роботи. На цій основі розроблені нові алгоритми обчислення кореляційних оцінок, які не вимагають виконання операції множення в явному виді. Пропонуються нові види швидкодіючих кореляторів, які забезпечують прийнятну точність обчислень і методом математичного моделювання обґрунтовується доцільність їх використання в цифрових автокомпенсаторах активних завад.

Розроблена схема швидкодіючого цифрового автокомпенсатора активних завад, в основі якого лежить використання корелятора релейного типу і узгодженої з ним спрощеному кола управління. Основною перевагою такого швидкодіючого автокомпенсатора завад є простота його апаратурної реалізації і висока стійкість компенсації при зміні інтенсивностей вхідних дій в широкому діапазоні.

МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ЦИФРОВИХ КВАДРАТУРНИХ АВТОКОМПЕНСАТОРІВ ЗАВАД

В.С. Джус, к.т.н., доц.; І.Л. Корнієнко

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Один з методів синтезу цифрових систем полягає в тимчасовій дискретизації безперервних алгоритмів роботи відповідних аналогових пристроїв. При цьому залежно від методу дискретизації (чисельного рішення диференціальних рівнянь) можуть бути отримані різні цифрові еквіваленти аналогового прототипу, що відрізняються між собою по ефективності і апаратурним витратам. Традиційне використання явного методу Ейлера рішення системи диференціальних рівнянь, забезпечуючи простоту апаратурної реалізації цифрового еквіваленту, не забезпечує його близькості до аналогового прототипу по ефективності, із-за виникнення ефекту запізнювання сигналів відносно вхідних (із-за використання тільки екстрапольованих оцінок параметрів завад), що управляють.

У доповіді представлені основні співвідношення, які описують перехід до неявних методів типу предиктор-корректор на основі формул Ейлера і Адамса які призводять до послаблення або часткового усунення ефекту "запізнювання" сигналів, що управляють, і пов'язане з цим підвищення якості компенсації корельованих завад. Показано, що запропоновані методи явного представлення неявних методів чисельної інтеграції вимагають менших апаратурних витрат. Вони реалізуються або за рахунок введення кіл нормування (що забезпечує усунення ефекту "запізнювання") або за рахунок затримки коливачів, що приймаються, з наступною їх обробкою в додатковому ваговому суматорі (що забезпечує перехід не лише до фільтрації оцінок, але і їх сукупному згладжуванню).

ДО ПИТАННЯ СИНТЕЗУ ВИМІРЮВАЧА КУТОВОЇ КООРДИНАТИ МАЛОВИСОТНОЇ ЦІЛІ, ЩО ЛОЦИРУЄТЬСЯ НАД ПОВЕРХНЕЮ МОРЯ ЗА МЕЖЕЮ РАДІОГОРИЗОНТУ

*В.Д. Карлов, д.т.н. проф.; М.М. Петрушенко, д.т.н. проф.; К.П. Квіткін
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Виходячи з досвіду радіолокаційної практики можна зробити висновок про те, що при радіолокації маневруючих цілей над морем для їх супроводження необхідно мати інформацію про їх кутову швидкість та кутову координату. В доповіді наводяться експериментальні дані, з яких робиться висновок про те, що флуктуації фази сигналу, відбитого від цілі, що лоцирується за межами радіогоризонту в тропосферному радіохвильоводі, розподілені за нормальним законом. Але, разом зі збільшенням віддалення цілі від радіолокатора, разом з некорельованими флуктуаціями фази, підвищується вплив і корельованих складових фазових флуктуацій. У доповіді підкреслено, що наявність фазових флуктуацій викликає збільшення похибки вимірювання параметрів відбитого від цілі радіосигналу. Погіршення точності вимірювання параметрів радіолокаційного сигналу у випадку, що розглядається, викликане тим, що флуктуації фази призводять до відхилення головного максимуму функції розузгодження та зменшенню гостроти її піку.

Розглядаються шляхи оптимізації вимірювання кутової координати при спотвореннях фазового фронту відбитого від маловисотної цілі радіосигналу. Доповідаються складові алгоритму вимірювання кутової координати, який враховує спотворення фазового фронту, що обумовлені випадковими неоднорідностями середовища розповсюдження. При цьому розглядаються різні моделі кореляційних функцій флуктуацій фази сигналу, отриманих на основі експериментальних даних.

ОСОБЛИВОСТІ ЗАСТОСУВАННЯ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ КРУПНОКАЛІБРНОЮ СТРІЛЕЦЬКОЮ ЗБРОЄЮ В ЗОНІ АТО

*В.Д. Карлов, д.т.н. проф.; М.М. Петрушенко, д.т.н. проф.;
І.Г. Леонов, к.т.н., доц.; С.А. Тузіков, к.т.н., доц.; А.С. Присяжний, к.т.н.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Досвід використання крупнокаліберної стрілецької зброї (КСЗ) в зоні АТО свідчить про велику уразливість особового складу, який її експлуатує. В доповіді розглядається можливість модернізації засобів КСЗ для більш ефективної боротьби з наземним противником шляхом використання напівавтоматичного режиму керування без присутності на них військовослужбовців, а саме: введення режиму одиночного вогню, стрільби чергою, та здійснення дистанційного наведення засобів КСЗ на ціль за допомогою електронного планшету по відеосигналу з оптичного прицілу. Аналізується робота принципової схеми системи дистанційного керування засобами КСЗ. Розроблено її програмне забезпечення. Результати попередніх розрахунків показали, що за рахунок використання двопровідної лінії зв'язку або радіоканалу з багаточастотним сигналом, Wi-Fi або супутникового зв'язку

