

СЕКЦІЯ 15

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РАДІОЕЛЕКТРОНИКИ. ПЕРСПЕКТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ ВИЯВЛЕННЯ МАЛОРОЗМІРНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

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

ДО ПИТАННЯ ВИМІРЮВАННЯ АЗИМУТУ ЦІЛІ, ЩО ЛОЦИРУЄТЬСЯ НАД МОРСЬКОЮ, ВОДНОЮ ТА РІВНИННОЮ ПОВЕРХНЯМИ

Петрушенко М.М.¹, д.т.н., проф.;

Карлов В.Д.², д.т.н., проф.; Квіткін К.П.² Петрушенко І.М.³

¹ Головна інспекція Міністерства оборони України

² Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

³ Військова прокуратура Південного регіону України

Аналіз методів використання авіації над морською, водною та рівнинною поверхнями свідчить про широке застосування її на малих та гранично малих висотах. В цьому випадку особливістю локації цілі є мала дальність її прямої видимості,

Виходячи з цього, поряд з традиційними методами підвищення дальності виявлення, все більш набувають використання нетрадиційні методи, пов'язані з особливостями розповсюдження радіохвиль.

В цьому випадку, як свідчать результати експериментальних досліджень, разом з підвищенням дальності виявлення цілей, що є позитивним, збільшуються похибки вимірювання координат та параметрів цілі – що є негативним фактором.

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 довільний вигляд.

Наведена схема вимірювання азимуту цілі, яка дозволяє зменшити флуктуаційні похибки.

**ДО ПИТАННЯ ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ ДО ЦІЛІ, ЯКА ЛОКУЄТЬСЯ
НАД МОРСЬКОЮ, ВОДНОЮ ТА РІВНИННОЮ ПОВЕРХНЯМИ**

Карлов В.Д.¹, д.т.н., проф.;

Петрушенко М.М.², д.т.н., проф.; Петрушенко В.М.³

¹Харківський університет Повітряних Сил імені І. Кожедуба;

²Головна інспекція Міністерства оборони України

³в/ч А 2800

У доповіді на основі аналізу експериментальних даних показано, що при локації цілей над морською, водною та рівнинною поверхнями у випадку їх польоту на малих та гранично малих висотах, у випадку знаходження їх в межах тропосферних хвилеводів (ТХВ) збільшуються помилки вимірювання дальності, обумовлені флукутаціями фази прийнятого сигналу. При цьому виявлено, що в цьому випадку флукутації фази сигналу відбитого від цілі, лоцируемої в межах тропосферного радіохвилеводу описуються кореляційною функцією, яка має осцилюючий характер, а закон розподілу фазових флукутацій можна описати нормальним законом. В доповіді представлені основні співвідношення, які описують флукутації фази відбитого від цілі сигналу в умовах існування над морем ТХВ. Експериментальні дослідження були проведені із використанням радіотехнічних систем, як дециметрового, так і сантиметрового діапазону радіохвиль. У доповіді з використанням осцилюючої кореляційної функції приводяться співвідношення для дисперсії оцінки групового часу затримки сигналу, відбитого від цілі, яка знаходиться в межах ТХВ. Наведені схеми оптимальних вимірювачів дальності, при виявленні цілей, які знаходяться в межах ТХВ за межами дальності прямої видимості.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
СТАТИСТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИГНАЛОВ,
ОТРАЖЕННЫХ ОТ ЦЕЛЕЙ, ЛОЦИРУЕМЫХ
В ПРЕДЕЛАХ ТРОПОСФЕРНОГО РАДИОВОЛНОВОДА**

Карлов В.Д.¹, д.т.н., проф.; Петрушенко Н.Н.², к.т.н., с.н.с.;

Мисайлов В.Л.¹ к.т.н.;

¹Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

²Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины

В связи с глобальным потеплением дислоцированные в акватории Черного и Азовского морей радиолокационные станции достаточно часто в последнее время наблюдают сигналы, которые классифицируются как пассивные помехи. Сопоставление азимута и дальности этих помех в ряде случаев свидетельствует о том, что они представляют собой отражения от берега, противоположного месту дислокации радиолокационной станции, либо сигнала, получившего название в литературе «ангел-эхо».

В докладе описывается методика регистрации амплитуды и фазы сигналов, отраженных от целей, находящихся в пределах радиоволнового, а также отраженный, классифицируемых как пассивные помехи. Эти помехи были обусловлены

отражениями либо от береговой черты, противоположной месту стояния РЛС либо отражениями от «ангел-эхо». Измерения проводились на радиолокационных станциях 35Дб, 5Н84А, ПРВ-17.

Докладываются результаты статистической обработки полученных сигналов, приводятся законы, которыми предполагается аппроксимировать результаты статистической полученных в эксперименте материалов. Особое внимание уделено автокорреляционной функции флуктуаций амплитуды, а также фазы зарегистрированных сигналов.

ПОТЕНЦИАЛЬНАЯ ТОЧНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ДО ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНОЙ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ЦЕЛИ

*Карлов В.Д., д.т.н., проф.; Нос А.И., к.т.н., доц.; Бесова О.В.
Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба*

Вопросу измерения дальности до элементов сложной баллистической цели в мировой практике в последнее время уделяется достаточно большое внимание. Это обусловлено тем, что при локации, например, космических целей на РЛС дальнего обнаружения метрового диапазона радиоволн, локация ИСЗ происходит на фоне отражений от ракеты-носителя. При этом довольно часто импульсные сигналы, отраженные от элементов сложной баллистической цели перекрываются. В литературе часто такую ситуацию характеризуют как локацию близко расположенных целей. При этом, наиболее сложный, с точки зрения локации и обеспечения высокой точности измерения дальности до элементов сложной баллистической цели является ситуация, когда перекрываются отраженные сигналы от двух близко расположенных целей. В свою очередь, в радиолокационной практике, при оценке точности измерения координат целей принято оценивать их потенциальную точность измерения.

В докладе потенциальная точность измерения дальности 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.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ДОПЛЕРІВСЬКОЇ ЧАСТОТИ СИГНАЛУ, ВІДБИТОГО ВІД ЦІЛІ, В УМОВАХ ЛОКАЦІЇ НАД МОРСЬКОЮ, ВОДНОЮ ТА РІВНИННОЮ ПОВЕРХНЕЮ

*Карлов В.Д., д.т.н., проф.; Нос І.А.; к.т.н.; Луковський О.Я.
¹Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба*

У доповіді на основі аналізу експериментально одержаних даних обґрунтовується, що при локації цілі над морською, водною та рівнинною поверх-

нею найбільш високі за точністю результати при вимірюванні доплерівської частоти сигналу, відбитого від цілі можна отримати фазометричним методом. Відомо, що оптимальні вимірювачі доплерівської частоти сигналу, синтезовані для випадку, коли вважалось, що флуктуації фази відбитого від цілі сигналу розподілені по нормальному закону, а кореляційна функція їх флуктуацій – описується дельта-функцією. Однак, оскільки у зв'язку з підвищенням чутливості приймальних пристроїв значніший внесок до флуктуаційних складових, як показують результати експериментальних досліджень, які наводяться у доповіді, починають вносити флуктуації середовища розповсюдження радіохвиль. Цей факт виявляється найбільш впливовим у випадку локації цілей над морською, водною та рівнинною поверхнями. У доповіді на основі експериментальних досліджень показано, що в цьому випадку у флуктуаціях фази відбитого від цілі сигналу з'являється корельована складова. При цьому кореляційна функція флуктуацій в часовій області достатньо якісно описується осцилюючою функцією. У доповіді в рамках запропонованої моделі кореляційної функції доповідається методологія синтезу оптимального вимірювача доплерівської частоти сигналу, відбитого від цілі, що лоцюється над морем. У доповіді також оцінений вигравш в точності вимірювання радіальної складової швидкості цілі при використанні синтезованого вимірювача в порівнянні з традиційними схемами.

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕРЕНИИ ДАЛЬНОСТИ ПОЛЕЗНОГО СИГНАЛА НА ФОНЕ МЕШАЮЩЕГО СИГНАЛА

Карлов В.Д., д.т.н., проф.; Бесова О.В.

Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба

При локации целей на атмосферном участке траектории полета в ряде случаев возникают ситуации, когда лоцируется цель с меньшей эффективной отражающей поверхностью на фоне цели эффективная отражающая поверхность которой существенно больше. Такие ситуации возникают, например, при локации головных частей баллистических целей на фоне корпуса ракеты, которая выводила их на траекторию. В этом случае сигнал, отраженный от баллистической цели, является полезным, а отраженный от корпуса ракеты – мешающим. Таким образом мы имеем дело с измерением запаздывания полезного сигнала на фоне мешающего. В таком случае, измерение дальности до цели традиционно производят с помощью измерителя, в состав которого входит фильтр согласований с зондирующим сигналом. Измерение дальности при локации одиночных целей таким устройством, а также реализуемая при этом точность, подробно изучено в известной литературе. Вместе с тем случай наличия мешающего сигнала, обусловленного отражением от другой цели и достижимые при этом точности измерения запаздывания полезного сигнала в известной литературе не нашел должного освещения.

В докладе изложены методологические основы оценки точности измерения запаздывания полезного сигнала на фоне мешающего приемным устройством, предназначенным для измерения запаздывания сигнала отраженного от одиночной цели. Рассматривается традиционная схема измерителя состоящего из прием-

ной антенны, согласованного фильтра, квадратичного детектора и блока оценки дальности.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНФОРМАЦИИ О СРЕДЕ РАСПРОСТРАНЕНИЯ РАДИОВОЛН ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СЛОЖНОЙ БАЛЛИСТИЧЕСКОЙ ЦЕЛИ

Карлов В.Д., д.т.н., проф.; Бесова О.В.

Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

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 – мешающими. Из общей теории локации известно, что если каким либо образом уменьшить амплитуду мешающих 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 мешающие сигналы. То есть сложная баллистическая цель состоит из двух и более элементов.

В докладе рассматривается работа устройства, в котором подавление мешающего сигнала достигается за счет использования поляризационных различий между полезным и мешающим сигналами, обусловленными пространственным различием угла фарадеевского вращения плоскости поляризации сигнала в ионизированной среде. Оценена эффективность работы рассматриваемого устройства применительно к условиям локации элементов сложной баллистической цели в среднеширотной ионосфере, сформулированы границы его применимости.

ОБ ОДНОЙ ВОЗМОЖНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОГО СОСТАВА ГРУППОВОЙ ЦЕЛИ ПРИ ЛОКАЦИИ В ДЕКАМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ РАДИОВОЛН

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

Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

Использование при локации целей сигналов большой длительности в декаметровом диапазоне радиоволн ставят задачу определения численного состава лоцируемой цели в ряд первоочередных задач. Это обусловлено тем, что своевременное получение такой информации позволяет лишить вероятного противника преимуществ внезапного применения большого числа аэродинамических целей и позволяет своевременно отреагировать на его действия.

В докладе рассматривается методика, обеспечивающая распознавание целей по количественному составу. При этом в качестве признака классификации цели используется факт скачка параметров отраженного сигнала. Рассматриваются возможные варианты построения устройств обнаружения скачка параметров сиг-

нала. Проаналізовано три варіанта побудови таких схем. К першому варіанту відноситься схема фіксації скачка тільки одного параметра (наприклад, амплітуди або доплерівського зміщення частоти). Другим варіантом являється схема фіксації скачків одразу двох параметрів (наприклад, амплітуди і доплерівського зміщення частоти). В третьому варіанті побудови схеми в її склад включений блок, який має незалежні пристрої фіксації скачків трьох параметрів (амплітуди, доплерівського зміщення частоти і фази). Приводяться графіки і аналізуються ймовірності правильного виявлення і ймовірності прийняття неправильного рішення для кожного з розглянутих варіантів побудови схем.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПРИПОВЕРХНОСТНОЙ ВОЛНЫ ДЛЯ УВЕЛИЧЕНИЯ ДАЛЬНОСТИ ОБНАРУЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ В ПРИМОРСКИХ РАЙОНАХ

*Карлов В.Д., д.т.н., проф.; Сырык Ю.А., Тугай А.В.,
Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба.*

Решение проблемы увеличения дальности обнаружения маловысотных целей в дециметровом диапазоне радиоволн показало перспективность этого направления в радиолокации. Как известно, наряду с ионосферной волной, в случае размещения РЛС дециметрового диапазона радиоволн в приморских районах возникает и приповерхностная волна, обеспечивающая обнаружение целей летящих над морем на высотах до 3 000 м на дальностях до 300-400 км. При этом в импульсный объем обычно попадает несколько целей. Однако рассмотрению вопроса связанного с определением численного состава групповой цели в известной литературе в настоящее время не уделено должного внимания.

В докладе рассматривается возможность распознавания количественного состава групповой цели при локации в дециметровом диапазоне радиоволн. 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 которым оценивается количественный состав групповой цели.

МОЖЛИВОСТІ ДИСТАНЦІЙНОГО КЕРУВАННЯ ВИРОБОМ ЗУ-23-2

*Карлов В.Д., д.т.н., проф.; Присяжний А.Є.
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба*

Бойовий досвід використання установки ЗУ-23-2 в зоні АТО свідчить про велику уразливість особового складу, який її експлуатує.

Для збереження життя військовослужбовців та здійснення стрільби в режимі снайперської гармати була проведена модернізація ЗУ-23-2 шляхом напівавтоматичного дистанційного режиму керування виробом без присутності на ньому розрахунку.

Проведення попередніх випробувань показало, що за рахунок використання

Wi-Fi або супутникового зв'язку можливо забезпечити з єдиного пункту управління стрільбу цілої серії установок, розміщених 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.

У доповіді розглядаються перспективи використання таких систем в зоні АТО і при охороні державного кордону.

ПРО ОДНУ МОЖЛИВІСТЬ ЗБІЛЬШЕННЯ АРСЕНАЛУ ЗАСОБІВ ЗАХИСТУ ВЕРТОЛЬТІВ ВІД КЕРОВАНИХ РАКЕТ

*Карлов В.Д., д.т.н., проф.; Місайлов В.Д., к.т.н., с.н.с.; Курцева Т.М.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Аналіз бойових дій останніх років показує, що застосування засобів захисту, запас "пасток" – спеціальних патронів споряджених термітним зарядом є обмеженим і обумовлений об'ємом касет для їх розміщення.

У зв'язку з цим, актуальним є завдання розробки таких засобів захисту, які з одного боку не вимагали більшого об'єму касет для їх транспортування, а з іншого боку мали можливість багатократного використання засобів захисту.

У доповіді розглядається можливість використання для захисту вертольотів турбулентних вихорів, що створюються в тропосфері за допомогою спеціально розроблених пристроїв. Надано, що використання турбулентних вихорів дозволяє збільшити кількість запасу "пасток" та зменшити об'єм касет для їх розміщення.

Здійснюється аналіз літератури, у якій наведені дані по створенню таких установок генерації турбулентних вихорів, та приводяться результати моделювання їх використання при проведенні керованих ракет з інфрачервоними головками самонаведення на турбулентні вихори, що створюються штучним шляхом.

ОСОБЛИВОСТІ ВИМІРЮВАННЯ ДАЛЬНОСТІ ВИЯВЛЕННЯ ВЕРТОЛЬОТІВ НАД МОРСЬКОЮ, ВОДНОЮ ТА РІВНИННОЮ ПОВЕРХНЯМИ

*Карлов В.Д., д.т.н., проф.; Курцева Т.М.
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба*

Як показує досвід бойових дій останніх років, успішна боротьба з вертольотами можлива лиш на основі ретельно організованої та проведеної розвідки у цілях своєчасне виявлення цих літальних апаратів сповіщення військ про їх наближення.

Аналіз бойових дій, особливо в районі проведення анти терористичної операції показує, що в основному вертольоти використовуються над морською, водною та рівнинною поверхнями на малих висотах. При цьому, оскільки радіотехнічні засоби, які розміщені у цьому районі знаходяться на рівнинній поверхні, це суттєво скорочує дальність виявлення вертольотів. Між тим, аналіз карт польо-

ту вертольоту, свідчить про те, що частина траєкторії польоту знаходиться над морською, водною та рівнинною поверхнями.

У зв'язку з тим, у докладі розглядається можливість збільшення дальності виявлення вертольотів, які здійснюють свій політ над морською, водною та рівнинною поверхнями за рахунок використання тропосферних радіохвильоводів, які існують над ціми поверхнями.

У докладі приводяться результати експериментальних робіт по встановленню часу існування тропосферних радіохвильоводах над розглянутими поверхнями.

В якості експериментальних досліджень, були використовані данні, які були отримані на РЛС "35Дб", а також "19Жб", які дозволяють стверджувати, що над морською, водною та рівнинною поверхнями існує тропосферний радіохвильовод, при знаходженні у межах якого забезпечується збільшення дальності виявлення вертольотів.

КРИТЕРИЙ СОГЛАСОВАННОСТИ ОПТИМАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ СИГНАЛОВ В ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ С ДИНАМИЧЕСКОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ

*Купченко Л.Ф., д.т.н., проф.; Рыбьяк А.С. к.т.н.
Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба*

В качестве оценки согласованности оптимальной обработки оптического излучения в оптикоэлектронных системах, работающих на основе динамической спектральной фильтрации, предложено использовать нормированную дивергенцию Кульбака-Лейблера. Показано, что критерием согласованности оптимальной обработки сигналов следует считать признак, состоящий в равенстве единице нормированной дивергенции Кульбака-Лейблера, что представляет собой отношение информационных мер на выходе и входе динамического спектрального фильтра. Проведен анализ свойств нормированной дивергенции при нормальных распределениях сигналов на входе оптико-электронной системы с динамической спектральной фильтрацией.

ОПТИМАЛЬНАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ В ОПТОЭЛЕКТРОННЫХ СИСТЕМАХ С ДИНАМИЧЕСКОЙ СПЕКТРАЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИЕЙ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НЕКОРРЕЛИРОВАННЫХ ОПОРНЫХ СИГНАЛОВ

*Купченко Л.Ф., д.т.н., проф.; Рыбьяк А.С. к.т.н., Гурин О.А.
Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба*

Изложен метод повышения качественных показателей устройств согласованной оптимальной обработки сигналов, при различии корреляционных характеристик опорных и входных сигналов. Метод состоит в том, что в качестве опорных сигналов используются некоррелированные сигналы, принадлежащих объекту и фону с коэффициентом корреляции равным нулю. Для проверки эффективности метода использовался критерий согласованности оптимальной об-

работки сигналов, состоящий в равенстве единице отношения дивергенции Кульбака-Лейблера на выходе фильтра к значению дивергенции на его входе. Показано, что если в многомерном спектральном пространстве собственные вектора корреляционных матриц входных и опорных сигналов не совпадают, то использование некоррелированных опорных сигналов обладающих пространственной симметрией, принадлежащих объекту и фону, позволяет уменьшить величину рассогласования.

