

СЕКЦІЯ 15

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ

Керівники секції: д.т.н. с.н.с. генерал-лейтенант М.М. Петрушенко;
д.т.н. професор В.Д. Карлов
Секретар секції: А.В. Тугай

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ АЗИМУТУ МАЛОВИСОТНОЇ ЦІЛІ, ЩО ЛОЦІРУЄТЬСЯ ЗА МЕЖАМИ ДАЛЬНОСТІ ПРЯМОЇ ВИДИМОСТІ

*М.М. Петрушенко¹, д.т.н., с.н.с.; В.Д. Карлов², д.т.н., проф.;
К.П. Квіткін², В.Г. Черно²*

¹*Головна інспекція Міністерства оборони України;*

²*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Аналіз військових конфліктів останніх років свідчить про те, що при подоланні системи ППО у випадку наявності приморських кордонів сторона, що нападає, широко застосовує авіацію на малих та предельно малих висотах. В цьому випадку особливістю локації цілі є мала дальність прямої видимості, а враховуючи швидкості польоту сучасних аеродинамічних засобів, час, який має розрахунок ЗРК на прийняття рішення про знищення цілі, виявляється дуже малим. Виходячи з цього, поряд з традиційними методами підвищення дальності виявлення, пов'язаними з підйомом антени, все більш набувають використання нетрадиційні методи, пов'язані з особливостями розповсюдження радіохвиль над морем. Особливість використання цього методу у тому, що над морем існує тропосферний радіохвилевод, що дає змогу підвищити дальність виявлення цілей, але у цьому випадку локація цілей здійснюється під малим кутом міста, що призводить до істотного впливу неоднорідностей тропосфери на сигнал, що розповсюджується. Взагалі це явище призводить до істотного збільшення флуктуацій фази сигналу, що в свою чергу викликає появу похибок вимірювання координат та параметрів цілі. При цьому особливості середовища розповсюдження найбільш істотно впливають на вимірювання азимуту цілі, що лоцирується. У доповіді аналізується вплив випадкових флуктуацій фази радіолокаційного сигналу на середнє значення квадрату модулю просторової функції розузгодження по параметрам кутової координати та кривизни фазового фронту. Розгляд проводиться в рамках припущень, що амплітудний розподіл на антенній системі враховувався, як рівномірний, а дисперсія фазових флуктуацій – постійною. Вважалося, що фазові флуктуації розподілені по нормальному закону з нульовим середнім значенням, кореляційна функція має произвольний вигляд, а її параметри обрані з умови найкращої апроксимації отриманих в дослідженнях кореляційних функцій.

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ В ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Г.В. Певцов¹, д.т.н., проф.; В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; С.Н. Шолохов², к.т.н., доц.

¹*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;*

²*Центральный НИИ Министерства обороны Украины*

В докладе приводятся результаты анализа телекоммуникационной структуры интеллектуального здания как интегрированной инфокоммуникационной структуры. Рассмотрение проводится на основе анализа тенденций развития телекоммуникационных технологий. Показано, что в настоящее время преобладают цифровые технологии обработки сигналов и перспективны широкополосные системы, внутренние телекоммуникационные процессы развиваются в сторону уве-

личения быстродействия. Обращается внимание на то, что повышенное быстродействие телекоммуникационных систем, их распределенный характер определяет большую уязвимость систем. В докладе проведен анализ обеспечения информационной безопасности в системах телекоммуникаций. Определен круг вопросов, которые методически должны быть рассмотрены для снижения уязвимости систем при атаках на них, носящих электромагнитный характер. Проводится классификация методов и средств обеспечения безопасности телекоммуникационной аппаратуры и каналов. В докладе проводится анализ подходов для обеспечения внутрисистемной и внутриаппаратурной электромагнитной совместимости (ЭМС). Показано, что методы и средства обеспечения ЭМС могут быть с успехом использованы для снижения уязвимости телекоммуникационных систем.

ПУТИ СНИЖЕНИЯ УЯЗВИМОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

Г.В. Певцов¹, д.т.н., проф.; В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; С.Н. Шолохов², к.т.н., доц.

¹ Харьковський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба;

² Центральный научно-исследовательский институт

Министерства обороны Украины

В докладе обосновывается, что наиболее уязвимыми являются структурированные системы передачи информации, как с позиций утечки информации за счет побочных электромагнитных излучений (естественного и искусственного происхождения) и наводок, так и с позиций целостности информации при внешних электромагнитных воздействиях. Отмечается, что отличительной особенностью проектирования структурированных кабельных сетей (СКС) является необходимость учета требований стандартов на СКС и ЭМС, возможности модернизации и наращивания, увеличение быстродействия и повышение категоричности СКС. Показано, что ряд задач по снижению уязвимости может быть решен применением волоконно-оптических линий. Особое внимание в докладе уделено анализу проблемы ЭМС каналов передачи информации. Рассмотрены различные варианты построения информационных каналов различных стандартов передачи. Отмечено, что помехи электромагнитного характера в определенной мере могут быть скомпенсированы алгоритмами обработки информации. Отмечается, что уязвимость телекоммуникационной системы определяется электромагнитной обстановкой (ЭМО), в которой она функционирует. В докладе проводится научное обобщение основных путей снижения уязвимости телекоммуникационных систем методами обеспечения ЭМС и разработаны пути реализации этих методов.

РАЗВИТИЕ ЗАДАЧ ЭЛЕКТРОДИНАМИКИ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К АНАЛИЗУ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Г.В. Певцов¹, д.т.н., проф.; В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; С.Н. Шолохов², к.т.н., доц.

¹ Харьковський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба;

² Центральный НИИ Министерства обороны Украины

Рассматривается возможность использования электродинамических задач применительно к анализу телекоммуникационных систем. Основное внимание уделено разработке математического обеспечения методов граничных и конечных элементов, которые предлагается использовать при построении вычислительных алгоритмов. Отмечается, что метод граничных элементов (МГЭ) основан на алгебраизации уравнения Лапласа или Пуассона с последующим вычислением зарядов на границах электродов или экранов. Обращено внимание на то, что основная сложностью применения МГЭ состоит в

определении функции Грина. Показано, что реализация МГЭ предусматривает переход от исходной граничной задачи для дифференциального уравнения Лапласа к соотношениям, представляющим собой либо граничные интегральные уравнения (ГИУ), либо некоторые функционалы, приводящие к вариационным методам. Отмечается, что отсутствие известной функции Грина для какой-либо области является принципиальным ограничением на применение МГЭ. В докладе приведены результаты теоретической проработки МГЭ, доведенной до программной реализации. При этом рассмотрена возможность применения кусочно-линейная аппроксимация границ анализируемой области. Показано, что более широкими возможностями, но при больших вычислительных затратах, обладает метод конечных элементов (МКЭ). В докладе рассмотрена возможность применения теории МКЭ к анализу многоканальных линий связи. Модели линий связи базируются на определении цепевых параметров многоканальной линии. Показано, что электродинамическое обоснование решаемой задачи для многоканальной линии позволяет свести ряд задач к электростатическому представлению. Для этого случая построены резистивные цепевые аналоги для планарной электростатической задачи и установлены соответствия между параметрами задачи электростатики и параметрами, описывающими задачу о протекании токов в эквивалентной резистивной цепи. Получены соответствия между величинами, которые относятся к двум различным физическим трактовкам уравнения в конечных разностях. Это позволило вместо электростатической задачи искать решение математически эквивалентной задачи о распределении токов в соответствующей резистивной электрической цепи.

МЕТОДЫ И СРЕДСТВА СНИЖЕНИЯ УЯЗВИМОСТИ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

Г.В. Певцов¹, д.т.н., проф.; В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; С.Н. Шолохов², к.т.н., доц.

¹ *Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;*

² *Центральный НИИ Министерства обороны Украины*

В докладе рассматриваются методы и средства снижения уязвимости телекоммуникационных систем (ТС), функционирующих в электромагнитной обстановке интеллектуального здания. Отмечено, что при повышении быстродействия ТС, усиления роли информационной и функциональной безопасности, решение проблемы снижения уязвимости ТС требуют комплексного подхода, который охватывает: экранирование кабельных линий связи, оборудования, помещений и зданий; обеспечение качества электроэнергии; снижение уровня естественных и разработка методов защиты от искусственных помех; защита оборудования от воздействия электростатических разрядов; рациональная топология цепей питания и коммуникаций, которая обеспечивает минимальный уровень помех в них и от них; организация заземления территориально распределенной ТС. В докладе проводится классификация возможных электромагнитных воздействий, которые могут нарушить целостность сигнала, отмечено взаимодействие задач по снижению уязвимости ТС, базирующихся на методологии ЭМС и соблюдении соответствующих стандартов. В докладе уделено внимание таким вопросам снижения уязвимости и сохранения целостности сигнала как экранирование и заземление. На основе общей теории экранирования проведено научное обобщение методов и средств выполнения экранов и оценки их эффективности применительно к поставленным задачам. Отмечается, что для интеллектуального здания характерны широкие возможности локализации электромагнитного поля на уровне здания, помещений и отдельных объектов, а также вариативность технических решений, основанных на удовлетворении противоречивых требований.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ МАЛОВИСОТНОЇ ЦІЛІ В УМОВАХ НАДРЕФРАКЦІЇ НАД МОРЕМ

*В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; М.М. Петрушенко², д.т.н., с.н.с.;
Є.О. Меленті¹; О.К. Шейгас¹*

¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²*Головна інспекція Міністерства оборони України*

При локації маловисотних повітряних об'єктів в межах тропосферних хвилеводів (ТХВ) збільшуються помилки вимірювання дальності, обумовлені флуктуаціями фази прийнятого сигналу. Аналіз експериментальних даних показав, що ехо-сигнал має як корельовані, так і некорельовані частотні складові фазових флуктуацій. Флуктуації фази прийнятого сигналу описуються кореляційною функцією, яка має осцилюючий характер, а закон розподілу фазових флуктуацій можна описати нормальним законом. В доповіді представлені основні співвідношення, які описують флуктуації фази відбитого від цілі сигналу в умовах існування над морем ТХВ. На основі експоненціальної кореляційної функції за умов існування корельованих і некорельованих фазових флуктуацій виведено співвідношення для дисперсії оцінки групового часу затримки сигналу, відбитого від цілі, яка знаходиться в межах ТХВ. В доповіді запропоновано метод підвищення точності вимірювання дальності цілі, яка знаходиться в ТХВ за межами дальності прямої видимості, що полягає в оптимальному вимірюванні часу запізнення сигналу з врахуванням фазових флуктуацій прийнятого сигналу, обумовлених середовищем розповсюдження радіохвиль. При цьому оцінка параметрів прийнятого сигналу зводиться до оцінки по максимуму логарифму відношення правдоподібності. Наведені схеми оптимальних вимірювачів дальності, при виявленні цілей в ТХВ за межами дальності прямої видимості. Показаний при застосуванні запропонованого методу та схем оптимальних вимірювачів.