можливо забезпечити з єдиного пункту управління стрільбу багатьох КСЗ, що розміщені на певній відстані одна від одної та ведення з них дистанційної розвідки. Це дозволяє здійснювати дистанційне вогневе ураження цілей оператором і контролювати результати стрільби у реальному часі. Особливу увагу приділено перевагам використання даної системи дистанційного керування, оцінці можливостей ураження цілей з кабін транспортних засобів та в умовах блокпостів.

ОСОБЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДА ДИСТАНЦІЙНОГО НАВЕДЕННЯ ЗАСОБІВ МАЛОКАЛІБЕРНОЇ ЗЕНІТНОЇ АРТИЛЕРІЇ

*В.Д. Карлов, д.т.н. проф.; М.М. Петрушенко, д.т.н. проф.;
С.П. Лещенко, д.т.н. проф.; І.Г. Леонов, к.т.н., доц.; А.С. Присяжний, к.т.н.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

У зв'язку з тим, що досвід використання засобів малокаліберної зенітної артилерії в зоні АТО свідчить про велику уразливість особового складу, який її експлуатує, авторським колективом для збереження життя військовослужбовців був запропонований метод та розроблена система дистанційного керування засобами малокаліберної зенітної артилерії. Розроблений метод та система, яка його реалізує, дозволяє без присутності військовослужбовців, шляхом використання напівавтоматичного режиму керування з кроковими двигунами здійснювати управління їх стріляниною. Також розроблена і успішно пройшла випробовування автоматизована система збору, обробки, відображення і аналізу інформації про повітряну обстановку "Віраж-планшет".

В доповіді приводиться аналіз можливостей дистанційного наведення на цілі засобів малокаліберної зенітної артилерії з дистанційним керуванням за допомогою системи збору, обробки, відображення і аналізу інформації про повітряну обстановку "Віраж-планшет". Це дозволяє здійснювати дистанційне вогневе ураження цілей і контролювати результати стрільби у реальному часі.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ ДО ЦІЛІ, ЯКА ЛОКУЄТЬСЯ ПІД МАЛИМИ КУТАМИ МІСЦЯ

*В.Д. Карлов¹, д.т.н. проф.; О.В.Бесова¹, к.т.н.;
М.М. Олещук²; В.М. Петрушенко³*

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Військова частина А 2533

³Військова частина А 2800

Аналіз роботи РЛС, які здійснюють контроль повітряного простору в зоні АТО, показав, що при виявленні та супроводі цілей, які локуються під малими (менш 5^0) кутами місця, у ряді випадків було зафіксовано збільшення флуктуаційних похибок вимірювання дальності до цілі. З метою з'ясування причин зростання флуктуаційних похибок, було проведено детальне вивчення статистичних характеристик відбитих від цілей сигналів. Аналізу піддалися сигнали, які відбиті від безпілотних літальних апаратів, ефективна отражаюча

поверхня яких дозволяла локувати їх на РЛС, а також літаків, які здійснюють політ на малих висотах.

На основі експериментальних даних виявлено, що в розглянутому випадку флуктуації фази сигналу відбитого від цілі описується нормальним законом розподілу, а кореляційна функція флуктуацій має осцилюючий характер. У доповіді представлені основні співвідношення, які описують флуктуації фази відбитого від цілі сигналу. З використанням осцилюючої кореляційної функції у доповіді приводяться співвідношення для дисперсії оцінки групового часу затримки сигналу, відбитого від цілі, яка локується під малими кутами місця, проведено аналіз її роботи.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ЧИСЕЛЬНОГО СКЛАДУ ГРУПОВОЇ ЦІЛІ ПРИ ЛОКАЦІЇ У ДЕКАМЕТРОВОМУ ДІАПАЗОНІ РАДІОХВИЛЬ

В.Д. Карлов, д.т.н. проф.; Ю.А. Сірик; А.В. Тугай

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

В зв'язку з тим, що при локації цілей в декаметровому діапазоні радіохвиль використовується довго імпульсні сигнали, однієї з важких завдань при локації цілей радіогоризонту в декаметровому діапазоні радіохвиль є визначення чисельного складу групової цілі. Отримання такої інформації дозволяє своєчасно прийняти рішення по знищенню цілі, які є найбільш важливими.