АКУСТООПТИЧЕСКИЕ АНАЛИЗАТОРЫ СПЕКТРАЛЬНОГО СОСТАВА ИЗЛУЧЕНИЯ ОПТИЧЕСКОГО И РАДИОТЕХНИЧЕСКОГО ДИАПАЗОНОВ НА ОСНОВЕ БРЭГГОВСКИХ РЕЗОНАНСОВ ВЫСШИХ ПОРЯДКОВ

*Купченко Л.Ф., д.т.н., проф.; Рыбьяк А.С., к.т.н.; Ефимова О.В., к.т.н., доц.
Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба*

Приводятся результаты исследований характеристик акустооптических спектроанализаторов излучения оптического и радиотехнических диапазонов, основанных на использовании брэгговских резонансов первого и второго порядков. Показано, что при построении устройств спектральной селекции радиотехнического диапазона с увеличением частоты сигнала для получения максимальной дифракционной эффективности вторых порядков необходимо увеличивать амплитуду ультразвукового сигнала, а для получения максимальной дифракционной эффективности акустооптических фильтров оптического диапазона, как первых, так и вторых порядков с увеличением частоты необходимо уменьшать амплитуду ультразвукового сигнала. Это вызвано тем, что в основе селекции оптических и радиотехнических сигналов лежат различные физические принципы акустооптического взаимодействия. Так как принцип действия акустооптических спектроанализаторов радиотехнического диапазона состоит в использовании явления дисперсии световой волны на ультразвуковой волне, а физической основой фильтров оптического диапазона является селективные свойства акустооптического брэгговского взаимодействия.

РЕТРОДИРЕКТИВНА РЕШІТКА ДЛЯ ІМІТАЦІЇ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ ЦІЛЕЙ

*Корнієнко Л.Г., д.т.н., проф., Коломійцев О.В.,
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба*

Ретроdirectiveвні решітки дозволяють перевипромінювати падаючу на них хвилю в напрямку її приходу за рахунок наявності в тракті пристроїв, що дозволяють автоматично встановлювати в розкритті спряжений фазовий розподіл. Ця властивість надає можливість використовувати ретроdirectiveвні решітки для імітації радіолокаційних цілей. Однак, для реалізації цієї можливості потрібно забезпечити ефективне приймання хвилі, що надходить від РЛС, з будь-якого напрямку в певному кутовому секторі та інтенсивно перевипромінювати її з тією ж поляризацією. Запропонована решітка з рупорних випромінювачів, які збуджу-

ються квадратними хвилеводами з двома типами ортогональних хвиль H_{10} та H_{01} . Визначена ефективна площа розсіяння (ЕПР) на поляризації падаючої хвилі, залежність її від кутових координат та поляризації приймально-передавальної антени РЛС, геометричних та електричних параметрів решітки. Проаналізована можливість імітації радіолокаційних цілей в діапазоні частот з різними значеннями ЕПР. Отримані результати дозволяють висловити рекомендації щодо побудови ретродирективної решітки, здатної імітувати той чи інший тип радіолокаційної цілі.

СЕРЕДНЯ ДІАГРАМА РОЗСІЯННЯ РЕШІТКИ ВАН АТТА З ВИПАДКОВИМИ ДЖЕРЕЛАМИ ЗБУДЖЕННЯ

Корнієнко Л.Г., д.т.н., проф.; Катков В.П.

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

Для визначення можливостей використання приймально-передавальних решіток Ван Атта у системах зв'язку або радіолокації виконується аналіз її діаграми розсіяння. В реальних умовах функціонування решіток виникають в амплітудно-фазовому розподілі випадкові похибки, що спотворюють діаграму розсіяння. Виходячи з принципу дії решітки Ван-Атта, в котрій для створення в режимі передачі спряженого фазового розподілу використовуються фідери рівної довжини між симетричними парами випромінювачів, проаналізовані механізми виникнення випадкових фазових похибок та визначені особливості їх статистичних характеристик. При цьому враховано, що для ефективного прийому падаючої хвилі та її перевипромінювання з мінімальною кросполяризаційною компонентою в решітці використовуються біортогональні випромінювачі. Отриманий вираз для середньої діаграми розсіяння за потужністю, в якій виділена складова, що спотворює форму діаграми внаслідок дії випадкових похибок. Проаналізовані графіки для середніх діаграм розсіяння при падінні хвилі з лінійною і круговою поляризаціями та встановлена ступінь впливу на них дисперсії та коефіцієнтів кореляції похибок. Визначені напрямки побудови випромінюючої системи решітки та рекомендації щодо структури тракту НВЧ, що забезпечують зменшену чутливість діаграми розсіяння до випадкових похибок.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЧАСТКОВО ПОЛЯРИЗОВАНОГО ПОЛЯ ПЕРЕВИПРОМІНЮЮЧИХ АНТЕННИХ РЕШІТОК З ФАЗОВИМИ ФЛУКТУАЦІЯМИ

Корнієнко Л.Г., д.т.н., проф.; Белоусов В.В., к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

Перевипромінюючі антенні решітки, що застосовуються в якості радіолокаційних відбивачів, для створення відповідних перешкод, повинні перевипромінювати поле падаючої хвилі без спотворень його поляризаційної структури. Втім, внаслідок дії різноманітних факторів в пристроях спряження фази, що забезпечують перевипромінювання в зворотному напрямку, виникають випадкові фазові флуктуації між ортогональними компонентами поля. Поле перевипромінювання

стає частково поляризованим. Для дослідження характеристик цього поля використовуються параметри Стокса. Отримані вирази для повністю поляризованої і неполяризованої складових поля, його ступеня поляризації та геометричних параметрів еліпса поляризації повністю поляризованої складової. Проаналізована їх залежність від геометричних та електричних параметрів антенної решітки. Проаналізований також вплив дисперсії фази, коефіцієнтів кореляції флуктуацій між ортогональними складовими поля перевипромінювання на поляризаційний стан частково поляризованого поля. Отримані результати дозволяють пред'явити вимоги до точності виготовлення та стабільності елементів тракту антенної решітки, що забезпечують потрібні значення ступеня поляризації та коефіцієнта еліптичності поля, що перевипромінюється антенною решіткою.

РОЗРОБКА ПРОПОЗИЦІЙ ЩОДО ПОБУДОВИ ФАР ММ ДІАПАЗОНУ З ВИКОРИСТАННЯМ ОПТИЧНИХ ВУЗЛІВ

*Лебедянський С.М., к.т.н., доц.; Бичкова Ю.С.
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба*

Тема доповіді посвячена можливостям зменшення складності керування фазовим пошуком фронтом при великій кількості елементів, вирішуються групуванням синфазно керуючих елементів ФАР (сходинкове фазування), збільшенням сектору сканування ДСА ФАР міліметрового діапазону з використанням спеціальних антенних лінз-укриттів.

Проблеми ФАР пов'язані з проблемою керування ДСА при великій кількості елементів і зменшення сектора сканування ДСА із-за неможливості реалізувати потрібну щільність розташування елементів у міліметровому діапазоні довжин хвиль ще більш збільшуються. В роботі показано, проблеми, пов'язані з швидким керуванням і оглядом простору, найбільш раціонально вирішуються на ФАР з оптичним керуванням фазовим фронтом. Однак ФАР міліметрового діапазону володіє найбільш значними обмеженнями по сектору огляду із-за неможливості реалізувати відстані між фазовими центрами $\approx \lambda/2$. Якісні характеристики сучасних антенних систем являються залежними від впливу зовнішніх факторів (вітрових та аеродинамічних навантажень, сонячного випромінювання), виключення повинні спеціальні укриття антенних систем. Сходинкове фазування знижує перешкодостійкість ФАР тому що збільшуються дальні бокові пелюстки, також не знижує проблем з необхідною щільністю розміщення елементів і з необхідним сектором огляду. Збільшення сектору огляду можливо з використанням діелектричних радіолінз, варіантом якої являється куполообразна лінза-укриття для ФАР.

МЕТОДИ ВИЯВЛЕННЯ СИГНАЛІВ ПРИ НАЯВНОСТІ МОДЕЛЮЮЧИХ ПЕРЕШКОД З ВІДОМИМ СПЕКТРОМ

*Леонов І.Г. к.т.н., доц.; Коржов А.М. к.т.н., доц.; Пічугін І.М.
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба;*

Сучасні підходи до побудови пристроїв обробки сигналів у перешкодах полягають у обчисленні відношення правдоподібності та порівняння його з пороговим значенням. В умовах модулюючих перешкод цей підхід не можна вважати обґрунтованим.

В доповіді розглянута можливість побудови пристрою виявлення сигналів в таких умовах. Для цього необхідна апріорна інформація про спектр потужності (АКФ) модулюючих перешкод. Покращення робочих характеристик приймача можливе за рахунок введення передспотворень у зондуєчий сигнал або використання багатоканальних пристроїв обробки з регульованою ваговою функцією. Показано, що переходячи від змінної до рівновагової обробки можливо отримати суттєве спрощення засобів обробки при незначному погіршенні характеристик приймача. Проаналізовані можливі втрати у відношенні сигнал/перешкода та вказані шляхи їх зменшення.

МЕТОД ОЦІНКИ ВПЛИВУ ПЕРЕШКОДОВОЇ ОБСТАНОВКИ НА КОГЕРЕНТНІСТЬ СИГНАЛІВ ВІДБИТИХ ВІД ЦІЛІ ДЛЯ РЛС ПРИМОРСЬКОГО БАЗУВАННЯ

*Леонов І.Г. к.т.н., доц.; Коржов А.М. к.т.н., доц.; Радюков А.О.
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба;*

Досвід роботи РЛС приморського базування показує, що в тропосферному радіоволноводі має місце розсіювання електромагнітних хвиль. Це призводить до викривлення зондуєчого сигналу.