ДО ПИТАННЯ ПРО ДИСЛОКАЦІЮ РАДІОТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ ПРИМОРСЬКОГО БАЗУВАННЯ ПРИ ЛОКАЦІЇ МАЛОВИСОТНИХ ЦІЛЕЙ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; Є.О. Меленті¹; О.К. Шейгас¹; В.М. Петрушенко²

¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²*Військова частина А 3009*

Розвиток засобів повітряного нападу свідчить про те, що все більше уваги приділяється питанню застосування авіації при нанесенні ударів по стратегічним об'єктам ці сторони моря на малих та гранично малих висотах. Аналіз дій засобів ППО показав, що в цій ситуації як радіотехнічні засоби (РТЗ), так і вогневі засоби мають обмежений час для виявлення і знищення таких цілей, оскільки дальність виявлення обмежується дальністю прямої видимості (ДПВ). Огляд останніх робіт, присвячених радіолокації над поверхнею моря показав, що при виконанні певних заходів, можливо використовувати для виявлення маловисотних цілей (МЦ) явище надрефракції, яке призводить до виникнення тропосферних хвилеводів (ТХВ). У випадку їх існування дальність виявлення МЦ збільшується у декілька разів. Проте для заживлення ТХВ необхідно розмістити РТЗ на певній відстані від узбережжя. В доповіді на основі аналізу рівнянь гідродинаміки приведені співвідношення, які дозволяють розрахувати показник заломлення середовища на границі суходіл-море. Приведена методика використання метеопараметрів для розрахунку показника заломлення для району дислокації РТЗ. Приведені результати розрахунку показника заломлення для Кримського, які дозволяють оцінити необхідне віддалення РТЗ від границі суходіл-море для заживлення ТХВ.

**ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДУ КРИВОЛІНІЙНИХ КООРДИНАТ
ПРИ ВИРІШЕННІ ЗАДАЧІ ОЦІНКИ ВИСОТИ ПОЛЬОТУ ЦІЛІ В МЕЖАХ
ТРОПОСФЕРНОГО РАДІОХВИЛЕВОДУ НА ВІДСТАНЯХ,
БІЛЬШИХ ДАЛЬНОСТІ ПРЯМОЇ ВИДИМОСТІ**

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; С.В. Кукобко¹, к.т.н., с.н.с.;

С.О. Меленті¹; М.М. Петрушенко², д.т.н., с.н.с.

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

²Головна інспекція Міністерства оборони України

Досвід експлуатації радіотехнічних систем приморського базування свідчить, що при виборі позиції РЛС, яка здатна заживити тропосферний радіохвильовід (ТРХ), дальність виявлення маловисотних цілей (МЦ) збільшується в 3-5 разів в порівнянні з дальністю прямої видимості. Виграш в дальності виявлення МЦ дозволяє використовувати інформацію про її координати в зенітних ракетних комплексах. Проте, в цьому випадку необхідно володіти інформацією про висоту польоту МЦ. Однак, результати експериментальних досліджень свідчать про те, що використання традиційних методів вимірювання висоти польоту при надрефракції досить проблематично. Тому в доповіді для вирішення цієї задачі запропоновано застосувати метод розрахунку електромагнітного поля в шаруватих напівпровідникових середовищах (метод криволінійних координат), при якому середовище за наявності ТРХ над водною поверхнею можна представити у вигляді сферичного трьохшарового напівпровідникового середовища з різними електричними параметрами кожного шару. При цьому, аналогом ТРХ є шар, обмежений сферами різного радіуса. Отримані співвідношення для визначення напруженостей електричного та магнітного поля у будь-якій точці багатшарового середовища, які дозволяють враховувати зміну електричних параметрів кожного з шарів. Даний метод дозволяє розрахувати поле електричного диполя у будь-якій точці тропосферного хвильоводу.

**ДО ПИТАННЯ ПРО ЛОКАЦІЮ МАНЕВРУЮЧОЇ ЦІЛІ
В МЕЖАХ ТРОПОСФЕРНОГО РАДІОХВИЛЕВОДУ НАД МОРЕМ**

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; О.К. Шейгас¹; І.А. Нос¹; В.М. Петрушенко²

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

²Військова частина А3009

Експериментальні дослідження, проведені останнім часом, показують, що у випадку, якщо радіолокаційні станції дислокуються на узбережжі, в умові існування тропосферного радіохвильоводу дальність виявлення і супроводу повітряних цілей істотно збільшується, що дає можливість локації цілі, здійснюючий зліт і посадку не лише на авіаносці, але і аеродроми прибережного базування. Як відомо, при зльоті і посадці повітряної цілі, разом із зміною швидкості, здійснюється і вимірювання прискорення, тобто ціль здійснює маневр. Аналіз існуючих методів локації цілей, що маневрують, показує, що при автоматизованій обробці інформації про ціль з використанням ЕОМ (фільтрації вимірів) за рахунок маневру цілі з'являються значні динамічні помилки екстраполяції. Поява таких помилок, як показують дослідження, є причиною зриву супроводу цілі. У зв'язку з цим для практики радіолокації, актуальним є виявлення маневру цілі, визначення його характеристик (інтенсивності маневру) і їх врахування в процесі фільтрації вимірювання координат. Відповідні фільтри супроводу у відомій літературі відносять до класу адитивних фільтрів з виявленням маневру. В даний час відомі два основні способи їх реалізації. До першого способу відносять фільтри з включенням додаткового (перемикаючого) фільтру Калмана, до другого – з включенням додаткового фільтру, що характеризує складову прискорення маневру (модифікований фільтр Калмана). У свою чергу, для виявлення маневру цілі в радіо-

локації практиці використовують значення динамічних помилок екстраполяції координат (значення нев'язки і їх квадратичні форми – одиночні вибірки або сумарні вибірки в межах «ковзаючого вікна») в процесі рекурентної обробки. Проте аналіз експериментальних робіт по супроводженню маневруючих цілей лоцуючих в межах тропосферного радіохвилеводу показує, що існуючі алгоритми не завжди є ефективними. Тому в доповіді для виявлення маневру цілі і корекції параметрів згладжуючих фільтрів пропонується використовувати в процесі супроводу інформацію про радіальну швидкість і прискорення цілі. Пропонуються адитивні методи і пристрої супроводження маневруючих цілей стійкі до аномальних помилок одиночних вимірів.

ДО ПИТАННЯ ПРО ВПЛИВ МЕХАНІЗМУ РОЗПОВСЮДЖЕННЯ РАДІОХВИЛЬ НА ЛОКАЦІЮ ЦІЛЕЙ НАД МОРЕМ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; С.О. Меленті¹; М.М. Олецюк²; В.М. Петрушенко³

¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

³*Військова частина А 3009*

В доповіді проводиться аналіз можливих механізмів розповсюдження радіохвиль (РРХ) при локації маловисотних цілей над морем, а саме, скачковий механізм РРХ на загоризонтні дальності, дифракція радіохвиль за радіогоризонтом, розсіювання радіохвиль на турбулентних неоднорідностях тропосфери. Детальніше в доповіді розглядається хвилевodne розповсюдження при якому електромагнітна енергія розповсюджується по приводним хвилеводам випаровування або по рефракційним хвилеводам (приводним, підведеним), що утворюються при певних градієнтах температури та вологості повітря. Основними параметрами тропосферних хвилеводів (ТХВ) є висота, товщина шару інверсії та інтенсивність хвилеводу. В рамках механізму тропосферного розповсюдження радіохвиль для існуючого парку РЛС розраховані дальності локації цілі в випадку знаходження і РЛС, і цілі в межах ТХВ. Представлений порівняльний аналіз збільшення дальності локації маловисотних цілей з використанням ТХВ в порівнянні з дальністю прямої видимості цілі в умовах локації над морською поверхнею.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ РАДІАЛЬНОЇ СКЛАДОВОЇ ШВИДКОСТІ МАЛОВИСОТНОЇ ЦІЛІ ПРИ ЇЇ ЛОКАЦІЇ НАД МОРЕМ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; Г.В. Певцов¹, д.т.н., проф.; І.А. Нос¹; М.М. Олецюк²

¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

Аналіз гідрометеорологічних параметрів свідчить про те, що останнім часом істотно змінюються погодні умови, особливо в районах Азовського і Чорноморського басейнів. Стійкішими стають умови існування приповерхневих і підведених радіохвилеводів. У доповіді на основі аналізу експериментально одержаних даних обґрунтовується, що при локації маловисотної цілі над морською поверхнею найбільш високі за точністю результати при вимірюванні швидкості цілі можна отримати фазометричним методом. У відомій літературі синтезовані оптимальні вимірювачі швидкості цілі. Проте ці вимірювачі синтезовані для випадку, коли вважалося, що флюктуації фази розподілені по нормальному закону, а кореляційна функція флюктуацій фази описувалася дельта-функцією. Зазвичай ця умова формулювалося при локації цілей на фоні некорельованих флюктуацій фази. Дане допущення справедливе для випадку, коли флюктуації фази обумовлені, в основному, апаратною нестабільністю. З підвищенням чутливості приймальних пристроїв значніший внесок до флюктуаційних складових вносять флюктуації середовища розповсюдження/поширення радіохвиль. У доповіді

на основі експериментальних досліджень показано, що при локації цілей над морем при використанні фазометричного методу у флуктуаціях фази з'являється корельована складова. У доповіді в рамках запропонованої моделі кореляційної функції, що враховує кореляцію флуктуації фази, доповідається методологія синтезу оптимального вимірювача радіальної складової швидкості цілі. Також оцінений виграш в точності вимірювання радіальної складової швидкості аеродинамічної цілі при використанні синтезованого вимірювача в порівнянні з традиційними схемами.

ПОВЫШЕНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДО ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНОЙ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ЦЕЛИ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ИНФОРМАЦИИ О СРЕДЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; А.Н. Чёрный²; Д.В. Карлов¹, к.т.н., с.н.с.; О.В. Бесова¹

¹Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;

²НИИЦ (государственный океанариум) Вооруженных Сил Украины

При локации сложной баллистической цели возникает задача точного измерения дальности до одного из её элементов. В этом случае сигнал, отраженный элемента сложной баллистической цели, дальность до которого следует измерить более точно, чем до других элементов, называют полезным сигналом, а сигналы, отраженные от других элементов сложной баллистической цели – помеховыми. Из общей теории локации известно, что если каким либо образом уменьшить амплитуду помеховых сигналов, то точность измерения запаздывания полезного сигнала возрастает. При этом, как известно, в наиболее сложной, с точки зрения обеспечения выигрыша в точности измерения запаздывания, является ситуация, когда имеются полезный и помеховый сигналы. То есть сложная баллистическая цель состоит из двух элементов. В докладе рассматривается работа устройства, в котором подавление помехового сигнала достигается за счет использования поляризационных различий между полезным и помеховым сигналом, обусловленным пространственным различием угла Φ фарадеевского вращения плоскости поляризации сигнала в ионизированной среде. Оценена эффективность его работы применительно к условиям локации элементов сложной баллистической цели в среднеширотной ионосфере. Сформулированы границы применимости рассмотренного в статье устройства.

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ БЛИЗКО РАСПОЛОЖЕННЫХ ЦЕЛЕЙ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; А.И. Нос¹, к.т.н., доц.; А.Н. Чёрный²; О.В. Бесова¹

¹Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;

²НИИЦ (государственный океанариум) Вооруженных Сил Украины

Вопросу измерения дальности близко расположенных целей в последнее время уделяется достаточно большое внимание. Это обусловлено с одной стороны тем, что при локации, например, космических целей на РЛС дальнего обнаружения метрового диапазона радиоволн, локация ИСЗ происходит на фоне отражений от ракеты-носителя. При локации в декаметровом диапазоне радиоволн на загоризонтных дальностях, в виду использования длинноимпульсных сигналов, неизбежно процесс распознавания целей и определения количества их в лоцируемой области пространства, также невозможен без оценки дальности одной цели на фоне другой. С локацией близко расположенных целей имеют дело и в радиотехнических войсках, поскольку воздушные цели в основном осуществляют полет парами. Особенно актуальным этот вопрос является при локации целей РЛС прибрежного базирования. В докладе потенциальная точность измерения даль-

ности близко расположенных целей оценена в рамках допущений о том, что производится локация двух целей, осуществляющих полет на одном азимуте, на одинаковой высоте и отличающихся только положением по дальности. Предположено также, что амплитуда, фаза и запаздывание сигналов, отраженных от одной и другой цели неизвестны. Применительно к случаю использования зондирующих сигналов с прямоугольной, а также скругленной формой спектра, проведены расчеты и построены графики, позволяющие оценить потенциальную точность измерения запаздывания одного сигнала на фоне другого в широком спектре отношения их амплитуд.

О РАСПОЗНАВАНИИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО СОСТАВА ГРУППОВОЙ МАЛОВЫСОТНОЙ ЦЕЛИ ПРИ ЛОКАЦИИ ЕЁ НАД МОРЕМ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; Ю.А. Сырык¹; А.В. Тугай¹; И.Н. Петрушенко²

¹*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;*

²*Конструкторское бюро коммутационной аппаратуры (Севастополь)*

Одной из проблем существующей в радиолокации целей над морем особо остро проявившей себя в настоящее время является проблема увеличения дальности обнаружения маловысотных целей. Решение её в дециметровом диапазоне радиоволн за счёт использования ионосферной волны при локации за пределами дальности прямой видимости показало перспективность этого направления в радиолокации. Вместе с тем при проведении этих работ было выявлено то, что наряду с ионосферной волной, в случае размещения РЛС в прибрежных районах возникает и приповерхностная волна, обеспечивающая обнаружение целей летящих над морем на высотах до 3 000 м и на дальностях до 300-400 км. Дальнейшие исследования этого явления показали, что в метровом диапазоне радиоволн над морем существует тропосферный радиоволновод в рамках которого устойчиво лоцируются маловысотные цели. Однако при рассмотрении проблемы локации целей в пределах тропосферного радиоволновода, рассмотрение вопроса связанного с определением численного состава групповой цели лоцируемого в пределах тропосферного радиоволновода на дальностях превышающих дальность прямой видимости в известной литературе в настоящее время не было уделено должного внимания. В докладе рассматривается возможность распознавания количественного состава групповой цели, лоцируемой над морем на дальности превышающей дальность прямой видимости. В качестве признака, позволяющего распознать групповую цель, предложено использовать изменение (скачок) параметров эхо-сигналов. С позиции анализа матрицы условной вероятности фиксации скачка параметра сигнала, в докладе рассмотрены возможные варианты построения устройств обнаружения количественного состава групповой цели и оценена их эффективность в зависимости от числа параметров эхо-сигнала по скачку которых оценивается количественный состав групповой цели.

МЕТОД ОЦЕНКИ КОЛИЧЕСТВА ЦЕЛЕЙ В СОСТАВЕ ГРУППОВОЙ ПРИ ЛОКАЦИИ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ДАЛЬНОСТИ ПРЯМОЙ ВИДИМОСТИ НАД МОРЕМ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; Ю.А. Сырык¹; А.В. Тугай¹; И.Н. Петрушенко²

¹*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;*

²*Конструкторское бюро коммутационной аппаратуры (Севастополь)*

При локации целей над морем за пределами дальности прямой видимости в импульсном объёме излученного РЛС сигнала обычно попадает несколько целей. Фактически мы имеем дело с рассмотрением вопроса локации групповой цели. В этом случае обычным для радиолокации является постановка задачи связанной с определением чис-

ла об'єктів лоцируемых в составе групповой цели. Практика локації цілей над морем за межами дальності прямої видимості свідчить про те, що в процесі локації число об'єктів в складі групової цілі змінюється. Це відбувається за рахунок того, що в імпульсний об'єм або входять, або виходять повітряні цілі. Така динаміка процесу локації неминуче повинна впливати на характеристики відбитого сигналу. В доповіді в межах відомих моделей руху цілей пропонується методика оцінки змін параметрів ехо-сигналу, в залежності від кількості об'єктів групової цілі, що знаходяться в імпульсному об'ємі випромінюваного сигналу при локації над морем за межами дальності прямої видимості. Застосовано до механізму тропосферного поширення радіохвиль над морем при локації цілей за межами дальності прямої видимості проведена кількісна оцінка варіювання параметрів, відбитого від цілі сигналу в умовах змін кількості об'єктів локації. Розрахунки проведені в межах припущення про те, що взаємний вплив відбиттів об'єктів в імпульсному об'ємі цілей не враховується. Розглянуто варіювання амплітуди відбитого сигналу при зміні числа об'єктів групової цілі. Оцінено вплив ефективного поверхні розсіювання входять (або виходять) в імпульсний об'єм цілі на величину скачка амплітуди відбитого сигналу.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ КУТОВОЇ ШВИДКОСТІ ТА КУТОВОЇ КООРДИНАТИ МАНЕВРУЮЧОЇ ЦІЛІ, ЩО ЛОЦИРУЄТЬСЯ В МЕЖАХ ТРОПОСФЕРНОГО РАДІОВОЛНОВОДА НАД МОРЕМ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; М.М. Олейчук²; К.П. Квиткин¹; В.Г. Чернов¹
¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*
²*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

При локації в межах тропосферного радіохвильового каналу над морем, як свідчить досвід радіолокаційної практики, у випадку, якщо ціль маневрує, то для її супроводження необхідно мати інформацію про її кутову швидкість та кутову координату. Найбільш доцільним методом вимірювання вказаних параметрів, як обґрунтовується в доповіді, в даному випадку є фазометричний метод. Але, оскільки у випадку, що розглядається, локація цілей здійснюється під малими кутами міста, то на вимірювання вказаних параметрів істотний вплив здійснює обумовлені середовищем розповсюдження радіохвиль флуктуації фази відбитого сигналу. В доповіді на основі експериментальних даних обґрунтовується, що флуктуації фази сигналу, відбитого від цілі, що знаходиться за межами радіогоризонту в тропосферному радіохвильовому каналі, розподілені за нормальним законом. Разом з тим, поруч з некорельованими флуктуаціями фази, по мірі віддалення цілі від радіолокатора в тропосферному радіохвильовому каналі, підвищується вплив і корельованих складових фазових флуктуацій. В свою чергу, наявність фазових флуктуацій призводить до спотворення прийнятого сигналу, що сприяє погіршенню точності вимірювання параметрів відбитого від цілі сигналу. У доповіді показано, що погіршення точності вимірювання параметрів радіолокаційного сигналу у випадку, що розглядається, обумовлено тим, що флуктуації фази призводять до відхилення головного максимуму функції розузгодження та зменшенню гостроти її піку. Приведені результати теоретичних оцінок погіршення точності вимірювання кутової координати та кутової швидкості цілі, що лоцирується в межах радіохвильового каналу над морем та обумовлених появою у відбитому сигналі фазових флуктуацій. При цьому розглядаються різні моделі кореляційних функцій флуктуацій фази сигналу, отриманих на основі експериментальних даних.