У доповіді розглянута методика, що забезпечує визначення чисельного складу групової цілі при локації за межами радіогоризонту у декаметровому діапазоні радіохвиль. Проаналізовано три варіанти побудови таких схем. До першого варіанту відноситься схема фіксації стрибка тільки одного параметра. Другим варіантом є схема фіксації стрибків відразу двох параметрів. У третьому варіанті побудови схеми до її складу включений блок, що має незалежні пристрої фіксації стрибків трьох параметрів. Приводяться графіки і аналізується вірогідність правильного виявлення і вірогідності ухвалення неправильного рішення для кожного із розглянутих варіантів побудови схем.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ ДО ЦІЛІ ПРИ НАЯВНОСТІ В ІМПУЛЬСНОМУ ОБ'ЄМІ ЗАВАДОВОГО СИГНАЛУ

В.Д. Карлов, д.т.н. проф.; А.І. Нос, к.т.н., доц.;

О.В. Єфімова, к.т.н., доц.; О.В. Бесова, к.т.н.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Опит бойових дій останніх років, а також проведення АТО свідчить о том, що при здійсненні бойових операцій на екранах радіотехнічних систем спостерігаються відбиття від групових цілей. Це призводить до того, що при вимірюванні дальності до цілі ми маємо справу з корисним і завадовим сигналами. Вимір дальності при локації поодиноких цілей, а також точність, що реалізується при цьому, детально розглянуті у відомій літературі. В той же час випадок наявності завадового сигналу, обумовленого віддзеркаленням

від іншої цілі та досяжна при цьому точність виміру запізнювання сигналу відбитого від цілі, яка лоцирується, у відомій літературі не знайшов належного освітлення.

У доповіді викладені методологічні основи оцінки точності виміру запізнювання корисного сигналу на фоні завади приймальним пристроєм, призначеним для виміру запізнювання сигналу відбитого від поодинокі цілі. Розглядається традиційна схема вимірювача, розглядається його робота при локації цілей в умовах наявності корисного та завадового сигналів. Приводяться графіки, які дозволяють оцінити реальну та потенційну точність вимірювання дальності до лоцируємої цілі в умовах наявності завадового сигналу, як що він частково або повністю придушується.

ОСОБЛИВОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ГОЛОВНОГО ГВИНТА ВЕРТОЛЬОТА НА ЙОГО ЛОКАЦІЮ В МЕЖАХ ТРОПОСФЕРНОГО РАДІОВОЛНОВОДА

В.Д. Карлов, д.т.н. проф.; А.І. Нос, к.т.н., доц.;

О.В. Бесова, к.т.н.; І.М. Пічугін

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Сучасний досвід проведення антитерористичної операції на Сході України переконливо свідчить про зростаючу роль ударних вертольотів для виконання бойових завдань. Україна має досить протяжний морський кордон та значну морську акваторію. В даних умовах зростає актуальність проблеми своєчасного виявлення вертольотів над морською поверхнею на малих та гранично малих висотах. Відомо, що у випадку розміщення РЛС на узбережжі дальність виявлення надводних цілей може бути збільшена у порівнянні з дальністю прямої видимості при наявності тропосферного радіохвильовода. Ці дані були отримані відповідно повітряних цілій з ефективною поверхнею розсіювання (ЕПР) один квадратний метр. У зв'язку з відсутністю даних про ЕПР вертольотів з урахуванням головного гвинта зробити оцінки стосовно виявлення вертольотів не було можливим. У зв'язку з цим авторами проведено аналіз відомої літератури, у якій наведена оцінка ЕПР вертольота з урахуванням впливу головного гвинта. Аналіз свідчать про те, що у діапазоні сантиметрових хвиль середня ЕПР гвинта знаходиться в діапазоні $0,35 \dots 1,25 \text{ м}^2$. У свою чергу, середня ЕПР вертольота Мі-8МТ становить $34,6 \text{ м}^2$. При цьому значенні ЕПР, яке використовується при розрахунковій дальності виявлення вертольота з ймовірністю $0,5$ становить $12,75 \text{ м}^2$, тобто використовуючи відому методику, яка була розроблена авторами, можна стверджувати, що при знаходженні вертольота в межах тропосферного радіохвильоводу над морем, дальність його виявлення буде збільшена в 4-6 разів у порівнянні з дальністю прямої видимості.

ОСОБЛИВОСТІ ЛОКАЦІЇ ВЕРТОЛЬОТІВ ЗДІЙСНЮЮЧИХ ПОЛІТ НАД МОРЕМ НА МАЛИХ ВИСОТАХ

В.Д. Карлов¹, д.т.н. проф.; О.В. Бесова, к.т.н.;

І.М. Пічугін¹; О.В. Струцінський²

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Військова частина А2533

Досвід проведення АТО свідчить о том, що при використанні вертольотів вони здійснюють політ на малих та гранично малих висотах. Така тактика використання вертольотів істотно погіршує роботу систем радіотехнічної розвідки. Особливо ця обставина ускладнюється в районах рівнинної місцевості, коли дальність виявлення цілей обмежена дальністю прямої видимості. Між тим, аналіз карт польоту вертольоту, свідчить про те, що частина траєкторії польоту знаходиться над морем. У зв'язку з тим, у докладі розглядається можливість збільшення дальності виявлення вертольотів, які здійснюють свій політ над морем за рахунок використання тропосферних радіохвильоводів, які існують над морем. Приводяться результати експериментальних робіт по встановленню часу існування тропосферних радіохвильоводів над розглянутими поверхнями. В якості експериментальних досліджень, використовуються данні, які отримані на РЛС "35Д6", а також "19Ж6", які дозволяють стверджувати, що над морем існує тропосферний радіохвильовод, при знаходженні у межах якого забезпечується збільшення дальності виявлення вертольотів.