В доповіді розглянуті питання покращення робочих характеристик приймача шляхом зменшення амплітуди модулюючої перешкоди. Показано, що об'єднання методів когерентної та некогерентної обробки дозволяє збільшити дальність виявлення цілей на декілька десятків відсотків. Смуга та час когерентності відбитого від цілі сигналу залежить від характеристик розсіювання. Запропонований метод оцінки характеристик мультиплікативних перешкод, який дозволяє вибрати параметри засобів обробки.

**АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ
ГАЛУЗИ МІКРО- ТА НАОЕЛЕКТРОНІКИ**

*Леонов І.Г.¹, к.т.н., доц.; Присяжний А.Є.¹;
Сидоренко Д.С.², Старченко О.П.³*

¹Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба;

*²Харківський коледж Державного університету
телекомунікацій;*

³Харківський радіотехнічний технікум

Еволюційний розвиток електроніки постійно супроводжується зменшенням розмірів електронних приладів. Сьогодні мікроелектроніка фактично витіснила всі попередні електронні технології. Але прогрес не зупиняється. Вступивши на початку ХХІ століття в зону «нано», тобто 10^{-9} м, електроніка переступила поріг свого еволюційного розвитку. Це неодмінно веде до революційних змін у технологіях, причому не тільки у галузі електроніки.

Наноелектроніка – новий напрям у науці, техніці та виробництві, що дуже швидко розвивається в усьому світі. Наноелектроніка вивчає і використовує фізичні явища і процеси в електронних приладах, геометричні розміри робочих зон яких сумірні з розмірами молекул і атомів. Мінімальні розміри приладів стають величиною з молекулу, а швидкість обробки інформації підвищується у мільйони разів.

У майбутньому широке поширення одержать убудовані бездротові наноелектронні пристрої, що забезпечують постійний контакт людини з інтелектуальним середовищем, поширяться засоби прямого бездротового контакту мозку людини з навколишніми предметами, транспортними засобами та іншими людьми. Серії такої продукції перевищать мільярди штук у рік через її повсюдне поширення.

У період 2016-2025 р. очікується черговий стрибок посилення ролі електроніки в житті суспільства і вітчизняна промисловість має бути готовою до цього виклику – жорсткої глобальної конкуренції на базі наноелектронних технологій.

У доповіді аналізується сучасний стан та перспективи розвитку галузей мікро- та наноелектроніки.

**ОГЛЯД ОБЛАДНАННЯ,
ЩО ВИКОРИСТОВУЄТЬСЯ ДЛЯ ПОБУДОВИ МЕРЕЖ
НАЗЕМНОГО ЦИФРОВОГО ТЕЛЕВІЗІЙНОГО МОВЛЕННЯ DVB-T2**

*Леонов І.Г.¹, к.т.н., доц.; Присяжний А.Є.¹;
Сидоренко Д.С.²; Стрюк К.М.³*

¹Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба;

*²Харківський коледж Державного університету
телекомунікацій;*

³Харківський радіотехнічний технікум

За Женевською угодою та згідно з Планом розвитку національного телерадіоінформаційного простору повний перехід на цифрове мовлення і вимкнення ана-

логового телесигналу відбудеться у червні 2015 року. Вітчизняні телеканали транслюватимуться винятково у цифровому форматі. Метод цифрового кодування дає можливість передавати аудіовізуальну інформацію набагато точніше та в більших обсягах, ніж при аналоговій технології, яка використовується сьогодні. “Цифра” дозволяє уникнути втрат та спотворень сигналу, а також вирішити проблему скінченності частотного ресурсу. При цьому відкривається чимало технологічних можливостей у плані послуг сучасного інформаційного ринку.

Поетапний перехід на “цифру” в Україні передбачає створення відповідної інфраструктури та впровадження сучасних технологічних стандартів. У 2011 році було завершено основні роботи зі встановлення обладнання на передавальних станціях та монтажу цифрових передавачів. Передбачається, що цифровим сигналом буде охоплено 95% населення України (у різних країнах цей показник коливається).

Основними елементами системи наземного цифрового телевізійного мовлення DVB-T2 є радіопередавальні пристрої, антенно-фідерні системи та радіоприймальні пристрої. Відомо, що основними складовими будь-якої радіотехнічної системи є радіопередавач, антенно-фідерна система та радіоприймач.

У доповіді розглянуті параметри та характеристики обладнання, що є сертифікованим на території України: передавачі компанії Rohde & Schwarz SCV8301E та SCV8302E, NV8300 та NV8304; антенні системи GAL DA-600, Romsat UHF-262; приймачі Trimax TR-2012HD, TRIMAX TR-2012HD PVR.

СУЧАСНІ АСПЕКТИ СТВОРЕННЯ ВІРТУАЛЬНИХ ВИМІРЮВАЛЬНИХ СИСТЕМ

*Леонов І.Г.¹, к.т.н., доц.; Присяжний А.С.¹;
Сидоренко Д.С.²; Холоша П.С.³*

¹Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба;

*²Харківський коледж Державного університету
телекомунікацій;*

³Національний фармацевтичний університет, м. Харків

Наш час характеризується стрімкою появою новітніх технологій у всіх галузях сучасної науки і техніки. Особливої активності даний процес набуває у галузі інформаційно-комунікаційних технологій. Однією з таких новітніх і революційних технологій є технологія віртуальних приладів. Сутність даної технології полягає в комп'ютерній імітації роботи реальних фізичних приладів, вимірювальних та керуючих систем за допомогою спеціального програмного продукту.

Термін «віртуальний» не повинен вводити в оману, оскільки прилади, реалізовані за даною технологією, насправді є реальними, що працюють з реальними фізичними вхідними сигналами. Віртуальність туг розуміється лише у сенсі створення віртуальної імітації основних функцій приладу математичними та програмними засобами. Дані, що отримуються від фізичного об'єкту, можуть бути як даними режиму реального часу, так і даними у вигляді файлів. Системи моделювання дозволяють різко зменшити об'єм експериментальних досліджень, для проведення яких потрібне придбання дорогих вимірювальних приладів, радіодеталей, трудомістка збірка і тривала настройка макетів.

Програми моделювання можуть з успіхом використовуватися і в навчальному процесі. Це позбавляє від необхідності робити значні витрати на придбання обладнання для лабораторних робіт, виключає відмови обладнання через помилкову комутацію, дозволяє досліджувати багато режимів роботи пристроїв, які недопустимі в реальних макетах.

ШЛЯХИ МОДЕРНІЗАЦІЇ ВИРОБУ ЗУ-23-2

Леонов І.Г.,¹ Ломінадзе В.І.,¹; Єршовенко В.Є.,¹;

Присяжний А.Є.,¹; Присяжний В.А.¹, Цомартов Ю.М.²;

¹Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

²Спілка ветеранів Афганістану Полтавської обл.

Бойовий досвід використання установки ЗУ-23-2 в локальних конфліктах свідчить про те, що вона в основному використовується для боротьби з наземними цілями в умовах безпосереднього зіткнення з противником. У зв'язку з цим виникла необхідність модернізації виробу ЗУ-23-2 стосовно вирішення таких завдань.

У доповіді розглядається можливість модернізації виробу ЗУ-23-2 для більш ефективного використання в боротьбі з наземним противником шляхом використання напівавтоматичного режиму керування виробом без присутності на ньому розрахунку, а саме: введення режиму одиночного вогню роздільно з кожного автомата, автоматичного блокування рухомої частини станини по азимуту та куту місця під час стрільби та здійснення дистанційного наведення виробу на ціль за допомогою електронного планшету по відеосигналу з оптичного прицілу.

Це дозволяє використовувати ЗУ-23-2 в якості снайперської пушки в боротьбі із наземними та надводними цілями при встановленні її на стаціонарних та рухомих об'єктах з можливістю дистанційного керування для збереження життя військовослужбовців.

МОЖЛИВОСТІ ОДНОКАНАЛЬНОЇ ПОБУДОВИ СИСТЕМИ АПЧ ЗБУДЖУВАЧА СЕРІЇ ЛЧМ РАДІОІМПУЛЬСІВ З РІЗНИМИ ДЕВІАЦІЯМИ ЧАСТОТИ

Степаненко В.А., к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Сучасні РЛС призначені для виявлення та розпізнання повітряних цілей. Для цього використовують ширококугові, зокрема, ЛЧМ сигнали з різними девіаціями частоти в десятки – сотні мегагерц. Стабільність параметрів таких сигналів звичайно забезпечують відносно-частотні системи АПЧ з лінією затримки. Відомі системи таких АПЧ не дозволяють стабілізувати параметри ЛЧМ сигналів з різними девіаціями частоти. Це значно ускладнює формування сигналів в РЛС з розпізнанням цілей.

Аналіз можливостей створення одноканальної відносно-частотної системи АПЧ з лінією затримки показав, що цього можна досягнути шляхом включення

між лінією затримки і змішувачем диференціюючого чотириполюсника додаткового перетворювача частоти на лампі бігучої хвилі (ЛБХ) .

Найкращі результати з точки зору придушення дзеркальної складової зсувотого по частоті сигналу досягаються при використанні просторово-часової модуляції електронного потоку ЛБХ пилкоподібною напругою для зсуву частоти на десятки мегагерц та одночасною амплітудною і фазовою модуляцією гармонічним сигналом з різницею по фазі на 90 градусів для зсуву частоти на сотні мегагерц.

Запропонована схема одноканальної відносно-частотної системи АПЧ з лінією затримки з додатковим перетворювачем частоти на ЛБХ для ЛЧМ радіоімпульсів з різними дев'ятьма частоти може бути використана в РЛС з розпізнанням повітряних цілей.