МНОЖЕСТВЕННЫЕ АКТИВНЫЕ ПОМЕХИ В РТС ПРИМОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ И БОРЬБА С НИМИ

И.Г. Леонов¹, к.т.н., доц.; А.М. Коржов¹, к.т.н.; Р.М. Животовский²

¹Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;

²Воинская часть А-2860

Опыт эксплуатации радиотехнических систем приморского базирования в условиях сверхрефракции, которая свойственна в летний и осенний период, свидетельствует о существенном затруднении обработки полезной информации от цели, вызванном наличием непреднамеренных помех в канале приема. Особенно важным становится этот вопрос в условиях постоянного роста количества базовых станций систем мобильной телефонной и радиосвязи. Поэтому разработка комплекса мер защиты приёмных трактов радиотехнических систем от упомянутых помех приобретает первостепенное значение. Краткий анализ показывает, что априорная неопределенность помех, не позволяют применить частотные методы защиты. На практике были зафиксированы случаи попадания помехи в полосу пропускания приемной системы. Малоэффективными оказываются и методы защиты, основанные на методах ограничения. Приведенных рассуждений достаточно, чтобы вывести на первый план адаптивные методы защиты от помех, основанные на корреляционной оценке сигнально-помеховой обстановки и автоматическом использовании полученных оценок для управления пространственно-частотным полем в точке приема. В докладе проведен краткий анализ различий между сигналом и помехой. Исследован вопрос о возможности их использования для защиты радиотехнических систем от помех. Показана целесообразность и возможность использования адаптивных методов защиты приемных каналов от непреднамеренных помех. На основании решения задачи синтеза автокомпенсационного устройства для РТС приморского базирования получены выражения для весовых векторов. Их реализация выливается в двухкаскадное построение устройства компенсации помехи.

ЗАЩИТА ОТ НЕПРЕРЫВНЫХ СЛОЖНЫХ ПОМЕХ РТС ПРИМОРСКОГО БАЗИРОВАНИЯ

А.М. Коржов, к.т.н.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Опыт эксплуатации радиотехнических систем приморского базирования в условиях существования тропосферных радиоволноводов свидетельствует о существенном затруднении обработки полезной информации от цели, вызванном наличием непрерывных сложных помех в канале приема. Эти помехи обусловлены работой в пересекающемся частотном диапазоне длин волн телекоммуникационных и телевизионных систем. Особенно важным становится этот вопрос в условиях роста количества телекоммуникационных и телевизионных станций, а также ретрансляторов. Поэтому разработка комплекса мер защиты приёмных трактов радиотехнических систем от упомянутых помех приобретает первостепенное значение. Случайный характер существования условий обнаружения в тропосферном радиолокационном канале, в том числе и занятость частотных интервалов, не позволяют применить с успехом чисто частотные методы защиты. Малоэффективными оказываются и методы защиты, основанные на методах ограничения, так как соотношение сигнал/фон также слабо прогнозируемо. Приведенные рассуждения выводят на первый план адаптивные методы защиты от помех, основанные на корреляционной оценке сигнально-помеховой обстановки и автоматическом использовании полученных оценок для управления пространственно - частотным полем в точке приема.

В докладі проведена оцінка електромагнітної сумісності радіотехнічних систем приморського базирования с источниками електромагнітних помех. С учётом временных, спектральных и вероятностных характеристик непрерывной сложной помехи показана возможность использования адаптивных методов защиты и определен вариант построения автокомпенсатора, приведена его структурная схема.

СПРЯМОВАНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ АНТЕННИХ РЕШТОК З ФАЗО-ЧАСТОТНИМ ФОКУСУВАННЯМ БЕЗПЕРЕРВНИХ СИГНАЛІВ

*Л.Г. Корнієнко, д.т.н., проф.; В.П. Катков
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сфокусовані антени мають широку область застосування, зокрема в системах ближньої радіолокації. Для формування в просторі поля у вигляді коротких відеоімпульсів потрібно випромінювати безперервні сигнали, що змінюються за частотою в розкриві решітки. Фокусировка випромінювання досягається встановленням фазового розподілу, лінійна і квадратична складова котрого залежить від положення точки фокусування та виду частотного розподілу. Для збільшення енергетичного потенціалу та точності визначення кутових координат необхідно забезпечити високу спрямованість антени. В даній роботі досліджується кутовий розподіл поля сфокусованої решітки з частотним розподілом, що дорівнює сумі середньої частоти і добутку номеру елемента на дискрет частоти. Визначається кутова ширина і рівень бічних пелюсток поля, що концентрується біля точки фокусування (основний імпульс) та біля інтерференційних імпульсів, що створюють в фіксований момент часу разом з основним періодичну послідовність відеоімпульсів в радіальному напрямку. Отриманий вираз для поля випромінювання решітки будь якої геометрії, сфокусованої в зоні Френеля, визначена кутова залежність поля на сферах з радіусами, що відповідають дальності до основного і інтерференційних імпульсів. Для основного імпульсу визначена кутова область фокусування, в котрій поле співпадає з полем несфокусованої решітки в дальній зоні. Отримані умови, при котрих поле в цій області незначно відрізняється від поля сфокусованої решітки з одночастотним сигналом, що дає змогу скористатися для розрахунку ширини фокальної плями і рівня бічних пелюсток відомими формулами з теорії антенних решіток. Вивчені причини і характер спотворень кутового розподілу інтерференційних імпульсів, визначені шляхи їх зменшення. Проаналізований вплив кроку лінійної решітки на кутовий розподіл поля. Показано, що при використанні багаточастотних сигналів з певним частотним дискретом дифракційні максимуми розсипаються. Отриманий в роботі теоретичний і графічний матеріал дозволяє розрахувати сфокусовані решітки з потрібними спрямованими характеристиками.

ОСОБЛИВОСТІ ФОРМУВАННЯ ІМПУЛЬСНОГО ПОЛЯ АНТЕННИМИ РЕШІТКАМИ З ФАЗОВИМ ФОКУСУВАННЯМ БАГАТОЧАСТОТНИХ СИГНАЛІВ

*Л.Г. Корнієнко, д.т.н., проф.; В.П. Катков
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Сфокусовані антенні решітки з багаточастотними сигналами дозволяють формувати короткі просторово-часові відеоімпульси, параметри котрих залежать від виду розподілу частоти в розкриві антени. На основі таких антен можна створювати нові або розширювати функціональні можливості існуючих РЕС різного цільового призначення. У даній роботі для сфокусованих в зоні Френеля антенних решіток довільної геометрії, елементи котрої збуджуються безперервними сигналами з частотами, що змінюються в розкриві за законом арифметичної

прогресії першого порядку, отримані аналітичні співвідношення, що визначають розподіл поля по дальності в напрямі на точку фокусування, форму просторових імпульсних сигналів і їх основні параметри, область допустимих спотворень імпульсів і її трансформацію залежно від дальності до точки фокусування. Показано, що просторово- часові відеоімпульси мають період, що дорівнює довжині хвилі λ частотного дискрету (різниці арифметичної прогресії), радіальна ширина фокального (основного) імпульсу пропорційна λ , обернено пропорційна кількості випромінювачів N і не залежить від відстані між ними. Скважність імпульсів на 12% перевищує кількість випромінювачів. Визначені продольні розміри області фокусування, в межах якої імпульси мають чітку інтерференційну картину, та їх залежність від відстані до точки фокусування. Імпульси, що знаходяться за межами області фокусування, спотворюються, збільшується їх ширина, зростає рівень бічних пелюсток, інтерференційна картина розмивається, густина потоку потужності зменшується. Спотворення стабілізуються за межами дальньої зони антени. Вказані шляхи зменшення спотворень імпульсів. Отримані результати можна використовувати для проектування сфокусованих решіток з багаточастотними сигналами і розробки алгоритмів управління сфокусованим випромінюванням.

АДАПТИВНЫЕ ПЕЛЕНГАТОРЫ ИСТОЧНИКОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ С ПАРАЛЛЕЛЬНЫМ ОБЗОРОМ ПРОСТРАНСТВА

В.Е. Кудряшов, к.т.н., доц.; А.К. Лисов

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Приведены результаты сравнительного анализа наиболее распространённых схем адаптивных пеленгаторов с параллельным обзором пространства. Методами математического моделирования исследованы их энергетические и точностные характеристики в широком диапазоне мощностей источников электромагнитного излучения. Предложен способ повышения угловой разрешающей способности при пеленгации маломощных источников электромагнитного излучения на фоне более мощных источников.

ОЦІНКА ЕНЕРГЕТИЧНИХ ВТРАТ РЕЛЕЙНОГО КОРЕЛЯТОРА

В.С. Кудряшов, к.т.н., доц.; Д.О. Білоус

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Запропонована схема релейного корелятора, що забезпечує мінімальні енергетичні втрати порівняно з класичною схемою корелятора. Розглянуто декілька варіантів технічної реалізації релейного корелятора. Засобами схемотехнічного моделювання проведений аналіз залежності основних параметрів релейного корелятора від параметрів елементів його схеми. Показані джерела адитивних та мультиплікативних похибок релейного корелятора та можливі засоби боротьби з цими похибками.

АДАПТИВНЫЙ СПЕКТРАЛЬНЫЙ КОРРЕЛЯТОР

В.В. Кудряшев¹; Д.В. Чумаченко²

¹ *Інститут радіофізики і електроніки НАН України ім. А.Я. Усикова;*

² *Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Показана возможность применения адаптивных алгоритмов цифрового спектрального анализа (ЦСА) при корреляционной обработке сверхширокополосных (СШП) сигналов в спектральной области для пассивной и активно-пассивной систем приема миллиметрового диапазона. Приведены схемы и ре-

зультаты математического моделирования обработки СШП сигналов в адаптивном спектральном корреляторе. Проведен сравнительный анализ различных алгоритмов ЦСА в условиях ограниченной интенсивности обрабатываемых сигналов. Рассмотрены требования к характеристикам приемо-передающих трактов при технической реализации адаптивного спектрального коррелятора.

ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СОГЛАСОВАННЫХ ФИЛЬТРОВ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ФИЛЬТРАЦИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ СПЕКТРАЛЬНУЮ СЕЛЕКЦИЮ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ В ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ

Л.Ф. Купченко, д.т.н., проф.; А.С. Рыбьяк, к.т.н.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Известно, что основной проблемой при построении оптико-электронных приборов является определение наилучших способов и приемов обработки полезных сигналов при наличии помех, создаваемых окружающим фоном и средой распространения. Целью настоящей работы является определение потенциальных возможностей метода динамической спектральной фильтрации и факторов влияющих на селективные свойства согласованного фильтра. Для оценки потенциальных возможностей метода динамической спектральной фильтрации используются информативные свойства оптических сигналов. Поскольку информация о разделимости объектов и фонов содержится в основном в спектральных распределениях оптических сигналов, ее количество может быть описано через взаимную информационную меру статистических распределений – дивергенцию Кульбака-Лейблера. Чтобы определить потенциальные характеристики согласованного фильтра определялась величина разности информации на входе согласованного фильтра и на его выходе, для случая, когда обнаружитель использует критерий отношения правдоподобия. Известно, что в этом случае обнаружитель становится оптимальным при использовании широкого диапазона критериев, включая максимизацию разделения спектров цели и фона.

ФОРМУВАННЯ ІНФОРМАЦІЇ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ КООРДИНАТ СПЛЕСКУ НА ВОДЯНІЙ ПОВЕРХНІ

Р.І. Чепков¹, А.В. Дереп², к.т.н.; Г.Є. Янкелевич³

¹Київський національний університет будівництва і архітектури

²Центральний НДІ озброєння та військової техніки Збройних Сил України;

³ПАТ «НВО «Київський завод автоматики ім. Г.І. Петровського»

Формування інформації для визначення координат об'єкту на земній поверхні здійснюється за допомогою методів аерокінофотозйомки з літальних апаратів, які застосовуються в геодезії при картографуванні місцевості за зокрема в морській геодезії для визначення місця знаходження спеціальних плавзасобів. Відомі методи формування інформації для визначення координат на земній поверхні за допомогою аерокінофотозйомки з літальних апаратів, координати яких визначаються за допомогою супутникових систем позиціонування. Відомим є метод формування інформації для визначення координат плавзасобів, розташованих на водній поверхні та закріплених за дно, який полягає в використанні радіо та GPS приймачів, встановлених на плавзасобах. Цей метод описано в роботі [Генике А.А., Побединский Г.Г. „Глобальные спутниковые системы определения положения и их применение в геодезии.” Изд. 2, перераб. и доп. – М.: Картогеоцентр, 2004г.- 355 с.]. Зазначений метод не дозволяє сформувати інформацію для визначення координати місця сплеску на водній поверхні внаслідок того, що в місті сплеску неможливо заздалегідь встановити GPS приймач.

В цьому випадку можливе застосування методу формування інформації для визначення координат сплеску на водяній поверхні, який полягає в використанні знімальної кінофотокамери, яка встановлена на літальному апараті, який знаходиться в повітрі поряд з очікуваним місцем сплеску, в розташуванні буїв з відомими координатами на водяній поверхні та закріпленні їх за дно. При використанні зазначеного методу необхідно забезпечити синхронний режим роботи супутникових вимірів, за допомогою яких визначаються координати фокуса аерознімальної камери, та затвора цієї камери. Враховуючи, що час виконання супутникових вимірів може досягати декількох десятків секунд, неможливо гарантовано забезпечити зазначену синхронізацію та спрацювання затвора камери одночасно зі сплеском, і як наслідок цього, забезпечити належну точність визначення координат сплеску з похибкою до 1м.

В основу запропонованого методу поставлена задача підвищення точності визначення координат сплеску з похибкою до 1м, яка досягається за рахунок того, що буї розташовуються навколо очікуваного місця сплеску таким чином, щоб бути одночасно із сплеском на одному кадрі знімальної камери. При цьому наявність даних про координати буїв та їх розташування навколо місця сплеску, дозволяє за допомогою методів фотограмметрії визначити координати сплеску. Можливість визначення координат сплеску на водяній поверхні забезпечується засобами аерокінофотозйомки та супутникових систем позиціонування. Реалізація запропонованого методу можлива за допомогою пристрою який складається із знімальної кінофотокамери, яка встановлена на літальному апараті та який знаходиться в повітрі поряд з очікуваним місцем сплеску, буїв з відомими координатами та закріплених за дно, розташованих навколо очікуваного місця сплеску на водяній поверхні.

АНАЛІЗ МОЖЛИВОСТІ ПОВБУДОВИ КОМПЛЕКСУ ПРОТИДІЇ СНАЙПЕРУ

С.М. Лебединський, к.т.н., доц.; Н.В. Таровітова

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Оптична система прицілу снайпера забезпечує появу відбитого прицілом сигналу (відблиску). Прийнятій об'єктивом сигнал відбивається поверхніми елементів оптичної система, особливо тими, які розташовані у фокальній площині. Білік є демаскуючі фактором, який дозволяє виявити снайпера. Розроблено багато засобів виявлення відблиску. Але крім виявлення необхідна поразка і притому дуже швидко. Бо якщо об'єкт бачить відблиск, то вісь прицілу вже направлена на нього. Найбільш оперативним в даному випадку може бути засліплюючий лазерний промінь в напрямі вісі прицілу. Виходячи з проведеного аналізу необхідно оперативне виявлення відблиску з будь-якого напрямку, в будь-який час і швидко поразка снайпера. Для поразки снайпера необхідний канал лазерного випромінювання посиляє потужний імпульс в напрямку оптичної осі прицілу. Необхідний також візирний канал для юстування оптичної осі комплексу і контролю поразки. В даний час все більше виникає необхідність захисту об'єктів, що знаходяться на рухомих носіях. Це визначає серйозні вимоги до розміщення елементів комплексу в носії і його габаритно-ваговим і енергетичним характеристикам. Проведений аналіз при розробці і виборі каналу поразки показав, що в якості джерела потужного лазерного випромінювання слід використовувати твердотільні короткоімпульсні лазери. Вони в змозі забезпечити значну енергію і тривалість імпульсу. Але використання лазерів на рубіні і склі з невідомим скрутно застосовувати через їх габаритно-вагових характеристик. Проведений аналіз, вибрані елементи та розроблені схеми цих елементів, а також загальна схема комплексу дозволяє сказати про його реалізованості та виконанні завдань з ураження снайпера.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПОБУДОВИ ОПТИКО-ЕЛЕКТРОННОГО ПРИЙМАЛЬНОГО ПРИСТРОЮ ПЕЛЕНГАТОРА ОПТИЧНИХ СИГНАЛІВ

*С.М. Лебединський, к.т.н., доц.; О.С. Шворак
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В умовах сучасних збройних конфліктів із застосуванням стрілецького озброєння-особлива роль належить точності й швидкості вражаючої дії зброї. Це зумовило активне впровадження оптичних прицілів і надзвичайну потребу розробки засобів боротьби зі зброєю оснащеним оптичним прицілом. Забезпечити виявлення оптико-електронного пристрою (прицілу) з рухомого носія в умовах, коли снайпер в змозі виконати свою задачу. Виявлення повинно бути забезпечено в будь-який час доби на відстанях не менше 1000 м як на відкритій місцевості, так і в міських умовах. Обґрунтування принципу виявлення прицілу здійснюється на основі використання факту перевідображення оптичного сигналу телескопічною системою. Завданням пеленгатора реєстрація відблиску, його виявлення, і визначення його координат. Для забезпечення виникнення відблиску необхідна активна підсвічування прицілу тому в умовах відсутності сонячного світла без неї білєк не виникне. Завданням приймального каналу є автоматична фіксація виникнення відблиску, фіксація координат його виникнення і видача інформації про координати оператору і далі в канал придушення. Для вирішення зазначеної задачі необхідний огляд простору можливого виникнення відблиску по двох координатах. Відомо, що снайпер у разі візуального виявлення (без прицілу) цілі витрачає на наведення зброї не менше 3-5 секунд, отже інформація приймального каналу і відповідна підсвічування передавального каналу повинна забезпечити виявлення цілі в зазначеному мінімальному інтервалі. Розробка приймального каналу пеленгатора проводилася з урахуванням умов можливого виконання завдання пеленгації. Основним фактором зміни умов пеленгації є характеристика атмосфери. При розробці враховано, що атмосферні умови будуть аналогічно впливати на можливість виконання роботи снайпера, тому характеристики приймача обрані з урахуванням, щоб забезпечити дальність роботи пеленгатора більшу ніж дальність прицільної стрільби снайпера. Наведені розробки та розрахунки, які показують можливість пеленгації оптичних прицілів снайперської зброї.

АЛГОРИТМ ОЦІНЮВАННЯ ВИСОТИ ПОВІТРЯНОГО ОБ'ЄКТУ В ТРОПОСФЕРНОМУ ХВИЛЕВОДІ

*Є.О. Меленті; С.В. Кукобко, к.т.н., с.н.с.; Є.С. Роцуцкін, к.т.н., с.н.с.;
Г.В. Рибалка, к.т.н.*

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Наявність явища тропосферного хвилеводу (ТХВ) на трасі розповсюдження радіохвиль, за певних умов, дозволяє збільшити дальність виявлення повітряних об'єктів (ПО) РЛС приморського базування, однак при цьому виникають значні помилки виміру висоти. Для зменшення цих помилок пропонується застосувати алгоритм оцінювання висоти ПО в ТХВ, який оснований на використанні методу розрахунку електромагнітного поля в шаруватих напівпровідникових середовищах (метод криволінійних координат). Пропонується алгоритм оцінювання висоти ПО в ТХВ складається з декількох основних етапів. На першому етапі проводиться оперативна діагностика умов РРХ (з використанням карти місцевих предметів та даних про метеопараметри тропосфери), після чого проводиться вимірювання дальності цілі в умовах існування ТХВ та екстраполяція положення цілі в наступному періоді

огляду. Надалі проводиться розрахунок висотного розподілу електромагнітного поля (ЕМП) в реальному масштабі часу на відстані, що відповідає дальності цілі (з використанням інформації про вертикальний градієнт коефіцієнта заломлення повітря). На заключному етапі проводиться оцінка висоти цілі шляхом порівняння амплітуди сигналу відбитого від цілі з попередньо розрахованими розподілами ЕМП.