ОПТИМАЛЬНЕ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ ШВИДКОСТІ ЦІЛІ ЗА НАЯВНІСТЮ КОРЕЛЬОВАНИХ ФЛУКТУАЦІЙ ПОЧАТКОВИХ ФАЗ РАДІОІМПУЛЬСІВ ПРИЙНЯТОЇ ПАЧКИ

В.Д. Карлов¹, д.т.н. проф.; О.Л. Кузнецов¹, к.т.н., доц.;

А.М. Артеменко², к.т.н.

¹Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

²Генеральний штаб Збройних Сил України

Досвід проведення війн та локальних конфліктів останнього часу, вказує на широке використання сторонами конфліктів високошвидкісних та малопомітних засобів повітряного нападу, зокрема, безпілотних літальних апаратів. Для радіолокаційного спостереження даних цілей РЛС повинні забезпечувати вимірювання координат та їх похідних за часом з високою точністю і бути максимально мобільними. Забезпечення виконання цієї вимоги в реальних умовах локації вказаних цілей є складним, що обумовлено їхнім використанням на малих і гранично малих висотах, особливо над морською поверхнею.

Таким чином, реальні умови поширення і відбиття радіолокаційного сигналу сприяють спотворенню його фазової структури. При цьому, помилки вимірювання координат цілі та параметрів її руху можуть досягати величин, які перевершують відповідні вимоги до РЛС різних типів.

В доповіді надаються методологічні основи оптимального оцінювання радіальної швидкості цілі при використанні когерентної пачки в умовах наявності корельованих флуктуацій початкових фаз її радіоімпульсів. Результати досліджень спрямовані на вдосконалення існуючих РЛС з метою максимального врахування реальних умов виконання завдань за призначенням.

ПІДВИЩЕННЯ КІЛЬКОСТІ СПЕКТРАЛЬНИХ КАНАЛІВ АКУСТООПТИЧНОГО ПРОЦЕСОРА

*Н.В. Слабунова; С.О. Слабунов; Л.Ф. Купченко, д.т.н. проф.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Динамічна спектральна фільтрація уявляє собою керовану селекцію і реєстрацію зображень у вузьких діапазонах довжин хвиль, що дозволяє виконувати виявлення об'єктів по спектральних ознаках. У акустооптичних процесорах управління смугою пропускання відбувається при зміні частоти ультразвуку, а підвищення контрасту забезпечується апаратної функцією, що розраховується на основі апріорних даних про спектральні характеристики фону і об'єкта. Ймовірність виявлення об'єкта залежить від кількості каналів багаточастотної взаємодії, співвідношення сигнал/шум на виході процесора та різниці між спектральними характеристиками об'єкту і фону.

Число спектральних каналів в акустооптичних пристроях обмежене потужністю та інтермодуляційними спотвореннями. Інтенсивність паразитних сигналів буде тим менше, чим далі одна від одної частоти керуючого звукового сигналу. Ефективна фільтрація досягається при використанні не більше десятка спектральних каналів. Так, як при збільшенні числа спектральних каналів збільшується інформаційність та ймовірність виявлення, є актуальним вирішення завдання збільшення числа спектральних каналів.

Запропонований метод збільшення числа спектральних каналів акустооптичного процесора з динамічною спектральною фільтрацією полягає у об'єднанні додетекторної та післядетекторної обробки оптичних сигналів, для чого спектральний діапазон розбивається на інтервали, які послідовно піддаються фільтрації з подальшою комп'ютерною обробкою.

ДО ПИТАННЯ ПРО ОПТИМІЗАЦІЮ КРУЧЕНИХ ТРУБЧАСТИХ МАНОМЕТРИЧНИХ ПРУЖИН

*О.С. Чубукін; к.т.н., доц.; В.Ю. Вдов'яков, к.т.н., доц.;
С.Е. Кальний, к.т.н., доц.
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Кручені трубчасті пружини, що використовуються для вимірювання високих тисків – найбільш поширений чутливий елемент теплових та манометричних приладів в авіації. Їх конструкції найбільш технологічні, прості і надійні в роботі.

Широке застосування трубчастих пружин робить важливою постановку задачі їх оптимального проектування.

Метою дослідження стало створення математичної моделі напружено-деформованого стану об'єкта, що дозволяє, в подальшому, вирішити завдання оптимізації його конструктивних параметрів в алгоритмі автоматичного розрахунку при автоматичному проектуванні пружин.

В основу метода розрахунку була покладена теорія оболонок середньої товщини, заснована на моделі С. П. Тимошенко.

Запропонована в роботі математична модель напружено-деформованого стан, дозволяє максимально точно розрахувати його в будь-якій точці досліджуваного об'єкта і, отже, при вирішенні задачі оптимізації параметрів об'єкта не вийти за межі основного обмеження:

$$\sigma_i \leq [\sigma]$$

где σ_i - інтенсивність напруження в i -тої точці

$[\sigma]$ - допустне напруження.

Форма, в якій представлені шукані переміщення, деформації та напруги при вирішенні задачі оптимізації параметрів пружини дозволяє використовувати гібридний адаптивний метод, ефективність якого більш висока в порівнянні з іншими методами.

ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ АВІАЦІЙНИМИ ПРИЦІЛЬНО- НАВІГАЦІЙНИМИ КОМПЛЕКСАМИ, ОСНАЩЕНИМИ ОПТИКО- ЕЛЕКТРОННИМИ ЛІДАРАМИ КОГЕРЕНТНОГО АНТИСТОКСОВОГО КОМБІНАЦІЙНОГО РОЗСІЮВАННЯ

В.Ю. Вдовьонков; к.т.н., доц.; О.С. Чубукін; к.т.н., доц.;

С.Е. Кальний; к.т.н., доц.

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Основу спектрально-оптичних досліджень становлять методи отримання спектральних відгуків компонентів, які в залежності від виду джерела випромінювання можуть бути результатом процесів поглинання, флуоресценції і комбінаційного (раманівського) розсіювання хімічними речовинами і сполуками. Ідентифікація контрольованих речовин здійснюється на основі банку спектральних характеристик, що відносяться до певного комплексу компонент покриття цілей і відповідно тому чи іншому типу із зазначених процесів взаємодії випромінювання з речовиною. Сигнали зворотного розсіювання, що потрапляють в приймальний канал, який містить поліхроматор і детектор, мають великий динамічний діапазон, що досягає 10^{13} . Лазерна спектроскопія дозволяє досліджувати речовини на атомно-молекулярному рівні з високою чутливістю, вибірковою, просторовим, спектральним і тимчасовим дозволом. Перевага лазерів над некогерентними джерелами світла полягає в можливості досягнення великої спектральної потужності відповідних сигналів, що значно зменшує проблеми шумів, викликаних фоном випромінюванням або шумами приймачів.

Спектроскопія спонтанного комбінаційного розсіювання світла (СКР), і спектроскопія когерентного антистоксового комбінаційного розсіювання (КАРС), мають істотні переваги щодо інших методів спектрального аналізу і дозволяють вийти на нові рівні виявлення цілей в лідарних комплексах.

ДЕМОНИ МАКСВЕЛЛА У КВАНТОВІЙ РАДІОФІЗИЦІ

*О.О. Копилов, к.т.н., с.н.с.; М.М. Кодацький; С.О. Маслійова
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

В зв'язку з розвитком нанотехнологій виник інтерес дослідників до можливостей керувати окремими молекулами або електронами в мікросвіті та по заданій програмі складати макрооб'єкти з заданими властивостями.

Проаналізовано першу гіпотетичну істоту, що була здатна керувати окремими молекулами, яка була запропонована Максвеллом як виклик другому закону термодинаміки і отримала назву "демон Максвелла" і показано, що деякі явища квантової радіофізики можуть умовно розглядатися в ролі демонів Максвелла, а саме робота мазера на аміаку, лазерне охолодження речовини, напівпровідникові лазери на гетеропереходах. Звернено увагу, що наведення порядку в мікромасштабах виконується неоднорідним електричним або магнітним полем та в кожному з цих випадків частина теплової енергії навколишнього середовища переходить у внутрішню енергію збудження електронів в атомах або в атомних решітках і випромінюється у вигляді квантів електромагнітних хвиль.

ПРО УМОВИ ОПТИМАЛЬНОСТІ РОБОТИ АКУСТООПТИЧНОЇ КОМІРКИ ПРИ ВЕЛИКІЙ ПОТУЖНОСТІ АКУСТИЧНОГО СИГНАЛУ

*В.Ю. Вдовьонков, к.т.н., доц.; С.Є. Кальний, к.ф.-м.н., доц.;
О.С. Чубукін, к.т.н., доц.*

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба

Акустооптичні комірки (АОК) широко використовуються для спектрального аналізу радіосигналів. У випадку прийому сигналу великої потужності в комірці виникають нелінійні ефекти звукових мод, що впливає на роботу АОК. Метою дослідження є аналіз умов оптимальності роботи АОК за даних умов.

Одним із механізмів нелінійності є ангармонічна генерація додаткових звукових частот внаслідок розпаду вхідної звукової хвилі з частотою ω на хвилі з частотами ω_1 і ω_2 , відповідно до законів збереження енергії та імпульсу. Внаслідок цього потужність вхідного звукового сигналу $P_{\text{вх}}$ перерозподіляється між звуковими модами, що призводить до пониження потужності основної звукової моди P_0 . При дифракції світла на звукових хвилях інтенсивність першого максимуму визначається співвідношенням $I_0 \sim \sin^2(q/2)$, де $q \sim \sqrt{P_0}$ – індекс фазової модуляції. Умовою оптимальності є $q \approx \pi$. Таким чином зниження потужності призводить до виходу з даної умови. Потужність основної звукової моди має вигляд $P_0 = P_{\text{вх}} - \alpha P_{\text{вх}}^2$, де $P_{\text{вх}}$ – потужність звуку на вході АОК, α – коефіцієнт, що ураховує імовірність всіх можливих процесів розпаду. З квадратичного

характеру залежності віткіає, що умова оптимальності може реалізуватися для двох значень $P_{ВХ}$, що дає додаткові можливості для роботи АОК.