ТЕХНОЛОГІЯ АКУСТИЧНОГО МОНІТОРИНГУ АТМОСФЕРИ ДЛЯ ВИРІШЕННЯ ЗАВДАНЬ ВИШУКУВАНЬ І ПРОЕКТУВАННЯ АЕРОДРОМІВ

Місайлов В.Л.¹, к.т.н., с.н.с.; Ульянов Ю.М.², к.т.н., с.н.с.

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба
Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут"*

Повітряні перевезення є найшвидшим способом доставки пасажирів та вантажів. Для функціонування авіаційного транспорту важливим є наявність розвинутої наземної забезпечувальної інфраструктури, тобто аеродромів, вертодромів та зручних під'їзних шляхів до них. Вибір місця будівництва майбутнього аеродрому (вертодрому) повинен задовольнити не тільки вимогам доцільності, але й безпеки експлуатації. На сучасному етапі свого розвитку авіація є видом транспорту, що найбільше залежить від погоди. За різними оцінками до 20% авіаційних подій викликані несприятливими погодними умовами, серед яких приблизно 75% пов'язано із рухом повітря. До 60% авіаційних подій відбувається на етапах зльоту та посадки, тобто в зоні аеродромного руху. Для запобігання негативному впливу погодних чинників на безпеку польотів застосовується оповіщення екіпажів повітряних суден про поточні метеорологічні умови на аеродромі.

У доповіді визначені вимоги до просторово-часових інтервалів отримання даних про швидкість вітру, його напрям та параметри турбулентності, що необхідні для забезпечення вишукувань і проектування аеродромів та вертодромів. Показано, що для отримання такої інформації найбільш придатними є системи, які використовують акустичне випромінювання.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДІАГРАМИ ВТОРИННОГО ЗВОРОТНЬОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ ШТУЧНИХ ТРОПОСФЕРНИХ НЕОДНОРІДНОСТЕЙ

Місайлов В.Л., к.т.н., с.н.с.; Рябоконт С.О., к.т.н., с.н.с.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Переважаюча кількість радіотехнічних систем, як наземного, так і повітряного базування, функціонує у нижньому шарі атмосфери - тропосфері, яка безпосеред-

ньо прилягає до земної поверхні. Земна тропосфера, як середовище поширення радіохвиль, зазвичай вважається однорідною та ізотропною. Але для багатьох практичних випадків, наприклад, системи тропосферного зв'язку, така модель тропосфери не є адекватною, і застосовуються моделі тропосфери як середовища неоднорідного та випадкового.

Наступним етапом розвитку знань про поширення радіохвиль (ПРХ) у тропосфері є спроби керувати цим процесом. Для цього у нижніх шарах тропосфери можливо створювати штучні неоднорідності.

Одним із видів штучних тропосферних неоднорідностей (ШТН) є неоднорідності руху повітря (вихрові кільця). Вихрові кільця (ВК) здатні переміщуватись без суттєвої зміни своїх властивостей на відстань до 100 власних діаметрів та переносити в собі речовину. Зараз у світі активно ведуться роботи по створенню та дослідженню властивостей плазмових ВК.

Для оцінки впливу ШТН на поширення ПРХ необхідно мати відомості про діаграму їх вторинного випромінювання. У доповіді наведені результати розрахунків діаграми вторинного зворотнього випромінювання для вихрового кільця із різним наповненням.

МОСТОВИЙ ВИМІРЮВАЧ З РАДІОІМПУЛЬСЕИМ ЖИВЛЕННЯМ

Мількевич Є.О., к.т.н., доц.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Сучасні системи збирання та оброблювання інформації широко використовують різноманітні вимірювачі електричних та фізичних величин.

У доповіді досліджуються точнісні характеристики мостового вимірювача з радіоімпульсним живленням, у якому формуються радіоімпульси з коефіцієнтом заповнення близьким до одиниці. При цьому амплітуда n -ї спектральної складової у спектрі радіоімпульсів може бути близькою до амплітуди останніх. При відсутності інформаційного сигналу $x(t)$ на вході вимірювального моста останній є збалансованим і вихідний сигнал дорівнює нулю. У протилежному випадку міст розбалансовується і на виході фазової системи синхронізації з'являється вихідний сигнал вимірювача $u_{\text{вих}}(t) = U_n \{x(t)\} \cos n\Omega t$, амплітуда якого пропорційна змінюванню корисного сигналу.

Розглянутий мостовий вимірювач має неперервну характеристику перетворення, а значить нульову похибку квантування і, завдяки високій швидкодії системи синхронізації, забезпечує однакову точність при вимірюванні параметрів як повільних, так і швидких фізичних та електричних процесів.

Використання такого вимірювача у промислових виробках дозволить значно покращити їх технічні характеристики при менших витратах на виробництво у порівнянні з існуючими.

МЕТОДИ ВИМІРЮВАННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПОТУЖНОГО ЛАЗЕРНОГО ВИПРОМІНЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ІНТЕГРАЛА РАДОНА

Пак А.О., к.ф.-м.н.

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

На сьогоднішній день лазери набули важливого значення в різних галузях науки і техніки, вони застосовуються в різноманітних технологічних процесах – від корекції зору до управління транспортними засобами, від космічних польотів, використання у воєнних цілях, наприклад по виявленню необхідних об'єктів, відображенню характеристик середовища, до термоядерного синтезу. Для їх практичного використання завжди необхідно знати параметри і характеристики випромінювання. Тому разом з постійним удосконаленням лазерної техніки та підвищенням вимог до функціональності й точності вимірювальних приладів розвиваються і методи вимірювань. Це актуальне й складне завдання лазерної фізики.

Метою даної роботи було розроблення методів вимірювання просторово-енергетичних, поляризаційних, часових параметрів й характеристик лазерного випромінювання за допомогою тонкодротяних болометрів в умовах їх нагрівання до високих температур та врахування нелінійних ефектів, що при цьому виникають, з використанням інтеграла Радона. Отримані результати дають можливість створювати прилади на основі болометричних ґратчастих перетворювачів для одночасного вимірювання параметрів і характеристик випромінювання лазерів, що дає змогу їх постійно контролювати.

Результати роботи сприяють поглибленню розуміння фізичних явищ, що відбуваються у процесі взаємодії потужного лазерного випромінювання з речовиною.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРИСТРОЇВ КОРЕЛЯЦІЙНОЇ ОБРОБКИ ЗВЕРХШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ

Кудряшов В.С., к.т.н., доц.; Пойда В.О.

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

Головною проблемою технічної реалізації зверхширокосмугових багаторозрядних кореляторів, що працюють в часовій або спектральній області, є обмежена швидкодія цифрових помножувачів, яка становить декілька десятків нс. Одним із засобів рішення цієї проблеми може бути перехід до релейних або знакових схем кореляторів. Запропоновані схеми зверхширокосмугових аналогових та цифрових релейних кореляторів, що працюють в реальному масштабі часу. Розрахункові співвідношення показують можливість технічної реалізації зверхширокосмугових релейних кореляторів на сучасній елементній базі. Математичне моделювання підтверджує доцільність переходу до релейних схем кореляторів при наявності достатньо великого відношення сигнал - шум на одному з його входів.

АВТОКОМПЕНСАТОРИ ІЗ ПОСЛІДОВНОЮ ДЕКОРЕЛЯЦІЄЮ ПРОСТОРОВО КОРЕЛЬОВАНИХ ПЕРЕШКОД

*Джус В.С., к.т.н., доц.; Коваленко М.В.
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба*

У доповіді на основі аналізу відомих методів побудови адаптивних виявлячей корисних сигналів на тлі просторово корельованих перешкод показано, що їхнє зіставлення зв'язане з різними обчислювальними методами, що лежать в основі їхнього функціонування. Саме використовуваний обчислювальний метод обумовлює точнісні характеристики відповідних адаптивних виявлювачей.

Відомо, що основною причиною недостатньої швидкості адаптації в складній перешкодовій обстановці одноступінчатих автокомпенсаторів при градієнтному методі формування вектора вагових коефіцієнтів є багатозв'язність таких пристроїв. Звідси робиться важливий висновок, який складається в тім, що у випадку забезпечення некорельованості перешкодових коливань допоміжних каналів прийому, забезпечується розв'язка системи і це приводить до сталості швидкості адаптації.

Одним з методів синтезу таких розв'язаних адаптивних виявлювачей є метод, заснований на факторизації матриць. У доповіді показано, що при використанні на кожному кроці адаптації слабозаповнених матриць, що відрізняються від одиначної матриці ненульовими елементами по рядках або по стовпцях приходимо до різних структур автокомпенсаторів з послідовною декореляцією перешкод, що володіють більш високою швидкістю адаптації, стійкістю, зниженим рівнем статичних помилок. У висновку відзначається, що реалізація таких автокомпенсаторів з послідовною декореляцією можлива як на аналоговій елементній базі, так і на цифровій.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ФОРМУВАННЯ ВХІДНИХ ВПЛИВІВ ДЛЯ АВТОКОМПЕНСАТОРА АКТИВНИХ ПЕРЕШКОД РЛС ІЗ ФАР

*Джус В.С., к.т.н., доц.; Топал К.Р.
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба*

У доповіді обговорюється математична модель, яка призначена для формування вектора вхідних впливів U з компонентами, що відповідають адитивній суміші коливань активних перешкод від N постановників і власних шумів у кожному з M каналів прийому ФАР.