ОЦІНКА ВПЛИВУ ВАРІАЦІЙ ВЕРТИКАЛЬНОГО ГРАДІЄНТУ ІНДЕКСУ ЗАЛОМЛЕННЯ ПОВІТРЯ НАД УКРАЇНОЮ НА ДАЛЬНІСТЬ ДІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СТАНЦІЙ

В.Л. Місайлов¹, к.т.н., с.н.с.; Є.О. Меленті¹; М.М. Олещук²; В.М. Петрушенко³

¹*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

²*Командування Повітряних Сил Збройних Сил України;*

³*Військова частина А 3009*

У доповіді наведені дані аналізу багаторічних аерологічних досліджень нижнього шару тропосфери до висот 3000 м над територією України. Для різних пунктів зондування відповідно до часу виконання вимірювань для чотирьох частин доби (ніч, ранок, день, вечір) помісячно наведені відновлені середні профілі вертикального градієнту індексу заломлення (n_N), які свідчать, що в залежності від місцевості, пори року та часу доби поточна рефракція може суттєво відрізнятися від стандартної. Для багатьох пунктів аерологічного зондування (ПАЗ) спостерігається наявність шарів як із збільшенням значенням n_N , так і із зменшенням, що впливає на дальність дії РЛС приморського базування. Також у доповіді наведені результати розрахунків відносного збільшення дальності прямої видимості (ДПВ) у порівнянні із стандартною атмосферою. Показано, що для районів, віддалених від крупних водоймищ сезонні та добові варіації рефракційних властивостей нижнього шару тропосфери є незначними і не мають суттєвого впливу на ДПВ. На узбережжі, через наявність розділу середовищ із суттєво різними фізичними властивостями (суша-море), спостерігається значний сезонний та добовий хід значень n_N . Для ПАЗ у м. Харкові спостерігається у цілому знижена рефракція і невелике зменшення ДПВ. Для ПАЗ у м. Одесі спостерігається взимку знижена рефракція на протязі усієї доби і невелике зменшення ДПВ, а влітку – суттєве підвищення рефракції і збільшення ДПВ як вдень (майже до 37%), так і вночі. Отже, місцеві кліматичні умови можуть суттєво впливати на дальність дії РЛС, як зменшуючи її, так і значно збільшуючи.

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ АКУСТООПТИЧЕСКОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ И ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АКУСТООПТИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ, НАПРАВЛЕННЫХ НА ПОВЫШЕНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ ПАССИВНОЙ ЛОКАЦИИ

О.В. Ефимова, к.т.н., доц.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Произведен обзор современного состояния акустооптических технологий по созданию спектрометров аэрокосмического базирования. Показано, что основными потребителями акустооптических методов в настоящее время является космическая и атмосферная спектрометрия. Достижения в области гетеродинных методов преобразования сигналов дали возможность освоить новые диапазоны миллиметровых и субмиллиметровых волн, а достижения в области создания акустооптических спектрометров, обеспечить рабочую полосу частот от десятков мегагерц до единиц гигагерц и полосой разрешения от десятков килогерц и более. Обсуждаются пути создания акустооптических процессоров использующих современные технологии и обеспечивающих повышение характеристик систем пассивной локации.

**ОРГАНІЗАЦІЯ ЛАБОРАТОРНОГО ПРАКТИКУМУ
ТА САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ КУРСАНТІВ І СТУДЕНТІВ
ІЗ ДИСЦИПЛІНИ «ПРИСТРОЇ НВЧ ТА АНТЕНИ»**

І.Г. Леонов¹, к.т.н., доц.; А.І. Нос¹, к.т.н., доц.;

А.Є. Присяжний¹; Д.С. Сидоренко¹; В.А. Присяжний²

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;

²Харківський національний університет радіоелектроніки

Розглянуто пакети прикладних програм, що об'єднуються в загальний напрям, а саме – інформаційно-комунікаційні технології підтримки навчання. Основу технології складають математичні моделі та методи комп'ютерного моделювання із застосуванням сучасних програмних засобів. Це дозволяє проводити чисельні експерименти, конструювання систем, вирішувати різноманітні задачі, забезпечувати активний контроль знань. Саме тому такий напрям застосування інформаційних технологій є перспективним для дослідження складних радіотехнічних систем. У доповіді проаналізована можливість використання сучасних програмних пакетів моделювання антенно-фідерних пристроїв для створення віртуальних лабораторних комплексів із метою ефективної організації лабораторного практикуму та самостійної роботи курсантів і студентів із дисципліни «Пристрої НВЧ та антени».

**ИНВАРИАНТНЫЙ ПОДХОД К ОБНАРУЖЕНИЮ СИГНАЛОВ
НА ФОНЕ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ В УСЛОВИЯХ
АПРИОРНОЙ НЕОПРЕДЕЛЁННОСТИ**

И.Г. Леонов¹, к.т.н., доц.; А.Е. Присяжний¹; Д.С. Сидоренко¹; Р.М. Животовский²

¹Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;

²Воинская часть А-2860

В докладе рассмотрена задача обнаружения сигнала при совместном воздействии гауссовского шума и пассивных помех в локационных системах, или в условиях многолучевого распространения сигналов. Известны методы борьбы с пассивными помехами, когда они адекватно представляются гауссовским коррелированным шумом. Однако такое представление пассивных помех не всегда справедливо. В ряде случаев вообще отсутствует основание для представления пассивной помехи случайным процессом с неустойчивым распределением. Поэтому представляют интерес правила обнаружения при минимальных априорных данных о пассивной помехе, когда задано только множество ее реализаций без определения на нем вероятностного распределения. Рассмотрен вариант правила обнаружения, полученного с использованием принципа инвариантности, в основу которого положено двухчастотное гетеродинирование с формированием инверсных копий сигнала с последующим их вычитанием и выделением сигнала движущейся цели. Такой подход позволяет не только подавить помеху, но и построить доплеровский измеритель скорости. Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований по обнаружению сигналов на фоне пассивных помех в условиях априорной неопределенности.

**АНАЛІЗ ПРОБЛЕМ ПОБУДОВИ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ РЕЖИМУ
ФУНКЦІОНУВАННЯ ЛАЗЕРНОЇ СИСТЕМИ МАРКУВАННЯ**

В.П. Трикоз, к.т.н., доц.; І.І. Назаренко

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Основними умовами ефективного використання лазерного випромінювання є дозоване управління потужністю променя при максимальному поглинанні випромінюван-

ня поверхнею деталі та точне управління положенням лазерного променя в зоні обробки при максимальній швидкості переміщення променя. Тому метою роботи є розробка пристрою лазерного маркування, що забезпечує переміщення лазерного променя з високою швидкістю та оптимальний вибір джерела випромінювання, що забезпечує ефективне використання потужності лазерного променя. Розглянуто можливість використання для маркування електрооптичних скануючих пристроїв, які мають малу інерційність – час переміщення на один елемент розділення менше 10^9 с. Визначено основні характеристики електрооптичного сканера, розглянуто конструктивні особливості його побудови, розроблена конструкція сканера, що значно зменшує управляючу напругу. Розраховано та оптимізовано параметри сканера, що забезпечують близьку до максимальної роздільну здатність зображення марки та забезпечують задану площу маркування. Аналіз експериментальних досліджень показав, що найбільшу ефективність мають волоконні лазери, активовані неодимом та ітербієм, які випромінюють на довжині хвилі 1,05...1,06 мкм. Якість зображення марки визначається якістю лазерного випромінювання. Аналіз експериментальних досліджень показав, що волоконні лазери формують випромінювання з якістю, близькою до дифракційної, тому для маркування рекомендовано використовувати волоконні лазери. Проведено енергетичний розрахунок пристрою маркування, на основі якого було визначено параметри лазерного випромінювання, які забезпечують якісне маркування деталей.

КЛАСИФІКАЦІЯ ТИПУ ЦІЛІ

В.В. Челпанов, к.т.н., доц.; А.В. Челпанов, к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Розглядаються питання класифікації типу цілі за її траєкторними ознаками. Запропонований алгоритм формування, селекції і фільтрації позначок, визначення і уточнення параметрів траєкторій цілей і алгоритм класифікації цілей за типами: аеродинамічна, балістична, космічний об'єкт. Основними ознаками (параметрами) класифікації є значення орбітальних параметрів траєкторії цілі. В основу алгоритму покладена реалізація функцій когерентної обробки та оперативної класифікації для забезпечення оперативної (попередньої) класифікації типу цілі на початковому етапі супроводження за значеннями функціонала енергії, визначення потенційно небезпечних цілей і, відповідно, здійснення перерозподілу (збільшення) енергетичних і часових ресурсів на супроводження таких цілей для підвищення точності оцінки параметрів траєкторії та достовірності класифікації типу цілі. Результат, який може бути досягнутий при реалізації запропонованого алгоритму полягає у підвищенні точності оцінки параметрів траєкторії найбільш небезпечних цілей, відповідної точності визначення параметрів класифікації і підвищення достовірності класифікації типу цілі.

АНАЛІЗ СПОСОБІВ ПОБУДОВИ ТА ДОСЛІДЖЕННЯ ОСНОВНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ЛАЗЕРНОГО АВІАЦІЙНОГО ВИСОТОМІРУ

В.П. Трикоз, к.т.н., доц.; Т.В. Смірнова

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

При побудові лігальних апаратів велику увагу приділяють авіаційним висотомірам. Звичайно вимірювання висоти визначається барометричним висотоміром, але його точність не завжди буває достатньою. Тому метою роботи є розробка лазерного висотоміру, який має вищу точність вимірювання висоти відносно барометричному висотоміру. Проаналізовано два методи вимірювання відстані та визначено доцільність використання імпульсний далекомір, який може мати велику потужність в імпульсі і за рахунок цього його дальність дії буде значно більшою відносно фазового. Розроблена функціо-

нальна схема імпульсного висотоміру на основі використання напівпровідникового лазера, який має невеликі розміри та економне енергоспоживання. Але такий лазер має недолік – велика розбіжність випромінювання. При необхідності узгодження поля зору приймального каналу з полем опромінювання це приводить до значного рівня зовнішнього фону. Тому розроблено оптичний вузол корекції розбіжності випромінювання, який коректує розбіжність передавального каналу відносно приймального. Розраховано параметри інтерференційного фільтру, який використано в приймальному каналі для зменшення впливу денного фону, його смуга пропускання узгоджена зі спектром випромінювання лазера. Розроблена сумісна приймально-передавальна оптична система, яка дозволяє зменшити габаритні розміри та масу. Приймальний об'єктив для зменшення розмірів виконано по схемі Касегрена та розраховано параметри його елементів. Розраховано основні характеристики висотоміра з урахуванням впливу атмосфери. Дальність дії авіаційного висотоміра при типових параметрах атмосфері перевищує 20 км, точність визначення висоти при використанні «пачки» імпульсів та післядетекторної обробки прийнятого сигналу становить 0,2...1 м.