АНАЛІЗ МОЖЛИВИХ СПОСОБІВ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ЗУ-23-2 З УРАХУВАННЯМ ДОСВІДУ АТО НА СХОДІ УКРАЇНИ

*В.Є. Кудряшов, к.т.н., доц.; А.Є. Присяжний, к.т.н.; С.Г. Леушин
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Застосування ЗУ-23-2 для боротьби з наземним супротивником та оборони військових об'єктів має цілий ряд недоліків, викликаних в першу чергу її дуже високою швидкістю стрільби, необхідною для ураження повітряних цілей (до 1000 пострілів за хвилину з одного ствола та стрільба тільки чергами по 10-20 снарядів одночасно з двох стволів). Ще одним недоліком існуючої ЗУ-23-2 є відсутність "пам'яті" азимутів та кутів місця пристріляних цілей як по правому, так і по лівому стволу. Нарешті, мабуть головним недоліком існуючої ЗУ-23-2 є великі втрати особового складу артилерійської обслуги при застосуванні ЗУ-23-2 по наземним та надводним цілям на лінії фронту та оборони військових об'єктів (установка має обслугу у складі 5 чоловік).

Вищевказане обумовлює необхідність модернізації ЗУ-23-2 при її застосуванні по наземним та надводним цілям.

Основними напрямками такої модернізації слід вважати наступне:

- введення дистанційного керування ЗУ-23-2, що забезпечить скритність її позицій та збереження особового складу артилерійської обслуги;
- введення режимів одиночного та подвійного пострілів, а також стрільби короткими чергами (3-5 пострілів), що значно зменшить витрати снарядів при стрільбі по одиночним цілям, а також зменшить значні руйнування при застосуванні ЗУ-23-2 по цілям в межах населених пунктів та промислових об'єктів.

ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ СИСТЕМИ СТЕЖЕННЯ ЗА КУТОВОЮ КООРДИНАТОЮ МОНОІМПУЛЬСНОЇ РЛС

*А.С. Чопенко, к.т.н, доц.; А.І. Файнер, к.т.н., доц.; А.Г. Євсєєв
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Система автоматичного стеження за напрямком призначена для забезпечення радіоконтакту з об'єктом і вимірювання його кутових координат.

Виходячи із загальної функціональної схеми системи моноімпульсної системи АСН, розглянуто принцип її функціонування та отримана математична модель системи шляхом поєднання математичних моделей функціональних блоків та з урахуванням особливостей роботи системи.

Проведен аналізу стійкості системи та встановлено, що система не є стійкою. Для забезпечення стійкості системи методом бажаної ЛАЧХ визначено структуру та параметри послідовного коректувального пристрою, по якому отримано передаточну функцію фільтру паралельного коректувального пристрою, яка виявилася фізично нереалізованою.

Додаванням до паралельного коректувального фільтру двох інерційних ланок з малими постійними часу отримано фізично реалізований фільтр паралельного коректувального пристрою. Проведен аналіз стійкості та якості функціонування коректованої системи в перехідному та усталеному режимах, в ході якого встановлено, що коректована система за показниками якості функціонування в перехідному режимі близька до системи з бажаною ЛАЧХ та задовольняє вимогам щодо точності стеження за напрямком приходу радіохвиль.

АНАЛІЗ ТОЧНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ ЦИФРОВОЇ СИСТЕМИ ПІДСТРОЮВАННЯ ЧАСТОТИ РАДІОПРИЙМАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ

*А.С. Чопенко, к.т.н, доц.; Є.А. Жидко; С.О. Курицький
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Система частотного підстроювання частоти дискретної дії забезпечує частотну селекцію сигналів і оцінювання частоти Доплера об'єкту.

На основі принципів дії функціональних блоків системи частотного підстроювання частоти дискретної дії отримані їх математичні моделі та обґрунтована математична модель системи. Для спрощення аналізу системи здійснен перехід від дискретно-неперервної математичної моделі до дискретної математичної моделі системи. Виходячи з припущення про Вінеровську модель радіального прискорення об'єкту, отримана структура оптимального спостерігача стану. З порівняння структур оптимального спостерігача стану і системи частотного підстроювання частоти дискретної дії отримані оператори оцінювання та екстраполяції цифрового фільтру системи.

Проведен аналіз стійкості системи частотного підстроювання частоти дискретної дії з розробленим цифровим фільтром, в ході якого знайдені умови стійкості. Отримані вирази для систематичної динамічної помилки системи, дисперсії флуктуаційної помилки, обумовленої заважаючим діянням, та середньоквадратичної помилки системи. Отримані залежності цих показників від відношення сигнал/шум. Встановлено, що максимальне значення середньоквадратичної помилки має місце при мінімальному значенні відношення сигнал/шум і не перевищує смуги пропускання підсилювача проміжної частоти системи.

ВПЛИВ УМОВ ПОШИРЕННЯ РАДІОХВИЛЬ В ТРОПОСФЕРНОМУ РАДІОХВИЛЕВОДІ НА СТАТИСТИЧНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ РАДІОСИГНАЛІВ ТА ТОЧНІСТЬ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВОЇ КООРДИНАТИ

*К.П. Квіткін; В.Д. Карлов, д.т.н. проф.; А.О. Радюков
Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба*

Для збільшення точності супроводження повітряних цілей, особливо при радіолокації їх в складних умовах, якими є радіолокація в межах тропосферного радіохвилеводу над морем, потрібно мати інформацію про їх кутову координату, причому з невеликими похибками.