Приведено матричне вираження, що дозволяє сформувати вектор вхідних впливів U по заданих параметрах антенної системи і кутовим координатам постановників перешкод F , а також діагональній матриці їх інтенсивностей H . Формування вхідних впливів у математичній моделі проводиться стосовно до лінійної еквідистантної антенної ґратки з M ненаправлених елементів з фазовим центром у середині ґрат і з урахуванням використання схеми автокомпенсатора перешкод з виділеним (нерегульованим) основним каналом прийому. На вхід такого компенсатора подається зважена сума (скалярний добуток) коливань M допоміжних (додаткових) каналів прийому. Діаграма спрямованості основного каналу приймає

вид $FO(\varphi) = X^*(\varphi)F(\varphi)$, де $F(\varphi)$ - М-мірний вектор - стовпець нормованої діаграми спрямованості допоміжних каналів прийому, а $X(\varphi)$ - М-мірний вектор - стовпець АФР струмів у ґратах, обумовлений формою й орієнтацією луча основного каналу прийому в просторі. У висновку відзначається, що розглянута математична модель дозволяє формувати вхідні впливи для різних перешкодових ситуацій, що змінюються в широкому діапазоні, як по числу постановників перешкод, так і по їхньому кутовому положенню.

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ АППАРАТНОЙ ФУНКЦИИ АКУСТООПТИЧЕСКОГО АНАЛИЗАТОРА СПЕКТРА В КРИСТАЛЛАХ С ОПТИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТЬЮ

Гурин О.А.

Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

В оптически активных кристаллах помимо вращения плоскости поляризации световой волны в дополнении к обычным брэгговским углам, обеспечивающих максимум дифракционной эффективности существует дополнительные углы связанные с оптической активностью. Это потребовало разработать методику выбора углов взаимодействия и частоты ультразвуковой волны при которых в аппаратная функция представляет собой линейную зависимость от частоты ультразвука.

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПАСИВНОГО ЛОКАТОРА ОГЛЯДУ ЛЬОТНОГО ПОЛЯ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ ХВИЛЬ

Блоусов В.В., к.т.н.; Килимиста Н.І.

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

Інформацію про переміщення літальних апаратів, паливозаправників, спецтехніки, особового складу літовищем керівник польотів може отримати візуально, з TV та Video-камер.

Але в умовах поганої видимості ефективність їх мала. Ці задачі можуть виконувати активні радіолокаційні станції огляду льотного поля (РЛС ОЛП). Їх суттєві недоліки: недостатнє розрізнення протяжних і близько розташованих об'єктів через наявність "блискучих точок" і, головне, опромінювання особового складу.

Пропонується здійснювати функції огляду за допомогою пасивного радіотеплолокатора 8-ми міліметрового діапазону хвиль, що здатний приймати сигнали як власного випромінювання об'єкту, так і відбите від нього радіотеплове випромінювання протяжних фонових утворень (неба, різних типів земної поверхні, бетонного покриття та ін.).

Як показали розрахунки та експериментальні дослідження, рівень прийнятого сигналу залежить від контрасту температур радіояскравості "ціль-фон", площі поверхні та її стану, ракурсу, діаграми спрямованості приймальної антени, умов поширення міліметрових хвиль.

ОБ'ЄКТИВНА НЕОБХІДНІСТЬ ОСВОЄННЯ ДІАПАЗОНУ МІЛІМЕТРОВИХ ХВИЛЬ

Белоусов В.В., к.т.н.; Кунчиков Л.В.

Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

Історія радіотехніки-це історія освоєння все більш короткохвильових діапазонів електромагнітних хвиль –метрових (МХ), дециметрових (ДМХ), сантиметрових (СМХ). З розвитком радіолокації, радіонавігації, систем керування зброєю, супутникового та стільникового зв'язку ці діапазони стали занадто "тісними". Для підвищення перешкодозахищеності РЛС, у тому числі від природних перешкод, частота, що несе коливання, повинна мати змогу швидко змінюватись у межах 1000 МГц. Частотна ємність піддіапазонів СМХ, що відведені для роботи наземних та бортових РЛС (8500-10600 та 13400-14000 МГц), складає всього 2180 і 600 МГц відповідно.

Тому очевидним є перехід в діапазон міліметрових хвиль (ММХ). Частотна ємність цього діапазону (30-300 ГГц) перевищує смугу частот діапазону СМХ в 10 разів, а інших діапазонів – в десятки тисяч разів.

При однакових розмірах антен значно звужується діаграма спрямованості, що дає змогу на порядок покращити кутову розрізняльну здатність РЛС, успішно вирішити задачу боротьби з багатопроменевим поширенням радіохвиль і прийомом по боковим пелюсткам, що суттєво покращить електромагнітну сумісність та перешкодозахищеність РЛС.

Застосування широкосмугових сигналів дозволить підвищити розрізняльну здатність РЛС за дальністю.

ПРО СТРУКТУРУ КОЕФІЦІЄНТІВ ПОТУЖНОСТІ ЗВУКОВИХ МОД В АКУСТООПТИЧНОМУ АНАЛІЗАТОРІ СПЕКТРУ В УМОВАХ ПРОХОДЖЕННЯ СИГНАЛУ ВЕЛИКОЇ ІНТЕНСИВНОСТІ

Кальний С.Є. к.ф.-м.н., доц.,

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

При проходженні звукового сигналу великої інтенсивності через акустооптичну комірку аналізатора відбувається нелінійна генерація додаткових звукових мод з іншими частотами, на яких виникає додаткова дифракція світла і з'являються додаткові максимуми дифракції, що робить неоднозначним визначення частоти вхідного сигналу.

Нелінійна генерація звукових мод відбувається шляхом 3-х фононних процесів. Фонон (квант звуку) вхідної звукової хвилі із хвильовим вектором \vec{k} і частотою ω розпадається на два інших фонони із хвильовими векторами \vec{k}_1 , \vec{k}_2 і частотами ω_1 і ω_2 , відповідно. В роботі показано, що інтенсивність додаткових звукових мод пропорційна інтенсивність вхідного сигналу $I_{\text{вх}}$ і може бути представлена у вигляді $I_f = r_f \cdot I_{\text{вх}}$. Індекс $f = (\vec{k}; \vec{k}_1; \vec{k}_2)$ описує можливі варіанти розпаді, дозволені законами збереження. Величини $r_f < 1$ – коефіцієнти потужності, що характеризують долю енергії вхідного сигналу, яку забирають розпадні звукові мо-

ди.

Коефіцієнти потужності r_f залежать від імовірності 3-х фононних процесів, яка визначається взаємодією між фонами через коефіцієнти фонон-фононної взаємодії $W(\vec{k}; \vec{k}_1; \vec{k}_2)$. Таким чином, коефіцієнти потужності можуть бути представлені у вигляді $r_f = c(\vec{k}; \vec{k}_1; \vec{k}_2) \cdot W(\vec{k}; \vec{k}_1; \vec{k}_2) / \omega \omega_1 \omega_2$. Величини $c(\vec{k}; \vec{k}_1; \vec{k}_2)$ залежать від параметрів вхідного звукового сигналу.

МЕТОД ІНТЕРФЕРОМЕТРИЧНОГО КОМПЛЕКСУВАННЯ РАДІОЛОКАЦІЙНОЇ ТА РАДІОНАВІГАЦІЙНОЇ ІНФОРМАЦІЇ

Карпенко О.В., к.т.н., доц., Онищенко В.В., к.т.н.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Аналіз руху аеродинамічних об'єктів, у тому числі безпілотних авіаційних комплексів, свідчить про тенденцію постійного зростання кількості їх траєкторій польоту над визначеною територією. У зв'язку з цим виникає проблема створення новітніх інтегрованих систем радіолокаційного контролю повітряного простору. Сучасними принципами такого контролю є використання широкосмугових сигналів та оптимізація вторинного етапу обробки інформації.

Застосування існуючих методів комплексування радіолокаційної та радіонавігаційної інформації не дозволяє забезпечити її обробку у зв'язку зі зростанням навантаження на інформаційну систему. Тому при проектуванні багатоканальних інформаційних систем розглядається можливість амплітудно-фазового керування електромагнітним полем антенних систем. Основна увага у цьому випадку приділяється ефективному випромінюванню та первинному етапу обробки інформації як найбільш енергетично ефективному та перешкодостійкому.

Запропонований метод інтерферометричного комплексування радіолокаційної та радіонавігаційної інформації відображає процес створення електромагнітних полів рознесеними антенно-фідерними пристроями радіолокаційних станцій завдяки керуванню простором цільових функцій, який складається з двох підмножин функцій інформаційно-енергетичного потенціалу. В результаті цього формується цільний масив радіолокаційної та радіонавігаційної інформації.

Таким чином, впровадження методу інтерферометричного комплексування радіолокаційної та радіонавігаційної інформації є найбільш раціональним за критерієм енергетичної ефективності до збільшення потоку та каналності інформаційної системи з рознесеними фазовими центрами та використанням режимів як когерентного так і некогерентного випромінювання.

ВИКОРИСТАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ СУЧАСНОЇ АПАРАТУРИ ПО ФОРМУВАННЮ ОПТИЧНОГО СИГНАЛУ ПРИ СПОСТЕРЕЖЕННІ ПОВЕРХНІ МОРЯ

Копилов О.О., к.т.н., снс

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

Сучасні оптико електронні системи спостереження дозволяють отримувати зображення морської поверхні як з високим просторовим і часовим розрізненням

при великому динамічному діапазоні, так і з високим спектральним розрізненням при використанні відеоспектрометричних методів формування зображень. При цьому можлива побудова незалежних каналів отримання зображень для двох ортогональних поляризацій оптичного сигналу від кожного елементу просторово-часового розрізнення. Сучасні матриці ПЗЗ можуть давати $\sim 10^3$ спектральних каналів та $\sim 10^4$ просторових каналів при формуванні строки зображення, час накоплення сигналу $\sim 10^{-2}$ с, динамічний діапазон $\sim 2^{10}$. Таким чином, кількість інформації, що накопичується за 1 секунду при формуванні строки однією матрицею ПЗЗ дорівнює $2 \cdot 10^{10}$ біт/с. При застосуванні пристроїв для зшивання зображень від десятків матриць кількість інформації збільшується до $\sim 2 \cdot 10^{11}$ біт/с і її неможливо в реальному часі передати каналами зв'язку або переглянути людині оператору. Для скорочення кількості інформації, що потребує передачі і подальшого аналізу людиною, має сенс передавати зображення тільки ділянок з автоматично виявленими аномаліями. Під аномаліями розуміється будь-яка відміна зображення спостерегаємої поверхні від звичайного зображень хвиль при заданій швидкості вітру над поверхнею моря. При цьому звичайне зображення хвиль може бути двох різних типів: зображення водної поверхні, що відблискує сонячними відблисками та зображення водної поверхні без сонячних відблисків. Моделі цих двох типів зображення повинні бути закладені в алгоритми автоматичної обробки зображень морської поверхні для виявлення її аномалій.