ВИКОРИСТАННЯ ШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ В РЛС ТИПУ МІМО

О.В. Карпенко, к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Останнім часом значна увага приділяється новому напрямку в розвитку радіолокації, а саме переходу до багатоканальних РЛС типу МІМО (Multiple Input – Multiple Output), які дозволяють здійснювати просторове розділення та селекцію цілей на основі випромінювання та приймання ансамблів когерентних просторово-часових сигналів. При цьому використовуються багатоканальні антенні системи (АС), що складаються з декількох випромінюваних і приймальних елементів. Сигнали, що випромінюються передавальними елементами, є взаємно ортогональними. Така ортогональність може бути досягнута за рахунок ортогональності за часом, спектральним складом або частотою, а також за кодовим розділенням сигналів. В даних системах можуть використовуватися ансамблі когерентних широкосмугових (ШС) зондувальних сигналів. Це обумовлено можливістю розділення спільної ШС-смуги випромінювання ортогональних компонент зондувальних сигналів між окремими передавальними елементами АС. Зокрема, використання моноімпульсних багаточастотних сигналів забезпечує можливість створення ШС багатоканальних РЛС, які функціонують у низькочастотних діапазонах хвиль з високим просторовим розділенням і широкою сферою практичного застосування. Для теорії і практичних застосувань радіолокації безперечний інтерес має аналіз та співставлення роздільності та селективності різних видів ШС-сигналів та конфігурацій АС в РЛС типу МІМО з єдиних теоретичних позицій, що базуються на отриманні та обчисленні узагальненої функції невизначеності (УФН) лише за просторовими координатами або за відстанню та швидкістю. Аналіз УФН дозволяє дослідити не тільки роздільність, а й рівень бічних пелюсток, а також можливу неоднозначність та невизначеність вимірювань окремих координат на підставі дослідження одномірних та двовимірних перерізів УФН.

РОЗРОБКА ТА АНАЛІЗ ХАРАКТЕРИСТИК ПРИЛАДУ ВИЯВЛЕННЯ ЛАЗЕРНОГО МІКРОФОНУ

В.П. Трикоз, к.т.н., доц.; А.О. Хассанейн

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Одним із сучасних і досить ефективних засобів здобування інформації, що не потребує безпосереднього контакту з носієм інформації, є використання лазерного мікро-

фону. У даній роботі розроблено конструкцію виявлювача лазерного мікрофону, завдяки якому можна буде своєчасно відстежити факт підключення лазерного мікрофону і захистити інформацію від несанкціонованого використання. У роботі проведено аналіз методів селекції лазерного випромінювання, та для реалізації в приймальному пристрої обрано метод спектральної селекції „взаємовіднімання двох спектральних діапазонів”, завдяки якому виконуватиметься основна задача пристрою – виявлення розсіяного на неоднорідностях скла або пилу лазерного випромінювання. На підставі проведеного аналізу запропоновано двоканальну схему пристрою, проведено вибір оптичних елементів приймальних каналів та розрахунок їх основних параметрів. Проаналізовано рівень денного фону, визначено його спектральну щільність для типових умов експлуатації в спектральній смузі контролю і показано можливість використання пристрою в умовах зовнішнього денного фону при використанні вузькосмугового оптичного фільтру. Визначена смуга пропускання оптичного фільтру, оптимізовано значення миттєвого поля зору приймального каналу та визначено параметри багатоелементного фотоприймача, який забезпечить визначене поле зору. Розроблена конструкція інтерференційного фільтру з вузькою смугою пропускання на основі мультиплексу, який забезпечує сканування по спектру в смузі контролю при управлінні електричним сигналом та розраховані характеристики такого фільтру. Проведено енергетичний розрахунок приладу та визначено відношення сигнал/шум для типових умов експлуатації. Визначені параметри показують доцільність виготовлення і використання розробленого приладу.

ВОЗМОЖНОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ КОГЕРЕНТНЫХ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЕЙ ЛЧМ РАДИОИМПУЛЬСОВ ДЛЯ РЛС С КОРРЕЛЯЦИОННО-ФИЛЬТРОВЫМ МЕТОДОМ ОБРАБОТКИ КАНАЛА РАСПОЗНАВАНИЯ ЦЕЛИ

В.А. Степаненко, к.т.н., доц.; Е.А. Милькевич, к.т.н., доц.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Анализ работы радиотехнических систем приморского базирования свидетельствует о том, что в импульсном объеме при локации целей на дальностях за пределами дальности прямой видимости находится несколько целей. По вопросу распознавания целей в литературе уделено достаточно большое внимание. Вместе с тем, конкретных схем, формирующих ЛЧМ сигналы, применяемых в РЛС, в литературе недостаточно полно. В докладе рассмотрены варианты построения возбудителя формирования ЛЧМ сигналов с разными девиациями частоты за счет использования фазовых модуляторов. Приведены структурные схемы таких возбудителей, методики их расчета, результаты схемотехнического моделирования с помощью программы Мисгосар-7.

ВАРІАНТ ПОБУДОВИ ПРИСТРОЮ ФОРМУВАННЯ ШТУЧНИХ ТРОПОСФЕРНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ ДИНАМІЧНОГО ТИПУ

В.Л. Місайлов, к.т.н., с.н.с.; В.В. Сидоров, к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Для створення штучних тропосферних неоднорідностей динамічного типу (ШТН ДТ) зазвичай використовують пристрої барабанного типу. Як правило це є ємність (ящик) із отвором у одній стінці і рухомою мембраною (протилежною стінкою), рух якої задається за допомогою удару рукою, молоточком або резиновим джгутом. Така конструкція є дуже простою і наочною для демонстрації опитів по створенню ШТН ДТ, але вона має певні недоліки. В першу чергу треба відмітити невизначеність та нестабільність форми і часу імпульсного впливу на рухому стінку. Наслідком цього є низька повторюваність параметрів ШТН ДТ, що робить барабанні пристрої фо-

рмування ШТН ДТ придатними лише для демонстраційних опитів. Для дослідження електродинамічних властивостей ШТН ДТ необхідно мати формувач із достатньо стабільними і керованими характеристиками. Авторами запропоновано в якості рухомої мембрани використовувати потужну електромагнітну головку, що дозволяє забезпечити сталість параметрів руху мембрани і легко ними керувати. У доповіді розглянуто принцип побудови пристрою формування керуючого електричного сигналу. Пристрій побудовано з використанням сучасної елементної бази (мікроконтролер АТmega). Представлені результати випробувань макету формувача керуючого сигналу. Розроблений пристрій дозволяє оперативно змінювати параметри керуючого сигналу та штучних тропосферних неоднорідностей динамічного типу.

ЗАСТОСУВАННЯ МЕТОДУ КУТОВОЇ СЕЛЕКЦІЇ ДЛЯ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ЦІЛЕЙ РЛС РАДІОНАВІГАЦІЙНИХ СИСТЕМ В ПРИЗЕМНОМУ ШАРІ

Р.Ю. Кольцов; Є.С. Ленков, к.т.н.; В.М. Лоза, к.т.н.

Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка

В оглядових РЛС радіонавігаційних систем зовнішніми джерелами перешкод, що знижують якість виявлення сигналів, є природні пасивні перешкоди, що створюються внаслідок відбиття зондуючого сигналу від природних відбивачів і середовищ (гідрометеорів, земної та водної поверхонь і місцевих предметів). Боротьба з перешкодою, відбитою від гідрометеорів, успішно вирішується застосуванням дискретно-аналогових та цифрових фільтрів системи селекції рухомих цілей (СРЦ). На відміну від цього, радіолокація повітряних суден в приземному шарі завжди відбувається на фоні інтенсивної перешкоди, відбитої від підстилаючої поверхні і місцевих предметів, а також заважаючого сигналу "антипода" (перевідбитого корисного сигналу), внаслідок чого забезпечення високих показників якості виявлення таких повітряних об'єктів є актуальним завданням. Останнім часом питанням куткової селекції корисних і перешкодових сигналів приділяється велика увага, проте у відомих роботах мова йде тільки про селекцію сигналів на фоні шумових перешкод, джерела яких мають кутівий рознос в азимутальній площині, що перевищує ширину діаграми направленості. У доповіді аналізуються характеристики традиційної системи захисту від перешкод, що виникають внаслідок підстилаючої поверхні – СРЦ, і методу куткової селекції. Розв'язується задача синтезу квазіоптимального алгоритму просторової селекції та наводиться оцінка втрат у відношенні сигнал/шум. Показано, що відсутні втрати в РЛС з кутковою селекцією джерела пасивних перешкод при дальності до цілі 50 км мають місце при висотах польоту цілі над лінією горизонту, менших 60 – 70 м.