В доповіді розглядається той факт, що зі збільшенням відстані до цілі, флуктуації фази відбитого від неї сигналу, обумовлені розповсюдженням сигналів в межах тропосферного радіохвильоводу, призводять до появи корельованих просторових флуктуацій. Наявність цих флуктуацій обумовлює збільшення флуктуаційної похибки вимірювання азимуту цілі. При цьому флуктуації фази у відбитому сигналі розподілені за нормальним законом. Виходячи з аналізу дисперсії флуктуацій максимуму діаграми спрямованості приймальної антени РЛС зроблений висновок, що похибки вимірювання кутової координати цілі, яка лоцирується в тропосферному радіохвильоводі за межею дальності прямої видимості над морем обумовлені наявністю корельованих складових флуктуації фази відбитого від цілі сигналу. При цьому просторова кореляційна функція може бути описана експоненційною або осцилюючою кореляційною функцією. Теоретичні оцінки у разі застосування моделі експоненційної або осцилюючої кореляційної функції, яка описує корельовані складові флуктуацій у відбитому від маловисотної цілі сигналі, виявляються добре узгодженими з отриманими в експерименті даними.

IMPLEMENTATION OF NATO STANDARD TO IMPROVE DEPENDABILITY OF ELECTRONIC EQUIPMENT

*O. Karpenko, PhD, Associate Professor
Ivan Kozhedub Kharkiv National Air Force University*

The comprehensive method of implementing NATO ADMP2 STANDARD ‘Guidance for Dependability in-service’ for increasing the reliability and interoperability with NATO sophisticated C4ISR (Command, Control, Communications, Computers, Intelligence, Surveillances and Reconnaissance) capabilities by means of the engineering dependability of electronic equipment is discussed in the presentation.

The engineering dependability is a measure of system’s availability, reliability, maintainability, safety and security, and can be presented by means of three modules: attributes, threats and means.

The robust analysis of dependability based on the relationship between the objective (efficiency) and influence functions has been investigated.

The dependability is a key characteristic of all radio engineering equipment, having a direct impact of mission performance. The dependability characteristics of any equipment are inherent in its design and construction. It should be considered from the beginning of the concept stage, and be continued throughout the whole life cycle of equipment. This requires a continuous process of collecting data from operations and maintenance, analyzing the data to extract information about dependability performance, and when required making decisions for sustaining dependability performance, efficiency and mission readiness of equipment.

Thus, the scientific method of the robust statistics for increasing dependability of the electronic equipment has been developed at the physics and radio electronic department.

РАДІОЕЛЕКТРОННІ СИСТЕМИ ТОПОГЕОДЕЗИЧНОЇ ПРИВ'ЯЗКИ КОМПЛЕКСІВ ОЗБРОЄННЯ ТА ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ

*Ю.І. Бударецький, к.т.н., с.н.с.; М.В. Бахмат; Ю.В. Щавінський
Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного*

Вирішення цільових завдань сучасної протиповітряної оборони (ППО) неможливе без високоточного, надійного і доступного навігаційного забезпечення. Це стосується частин, підрозділів, мобільних комплексів та іншого озброєння і військової техніки ППО.

Відомі технології навігаційного забезпечення за допомогою супутникових радіонавігаційних систем (СРНС) не мають собі рівних щодо точності місцевизначення і глобальності покриття. Однак СРНС мають низьку стійкість до організованих завад і можуть бути уражені засобами радіоелектронної протидії противника. Крім того, тим споживачам навігаційної інформації СРНС, держави яких не мають власного космічного і наземного командно-спостережного сегментів, під час бойових дій можуть бути видані координати, що не відповідають дійсності.

Тому не втрачають актуальність і автономні системи навігації, серед яких розрізняють інерціальні і одометричні навігаційні системи (ІНС) і (ОНС).

Особливим підкласом ОНС є радіолокаційні вимірювачі параметрів руху (РВПР) наземних рухомих об'єктів (НРО).

Радикальним шляхом вирішення всієї сукупності навігаційних задач є інтеграція ІНС, механічних ОНС, РВПР і СРНС в рамках єдиного навігаційного комплексу (НК) НРО.

В роботі:

- розглянуто питання технічної реалізації такого комплексу і його основних складових частин (апаратної і алгоритмічної);
- представлені результати експериментального дослідження сумісної роботи складових частин НК НРО.

ТЕХНОЛОГІЇ БАГАТОСПЕКТРАЛЬНОГО ЛОКАЦІЙНОГО СПОСТЕРЕЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ

*А.М. Зубков, д.т.н., с.н.с.; В.В. Яковенко, к.т.н.;
Я.В. Красник; С.А. Мартиненко
Національна академія сухопутних військ ім. гетьмана П. Сагайдачного*

Відомі технології локаційного цілодобового спостереження повітряних цілей, які ґрунтуються на окремому застосуванні радіолокаційних активних, або пасивних тепловізійних засобів, не забезпечують всієї сукупності вимог до перспективних комплексів виявлення, розпізнання і виміру координат повітряних цілей в частині:

- максимальної дальності дії в несприятливих погодних умовах;
- інваріантності до фізичних характеристик матеріалу формоутворюючої поверхні цілі (відбиваючої, поглинаючої);
- реакції на роботу двигуна цілі, що спостерігається;

– інформаційних можливостей (пасивні канали забезпечують вимірювання кутових координат і їх похідних, активні канали додатково дозволяють вимірювати дальність і радіальну швидкість цілі).