ПРОПОЗИЦІЇ ЩОДО ПРОЕКТУВАННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ АВІАЦІЙНИХ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ КОМПЛЕКСІВ ПОВІТРЯНОГО БАЗУВАННЯ З ВИПРОМІНЕННЯМ ЦИФРОВИХ ЗОНДУВАЛЬНИХ СИГНАЛІВ

*Севостьянов Ю.В. , к.т.н., н.с., Каратеев С.М., Яценко П.П.
Харківський університет Повітряних Сил ім. І.Кожедуба*

У доповіді пропонується за допомогою фазової маніпуляції оцифровувати, зондувальні сигнали, попередньо запам'ятовувати їх. Данні сигнали розповсюджуються в напрямку повітряних об'єктів та підстильної поверхні та відбиваються від них. У даних відбитих оцифрованих сигналах, які відбиваються від буд-яких поверхонь об'єктів радіолокації за рахунок фазового викривлення цифр, містися інформація о характерах об'єктів радіолокації і таким чином можна розрізнити і в наслідок виявити корисні сигнали, які відбити від повітряних об'єктів.

РЕЖИМ ОДИНОЧНОГО ВОГНЮ В ЗУ-23-2.

Присяжний А.Є.

Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба

При використанні виробу ЗУ-23-2 в боротьбі з наземним противником для підвищення ефективності стрільби, можливості швидко вводити коректуру стрільби, ураження точкової цілі, зменшення зайвої площі ураження й руйнувань при боротьбі з терористами, підвищення скритності позиції, збільшення ресурсу стволів та економії боеприпасів необхідно мати режим одиночного вогню роздільно з кожного автомата.

У доповіді розглядається можливість введення такого режиму роботи в ви-

ріб ЗУ-23-2 для більш ефективного використання в боротьбі з наземним противником шляхом встановлення шагових двигунів з контролерами без зміни конструкції виробу. Управління двигунами здійснюється з дистанційного пульта керування за допомогою спеціальної програми.

Практичне випробовування такого пристрою підтвердило можливість здійснення одиночного пострілу роздільно з кожного автомата та здійснення стрільби двома, трьома патронами або керованою чергою.

ЗАВДАННЯ УНІФІКОВАНОГО КОНТУРУ АДАПТАЦІЇ ДЛЯ РАДІОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ВІЙСЬКОВОГО ПРИЗНАЧЕННЯ

Бичков А.М.; Рудаков В.І., д.т.н., проф.;
Центральний науково-дослідний інститут ОБТ ЗС України

Теперішній час потребує створення високонадійних інформаційних систем, що повинні використовувати сучасні інформаційні технології. До таких технологій відноситься створення адаптивних систем з контурами адаптації. Незважаючи на бурхливий розвиток радіоелектронної техніки дотепер не визначено функціональні особливості побудови таких систем, що одночасно враховують зміни сигналів навколишнього середовища та внутрішні зміни.

Метою доповіді є демонстрація можливості створення контуру адаптації для радіоелектронних систем військового призначення (РЕС ВП), який буде виконувати одразу дві задачі, тобто є уніфікованим. Методами вирішення наукової задачі є:

- аналіз методик та методів, що використовуються при побудові контурів адаптації радіоелектронних систем військового призначення;
- визначення можливостей синтезу методів при побудові контурів адаптації для РЕС ВП;
- визначення критеріїв для побудови уніфікованого контуру адаптації (УКА) для РЕС ВП;
- розробка методики побудови контурів адаптації;
- розробка адаптивного алгоритму для УКА РЕС ВП;
- моделювання процесів адаптації в УКА для РЕС ВП;
- оцінка адекватності розробленої методики з впровадження уніфікованого контуру адаптації в РЕС ВП.

Обґрунтовано доцільність створення та впровадження уніфікованого контуру адаптації в РЕС ВП.

МЕТОДИ КОМПЕНСАЦІЇ ДИСПЕРСІЇ ВОЛОКОННО-ОПТИЧНИХ ЛІНІЙ ЗВ'ЯЗКУ

Писаренко Д.О.
Харківський університет Повітряних Сил ім. Івана Кожедуба

Швидкість поширення хвилі залежить не тільки від частоти, але й від середовища поширення. Для пояснення цього явища електрони усередині атомів і молекул розглядаються в теорії дисперсії квазіпружньо зв'язаними. При прохо-

дженні через речовину світлової хвилі кожний електрон виявляється під впливом електричної сили й починає робити змушені коливання. Коливні електрони збуджують вторинні хвилі, що поширюються зі швидкістю яка, складаючись із первинної, утворює результуючу хвилю. Що наприкінці призводить до зміни параметрів волоконно-оптичних ліній зв'язку та потребує компенсації. Тому дослідження цього впливу є актуальною науково-прикладною задачею.

Автором аналізуються принципи компенсації дисперсії, що заснований на керуванні просторовим розподілом дисперсії волоконно-оптичної лінії зв'язку, за результатами якого визначається що: при взаємодії електромагнітної хвилі зі зв'язаними електронами відгук середовища залежить від частоти світлового імпульсу, що й визначає залежність показника переломлення від довжини хвилі, яка характеризує дисперсійні властивості оптичних матеріалів; результуюча дисперсія складається з хвильової і матеріальної й називається хроматичною дисперсією, що характеризується коефіцієнтом дисперсії або питомою дисперсією.

УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ДОПЛЕРОВСКИЙ МЕТОД РЕГИСТРАЦИИ МИКРОННЫХ ВИБРАЦИЙ

Статкус А.В., к.т.н. доц.

*Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

Для неинвазивной диагностики состояния атеросклероза на основе акустических и упругих характеристик атеросклеротической бляшки актуально непрерывное неинвазивное черескожное ультразвуковое измерение (УЗИ) слабых вибрационных сигналов ее поверхности. По данным имитационного моделирования, выполненного в пакете COMSOL Multiphysics автором с учениками, получена форма вибраций поверхности бляшки в течение одного сердечного цикла, включающая составляющие с амплитудами порядка 10 мкм и менее в широком диапазоне частот вплоть до 500 Гц. Вибрации накладываются на медленные смещения поверхности бляшки с амплитудой до 2,5 мм, повторяющие форму кровотока, спектр пульсаций которого ограничен сверху частотой 20 Гц. В литературе сообщалось о подобных измерениях на порядок более интенсивных вибраций стенки сердца, выполненных на основе условного метода наименьших квадратов. Эксперименты свидетельствуют о потенциале метода в УЗИ-диагностике болезни сердца. Анализ описанного решения показал его эквивалентность оценке максимального правдоподобия доплеровского набега фаз за период повторения зондирующих импульсов в радиолокационной цифровой системе селекции движущихся целей, что служит дополнительным подтверждением его конструктивности. Однако, положенный в основу этого решения критерий не учитывает наличие аддитивного шума в измерительном тракте. Обсуждаются модель шума на входе системы обработки УЗИ, свойства разностного шума, вопросы смещенности и состоятельности этой фазовой оценки и ее применимости для регистрации микронных вибраций.

МОДЕЛИРОВАНИЕ УЯЗВИМОСТИ ГИПЕРУПРУГОЙ АТЕРОСКЛЕРОТИЧЕСКОЙ БЛЯШКИ

*Статкус А.В., к.т.н. доц.; Сафонов А.С.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»*

В докладе имитационное моделирование процессов в сосуде со стенозом методом конечных элементов применяется для изучения стабильности атеросклеротической бляшки и влияния вибраций на ее механическую усталость при учете гиперупругости тканей бляшки. Механическая усталость бляшки предположительно является одной из двух причин разрыва бляшки. Нелинейность упругих свойств бляшки при определенном соотношении ее размера и формы и характера пульсирующего кровотока может спровоцировать перекачку энергии и резонанс, что предположительно является второй важнейшей причиной разрыва. В имитационных экспериментах авторов исследовалась линейная (модель Гука) и нелинейная упругость тканей (модель Муни-Ривлина). Нелинейность свойств бляшки при воздействии на нее пульсирующего кровотока ведет к нелинейному взаимодействию (НЛВ) возбуждаемых в ней собственных упругих мод. Возникают резонансные явления в теле бляшки, что ведет к ее возбуждению, вибрациям и возможному разрыву. Результаты авторов подтверждают эту возможность: в ходе моделирования зарегистрированы вибрации поверхности бляшки, при этом вибрационный спектр содержит низкочастотные составляющие, отсутствующие в ее собственном спектре, что свидетельствует об их комбинационном происхождении, то есть об НЛВ. Дальнейшие исследования направлены на оценку напряжения в тканях бляшки, относительного вклада быстрого (резонансного) и медленного (усталостного) механизмов в разрушение бляшки и на построение волновой модели этого явления.