ДІАГНОСТУВАННЯ ЦИФРОВИХ ТИПОВИХ ЕЛЕМЕНТІВ ЗАМІНИ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ ЗАСОБІВ ОЗБРОЄННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЕЛЕКТРОМАГНІТНОГО МЕТОДУ ЗНІМАННЯ ДІАГНОСТИЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

С.І. Глухов, к.т.н.; П.А. Шкуліна, к.т.н.; В.В. Шевченко

Військовий інститут Київського національного університету імені Тараса Шевченка

Бойова готовність військ Збройних Сил України в значній мірі залежить від надійності радіоелектронних засобів озброєння (РЕЗО), які являють собою складні, багатофункціональні об'єкти, що вирішують широке коло різноманітних завдань. Особливість сучасних РЕЗО полягає в тому, що вони побудовані за модульним принципом на основі типових елементів заміни (ТЕЗ), кількість яких

останнім часом постійно зростає. Проведений аналіз стану існуючої системи технічного обслуговування і ремонту (СТОiP) РЕЗО Збройних Сил України показав її недосконалість. Наявність трьох рівнів (експлуатації, військових ремонтних органів і ремонтних підприємств), які територіально віддалені друг від друга, значно збільшує середній час відновлення цифрових пристроїв радіоелектронної техніки (РЕТ), що призводить до зниження коефіцієнта її готовності. Для поліпшення основних показників надійності (зменшення середнього часу відновлення та збільшення коефіцієнту готовності) в сучасних складних економічних умовах пропонується використання електромагнітного методу діагностування цифрових ТЕЗ, а також розробка на його основі простого і недорогого пристрою діагностування цифрових ТЕЗ. Застосування запропонованого пристрою діагностування цифрових ТЕЗ безпосередньо на об'єкті РЕЗО, в порівнянні з відомими, дозволить скоротити середній час діагностування самих цифрових ТЕЗ в 2-3 рази за рахунок відсутності переміщення несправних ТЕЗ з першого на другий рівень СТОiP, що приведе до збільшення коефіцієнту готовності цифрового об'єкту РЕЗО на 8...10%, а також підвищити імовірність достатності укомплектованості запасних інструментів та приладдя.

АНАЛІЗ МОДЕЛЕЙ КВАРЦОВИХ ГЕНЕРАТОРІВ ЗІ СКЛАДНИМИ СХЕМАМИ КЕРУВАННЯ ЧАСТОТОЮ

*К.В. Садовий, к.т.н., доц.; А.О. Ковальчук, к.т.н., с.н.с.;
О.М. Дзігора; І.В. Красношанка, к.т.н., доц.; Д.В. Максюта, к.т.н.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Якість передачі інформації в інформаційних системах залежить від стабільності частоти синхронізуючих сигналів. Найбільш поширеними опорними генераторами, які використовуються в системах передачі інформації, є кварцові автогенератори (КАГ). Одним з методів підвищення стабільності частоти кварцових автогенераторів є модуляційний метод кварцової стабілізації частоти. З аналізу суті модуляційного методу кварцової стабілізації частоти витікає, що еталонна модель системи стабілізації частоти формується з використанням стабілізуючих властивостей динамічних модуляційних характеристик (ДМХ) КАГ. Керування частотою вихідного коливання КАГ можливо здійснювати за допомогою однієї або декількох ДМХ. В обох випадках необхідно розділити кола керування основною і ангармонічними частотами. У доповіді наведені результати аналізу математичних моделей кварцових генераторів, які необхідні при вивченні стабілізуючих властивостей функцій ДМХ з урахуванням впливу внутрішніх і зовнішніх шумів кіл корекції основної і ангармонічної частот кварцового автогенератора. Показано, що оптимальною є математична модель кварцового автогенератора з урахуванням параметрів конкретної схеми та їх флуктуацій, яка дозволяє проводити аналіз поведінки функцій динамічних модуляційних характеристик, а у подальшому прогнозувати їх поведінку при впливі дестабілізуючих факторів.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАЗРАБОТКИ МЕТОДА ПОВЫШЕНИЯ ВЕРОЯТНОСТИ ПРАВИЛЬНОГО МЕСТООПРЕДЕЛЕНИЯ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ НАВИГАЦИИ ПО МАЛОРАЗМЕРНЫМ ОБЪЕКТАМ НА СЛАБОКОНТРАСТНЫХ УЧАСТКАХ МЕСТНОСТИ

*Ю.В. Самсонов
Академия внутренних войск МВД Украины*

Для обнаружения и определения координат наземных целей широкое применение получили РМ КЭ СН ЛА. Однако данные системы навигации не всегда

позволяють забезпечити достаточну високу надійність місцеопределения и точность определения координат наземных объектов привязки, поскольку это связано с существенной неопределенностью применения систем по объектам на слабоконтрастных фонах земной поверхности. Для улучшения работоспособности РМ КЭ СН предложен метод повышения вероятности правильного местоопределения РМ КЭ СН по малоразмерным объектам на слабоконтрастных участках местности. Разработка метода связана с учетом всех факторов, приводящих к вариациям контрастобразующих температур, формы объекта, а также с использованием составляющей контрастобразующих температур за счет отраженного излучения подсветки. Впервые получено аналитическое выражение для отношения сигнал-шум на выходе радиометрического канала при использовании в качестве источника подсветки широкополосного стохастического сигнала. Подсветка может быть реализована как одно- так и многопозиционная. В случае необходимости реализации автономной однопозиционной подсветки необходимо исключить влияние совмещаемых каналов друг на друга, то есть обеспечить их электромагнитную совместимость при одновременной работе. В качестве методов аппаратного совмещения целесообразно использовать совмещение каналов как по ширине спектров сигналов, так и по форме сигналов, обеспечивающих развязку каналов. Применение разработанных методов позволяет не менее чем до 90% повысить вероятность правильного местоопределения радиометрических корреляционно-экстремальных систем навигации ЛА на слабоконтрастных участках местности по сравнению с радиометрической системой навигации без подсветки.

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА И ПЛОТНОСТИ ЭНЕРГИИ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН В ОДНОМЕРНОЙ ДЕФЕКТНОЙ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЛОИСТО-ПЕРИОДИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЕ, ГРАНИЧАЩЕЙ С ПЛАЗМОПОДОБНОЙ СРЕДОЙ

Н.И. Гвоздев

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Теоретически исследованы ТМ-электромагнитные волны в одномерной дефектной диэлектрической слоисто-периодической структуре, граничащей с плазموподобной средой. Изучены дисперсионные и энергетические свойства плазменных и дефектных мод в зависимости от положения дефектного слоя в слоисто-периодической структуре. Предсказан эффект резонансного взаимодействия плазменных и дефектных мод. Слоисто-периодическая структура (фотонный кристалл) с дефектом характеризуется следующими параметрами: длины элементарных ячеек, длина одного слоя, диэлектрические проницаемости двух слоёв, дефектный слой также характеризуется двумя параметрами: длина дефектного слоя, диэлектрическая проницаемость дефектного слоя. Плазموподобная среда, граничащая со структурой, характеризуется параметром ϵ_+ . Для нахождения дисперсионного соотношения для ТМ волн предполагается использовать метод матрицы распространения, дисперсионное уравнение приводится в докладе. Дисперсионные кривые предполагается построить, находя корни дисперсионного уравнения, используя численные методы, их реализация проводится методами языка C++. В рассматриваемой нами структуре могут существовать несколько типов собственных электромагнитных волн. Для их идентификации необходимо исследовать распределение плотности потока энергии вдоль дефектной слоисто-периодической структуры. Для этой цели необходимо вычислить среднюю за период колебаний плотность потока энергии.

**ПРОЕКТНО-ОРІЄНТОВАНИЙ ПІДХІД
ЩОДО УПРАВЛІННЯ НАУКОВИМИ ДОСЛІДЖЕННЯМИ
В ІНТЕРЕСАХ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ**

Г.В. Капосльоз¹, к.психол.н., с.н.с.; В.Б. Звір²

¹Центр воєнно-стратегічних досліджень;

²Національний університет оборони України

Управління проектами на сьогодні є однією з найбільш актуальних та прогресивних управлінських технологій, що продовжує швидко розвиватись. Напрямі застосування концепції проектного менеджменту надзвичайно багато, і вони можуть охоплювати практично всі сфери людського життя, у тому числі й управління науковими дослідженнями. Проте на сьогодні інструменти проектного управління все ще не знайшли широкого застосування в організації проведення наукових досліджень в інтересах Збройних Сил України. Управління проектами – область знань з планування, організації та управління ресурсами з метою успішного досягнення цілей та завершення завдань проекту. Іноді ототожнюється з управлінням програмами, але програма – це комплекс взаємопов'язаних (по ресурсах, термінах і виконавцях) проектів, які забезпечують досягнення масштабної цілі. Проект – це обмежений часовими рамками процес, що має визначений початок та кінець, зазвичай обмежений датою, але також може обмежуватися фінансуванням або досягненням результатів, який здійснюється для реалізації унікальних цілей та завдань, зазвичай, щоб призвести до вигідних змін або створення доданої вартості (у нашому випадку – наукового продукту). Основу проектного підходу в управлінні складає погляд на проект, як на керовану зміну початкового стану будь-якої системи (наприклад, збройних сил, підрозділу чи зразка озброєння), пов'язану з витратою часу й коштів. Дослідження процесу й регулювання змін, здійснюваних заздалегідь розробленими правилами в рамках бюджету і тимчасових обмежень, складають суть управління проектами. Тимчасова природа проектів контрастує з існуючою на сьогодні системою замовлення та виконання досліджень та вимагає розвитку окремих знань, навичок та нормативної бази їх застосування. Методологія проектного менеджменту передбачає розробку, реалізацію та розвиток проекту як складної системи, що відтворюється та функціонує у динамічному зовнішньому середовищі. Головними елементами проекту є задум, ідея (проблема, завдання), засоби їх реалізації (вирішення проблеми) та результати, що здобуваються у процесі реалізації проекту. Проектно-орієнтоване управління застосовують тоді, коли чітко визначені: завдання проекту та кінцевий результат; виділені чи наявні ресурси; часові рамки та обмеження. Проектно-орієнтоване управління характеризується чіткою орієнтацією на досягнення мети – створення «продукту проекту». Головним завданням замовників та виконавців проекту є досягнення всіх цілей та виконання завдань проекту, одночасно виконуючи зобов'язання щодо наперед визначених обмежень проекту. Типовими обмеженнями є межі та зміст проекту, час, бюджет. Другорядним завданням, але більш амбіційнішим є оптимізація, розподілення та інтеграція завдань, необхідних для досягнення наперед визначених цілей. Роль органів військового управління в управлінні проектами полягає: у з'ясуванні спільних тенденцій різновекторних проектів; в узагальненні безсистемних та хаотичних проектів; у виявленні реальної потреби Збройних Сил України у запровадженні проектів.