Радикальним шляхом вирішення всієї сукупності вищеперерахованих задач є інтеграція радіолокаційних і тепловізійних каналів спостереження в рамках єдиного комплексу.

В роботі:

– розглянуто питання технічної реалізації такого комплексу і його основних складових частин (апертурної і процесорної);

– представлені результати моделювання і експериментального відпрацювання;

– проаналізовані варіанти бойового застосування.

ВИЗНАЧЕННЯ ВИСОТИ ПОВІТРЯНИХ ЦІЛЕЙ ПРИЗЕМНОГО ШАРУ МЕТОДОМ ВЕКТОРНОЇ ОЦІНКИ КУТА МІСЦЯ

*І.В. Пампуха, к.т.н., доц.; В.М. Лоза, к.т.н.; М.М. Нікіфоров, к.військ.н.
Військовий інститут Київського національного університету ім. Т. Шевченка*

Складністю радіолокації цілей у приземному шарі на малих кутах місця, крім кривизни земної поверхні, є явище інтерференції прямого сигналу цілі й перевідбитого поверхнею землі (так званого, "антипода"). Одним з перспективних напрямків удосконалювання засобів радіолокації Повітряних Сил є усунення або істотне зменшення впливу перевідбитого сигналу на порізаність діаграми направленості або застосування нових алгоритмів виміру кута місця, які мають властивість інваріантності до форми діаграми направленості.

Запропонований метод виміру кута місця цілі на малій висоті являє собою нетрадиційний метод спільної оцінки двовірного вектора, який визначає положення маловисотної цілі, що складається з двох зв'язаних і рознесених по куту місця точок: цілі і її "антипода". Він заснований на "погодженій" фільтрації прийнятого сигналу маловисотної цілі з двох відбиваючих точок. Для одержання алгоритму квазіоптимальної системи просторової фільтрації використовується альтернативний метод синтезу, заснований на положеннях функціонального аналізу, зокрема, теореми ортогонального проектування.

Отримані в роботі результати оцінки ефективності запропонованого методу дають підставу стверджувати, що при висотах польоту, більш 650-700 м, і дальності 100 км метод забезпечує визначення висоти цілі з відносною помилкою, що не перевищує 6%.

МЕТОДИКА УПРАВЛІННЯ КАНАЛЬНИМИ ТА МЕРЕЖЕВИМИ РЕСУРСАМИ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО РАДІОЗВ'ЯЗКУ

А.В. Шишацький¹, к.т.н.; С.С. Гаценко², к.т.н.

¹Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України

²Національний університет оборони України ім. І. Черняхівського

Досвід проведення антитерористичної операції на території Донецької та Луганської областей свідчить, що існуючий порядок управління системами військового радіозв'язку (ВСРЗ) не задовольняє сучасним вимогам, що висуваються до них.

Під канальними та мережевими ресурсами будемо розуміти радіоресурс мережі, її топологію, порядок побудови та підтримки маршрутів.

В зазначеній роботі за основу взятий принцип управління, що описаний в еталонній мережевій моделі взаємодії відкритих систем OSI, проте з деякими доповненнями та змінами.

Зазначений підхід в цілому дозволяє здійснювати наскрізне управління канальними та мережевими ресурсами ВСРЗ в складній радіоелектронній обстановці.

Практична значимість зазначеного дослідження полягає в тому, що отриманий науковий результат підвищити ефективність використання радіоресурсу, оперативність управління мережевими та канальними ресурсами систем військового радіозв'язку, зменшити кількість службової інформації, що циркулює в мережі, формувати раціональну топологію систем військового радіозв'язку, сформувати та підтримувати раціональну кількість маршрутів передачі інформації.

МЕТОД МОДОВОГО БАЗИСУ ДЛЯ РОЗРАХУНКУ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ ІМПУЛЬСНИХ СИГНАЛІВ В ПЕРІОДИЧНИХ СТРУКТУРАХ

М.О. Кликов

Харківський національний університет ім. В. Н. Каразіна

При створенні, ремонті чи застосуванні електротехнічних систем комплексів озброєння та військової техніки може виникнути необхідність розрахунку розповсюдження імпульсних сигналів в періодичних структурах. Таку задачу можна вирішити за допомогою метода модового базису.

У доповіді розглянуто поширення імпульсного сигналу в одномірній періодичній структурі. Зазвичай для вирішення подібних задач використовуються чисельні методи. Однак тут пропонується використати аналітичний метод – метод модового базису. В рамках цього методу з рівнянь Максвелла виділяється оператор диференціювання по поперечним координатам. Із самоспряженості даного оператора випливає те, що його власні функції формують ортонормований базис. Такий модовий базис було побудовано для запропонованої періодичної структури. Отримано систему еволюційних рівнянь, якій задовольняють амплітуди розкладання полів по базису. Для розв'язання останньої розроблена численна скінчено-різнична

схема. Проведено порівняння отриманих результатів за допомогою методу модового базису та методу скінчених різниць у часовій області (FDTD). Також треба відмітити і те, що в розглянутій періодичній структурі розповсюджуються тільки ТЕ-моди та ТМ-моди. Запропоновано напрямки подальших досліджень по даній тематиці.