АПРОКСИМАЦІЯ ЗАКОНУ ЕМПІРИЧНИХ ДАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ БЕТА-РОЗПОДІЛУ

*Мищенко І.В., к.т.н., доц.; Бурменко О.А.
Національний університет цивільного захисту України*

У роботі розглянута задача апроксимації емпіричних даних за допомогою бета-розподілу. Отримання емпіричного розподілу щільності імовірності будь-яких даних, пов'язаних з присутністю випадкових похибок різних знаків, потребує його подальшого опису за допомогою відомих теоретичних розподілів з метою прийняття рішення щодо найкращої згоди з емпіричним розподілом. Загальноприйнятним на сьогодні є підхід, який базується на описі емпіричних даних, що проводиться за допомогою нормального або обмеженої низки теоретичних розподілів. Тому задача отримання обґрунтування та можливості опису емпіричних розподілів за допомогою універсальної методики є актуальною.

Для вирішення задачі апроксимації використовується теоретичний підхід, який базується на дослідженні сім'ї кривих Пірсона. Проведені дослідження показали, що апроксимація може бути проведена за допомогою бета-розподілу I або II типів, які можна звести до узагальненого бета-розподілу. До переваг запро-

понованого підходу можна віднести можливість виразу через бета-розподіл практично всіх розподілів ймовірностей (в тому числі і дискретних), котрі застосовуються. Особливо велике значення бета-розподілу в непараметричній статистиці, тобто під час вирішення задач, які не потребують знання закону розподілу ймовірностей випадкової величини.

Таким чином, за цих умов задача зводиться до отримання числових значень вибірових оцінок моментів емпіричного розподілу та розрахунку параметрів бета-розподілу. Останнє потребує вирішення системи нелінійних рівнянь. Числові дослідження підтверджують неможливість за певних умов застосування нормального розподілу та показують дієвість при апроксимації емпіричних даних запропонованого в роботі підходу.

ГІБРИДНА ФРАКТАЛЬНА АНТЕНА ДЛЯ БЕЗПІЛОТНИКІВ З ВИКОРИСТАННЯМ МЕТА МАТЕРІАЛІВ

*Бугрова Т.І., к.т.н., доц.; Перетяцько С.В., магістр
Запорізький національний технічний університет*

Для покращення якості зв'язку з безпілотними літальними апаратами (БПЛА) на великій відстані від бази пропонується використання гібридної антени, яка працює на різних частотах. В результаті з'являється можливість організації зламу-антизламу власної системи навігації безпілотної і перехоплення-антиперехоплення керування БПЛА шляхом GPS-спуфінгу. Науково-технічне рішення, що пропонується, можна використати в разі невпевненого приймання сигналу або навіть в разі відсутності радіопокриття території в тих випадках, коли застосовуються традиційні штиркові або «клеверні» антени.

Суть роботи полягає у дослідженні можливості створення електрично та фізично малих фрактальних антен с великою кількістю резонансних частот при малому взаємному відносному рознесенні цих частот. Подібну проблему пропонується розв'язувати шляхом включення метаматеріалів у конструкцію антени. Метаматеріали дозволяють досягнути високої спрямованості та ступеню узгодження при збереженні електрично малих розмірів антен. Робочі частоти відповідають діапазонам GSM, WiFi, GPS.

Конструктивно антена представляє собою «парасольку» з шести фрактальних антен з ENG- метаматеріалом і стрижнем-вібратором, яка покривається обтікачем з пінистого полістиролу. Основою гібридної антени є двобічна трикутна модифікована серветка Серпінського з метаструктурою, що нанесена на тиловий бік діелектричної пластини.

Надаються результати електродинамічного моделювання, що отримані в системі проектування HFSS 15.0, для модифікованої серветки Серпінського, з метаструктурами ENG та DNG типів, у вигляді частотних залежностей коефіцієнта відбиття, модуля вхідного навантаження, реальної та уявної частин вхідного опору. Спрямовані властивості антени представлені тривимірними діаграмами спрямованості на основних частотах та їх зображеннями у головних перерізах.

Результати досліджень показали, що гібридна антена, яка пропонується, дозволяє збільшити як дальність керування безпілотником, так і детальність карти, подовжити час автономного польоту за рахунок зростання часу роботи безпілотної без підзаряджування акумуляторів.

В якості пристрою керування БПЛА та відображення інформації використовується планшет або смартфон зі спеціалізованим програмним забезпеченням зі зв'язком по каналу WiFi.

ОПТИМІЗАЦІЯ ВІДОМИХ ВАГОВИХ ВІКОН ДЛЯ ДПФ

*Чорнобородова Н. П.¹; Чорнобородов М. П.², к.т.н., доц.
¹ВАТ "Перетворювач"*

²Запорізький національний технічний університет

Широке застосування вагових функцій за обчислення дискретного перетворення Фур'є (ДПФ) пов'язане з задачами виявлення й оцінки параметрів гармонійних коливань. Головною метою застосування цих функцій є зменшення рівня бічних пелюсток (РБП) фільтрів ДПФ. Покращення цього показника досягається за рахунок розширення головної пелюстки (ГП).

Наявність вагових функцій з однаковим розташуванням першого нуля амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) ДПФ й різним РБП свідчить про неоптимальність багатьох відомих вікон, розроблених різними авторами.

Чи можливе поліпшення характеристик неоптимальної вагового вікна для дискретного перетворення Фур'є (ДПФ)?

Проаналізовано відомі способи оптимізації наявних вагових функцій. Запропоновано універсальний спосіб оптимізації наявних вагових функцій для ДПФ, що полягає у підбиранні величини підставки для довільного вікна з метою зменшення рівня його бічних пелюсток.

Показано, що 2-членне вікно Блекмана-Херіса, вікно Хемінга та вікно Хемінга є неоптимальними частинними випадками 2х-вікна Чорнобородових. Оптимізація величини підставки для 4х-вікна Натола (-98 дБ) дозволяє зменшити рівень бічних пелюсток на 3.8 дБ для випадку кількості фільтрів ДПФ $N=10..16$.

Проведені дослідження в черговий раз підтвердили, що 2х- й 3х-вікна Чорнобородових є оптимальними (не можливе досягнення вужчої ширини ГП й меншого РБП) за критерієм мінімуму міжфільтрового просочування.

УДОСКОНАЛЕННЯ ОБРОБКИ ТА АНАЛІЗУ РАДІОЛОКАЦІЙНИХ СИГНАЛІВ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЭЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ

*Буяло О.В. , к.т.н., с.н.с.; Мешков С.І. , к.т.н.
Военно-дипломатична академія імені Євгенія Березняка*

Розвиток науки, що безперервно продовжується, вимагає постійного удосконалення озброєння і військової техніки за рахунок застосування сучасних технологій цифрової обробки радіолокаційних сигналів з метою розширення їх можливостей і поліпшення якісних показників.

У даній доповіді подано результати аналізу можливостей застосування вейвлет-перетворення для обробки та аналізу радіолокаційних сигналів (наприклад пачки ехосигналів з випадковими флуктуаціями внутрішньої структури).

Проведений аналіз показав, що існуючим методам обробки радіолокаційних сигналів притаманна низка недоліків: повна відсутність у спектральній функції інформації про положення відповідних частотних складових сигналу на часовій осі (перетворення Фур'є); проблема вибору ширини вікна для всього інтервалу існування сигналу, тобто вузьке вікно забезпечує краще часове представлення, а більш широке – частотне (віконне перетворення Фур'є); відсутність автотомодельності базису, коли сигнал, що аналізується, на різних масштабах розкладається фактично за різними базисними функціями, а не за однією й тією ж самою (перетворення Габора).

Застосування вейвлет-перетворення дозволяє виявити певні особливості притаманні радіолокаційним сигналам з присутніми шумами, які ігнорують інші методи аналізу сигналів, зокрема точки розриву та різкі нелінійності, що дозволить з меншими похибками практично вирішувати завдання щодо розпізнавання та розрізнення групових цілей.

УДОСКОНАЛЕННЯ МЕТОДУ АНАЛІЗУ ПОТЕНЦІЙНИХ МОЖЛИВОСТЕЙ ПРОСТОРОВИХ АДАПТИВНИХ ФІЛЬТРІВ З БАГАТОВІДВОДНИМИ ЛІНІЯМИ ЗАТРИМКИ

Семібаламут К.М.¹; Долгушин В.П.², к.т.н., доц.; Жук С.Я.³, д.т.н., проф.

¹Восно-дипломатична академія імені Євгенія Березняка;

²Військовий інститут Київського національного університету ім. Т. Шевченка;

³Національний технічний університет України

«Київський політехнічний інститут»

Відомо, що гранично досяжний коефіцієнт покращення відношення сигнал/перешкода визначається кореляційною матрицею (КМ) перешкодових сигналів на входах просторового адаптивного фільтру (АФ). Неоднаковість частотних характеристик приймальних каналів, які передують АФ, наявність відносної часової затримки перешкодових сигналів у приймальному каналі, призводять до зміни КМ та, відповідно, до зниження гранично досяжного коефіцієнта покращення відношення сигнал/перешкода.

Для кількісної оцінки впливу зазначених дестабілізуючих факторів на граничні характеристики систем перешкодозахисту з АФ та удосконалення аналізу адаптивної системи, нечутливої до зміни елементів вихідної КМ, запропоновано застосовувати математичний апарат функціонального аналізу, а саме теорему проектування. В результаті обґрунтовано необхідність включення пристрою розширення базису вхідних сигналів на вході $m \times N$ каналного просторового АФ, де m – розмірність базису розширення вхідних сигналів на основі ліній затримки. Значення гранично досяжного коефіцієнта покращення відношення сигнал/перешкода для просторових АФ з багатовідводними лініями затримки отримано шляхом аналітичних розрахунків та статистичного моделювання.