

СЕКЦІЯ 14

СУЧАСНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ РАДІОЕЛЕКТРОНІКИ ТА ОПТОЕЛЕКТРОНІКИ

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

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЦИИ ЦЕЛЕЙ В ТРОПОСФЕРНЫХ РАДИОВОЛНОВОДАХ НАД МОРЕМ

Н.Н. Петрушенко¹, к.т.н., с.н.с.; Е.А. Меленті²

¹ *Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины;*

² *Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Проблема увеличения дальности обнаружения низколетящих целей в классическом случае решается за счет увеличения высоты антенны радиолокатора. Однако, в случае локации цели над морем имеется возможность увеличения дальности обнаружения за счет использования особенностей распространения радиоволн в тропосферном радиоволноводе. Как известно, наиболее распространенными над морем являются приповерхностные радиоволноводы, высота верхней границы которых составляет от 10 до 50 метров. Использование тропосферного радиоволновода позволяет обнаруживать цели, находящиеся за пределами радиогоризонта. Одними из перспективных средств воздушного нападения, способных осуществлять полет на малых высотах являются экранопланы. Это транспортно-боевые средства, способные летать вблизи поверхности воды, льда, ровных участков суши с использованием «эффекта экрана». Данный носитель способен осуществлять полет над морской поверхностью на высоте до 10 метров со скоростью до 400 км/час. Соответственно существенно уменьшается дальность обнаружения таких целей и время пребывания в зоне поражения огневых средств. В докладе рассматриваются особенности формирования, условия запитки тропосферных радиоволнопроводов в акватории Черного моря. Перспективным представляется использование явления распространения радиоволн в приповерхностном радиоволноводе в радиотехнических системах приморского базирования для обнаружения низколетящих целей.

ОСОБЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ДОПЛЕРОВСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ ЦЕЛИ ПРИ ЕЕ ЛОКАЦИИ НАД МОРЕМ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; Н.Н. Петрушенко², к.т.н., с.н.с.; О.Я. Луковский¹

¹ *Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;*

² *Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины*

Особенностью локации целей над морем является возможность в ряде случаев, при определенных условиях дислокации РЛС, обнаружение и сопровождение целей за пределами радиогоризонта. Подобная возможность открывается в случае, когда лоцируемая цель находится в пределах тропосферных радиоволнопроводов, существующих при определенных условиях над морем. В докладе рассмотрена методика синтеза измерителя доплеровской составляющей скорости движения цели, применительно к условиям ее локации за пределами радиогоризонта и нахождение ее в тропосферном радиоволноводе. Обсуждаются ограничения, которые накладываются на условия использования синтезированного измерителя. Приводятся соот-

ношения, позволяющие оценить выигрыш в точности измерения доплеровской составляющей скорости, обусловленный применением синтезированного измерителя.

МОДЕЛЬ ДЕЦИМЕТРОВОГО РАДИОЛОКАЦИОННОГО ПРИМОРСКОГО КАНАЛА В УСЛОВИЯХ ЯВЛЕНИЯ СВЕРХРЕФРАКЦИИ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; И.Г. Леонов¹, к.т.н., доц.;

Н.Н. Петрушенко², к.т.н., с.н.с.; А.Е. Присяжный¹

¹ Харьковський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба;

² Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины

В докладе обращается внимание на то, что синтез и анализ устройств, работающих в реальных средах распространения носителей информации в настоящее время является актуальным. К таким средам можно отнести радиоканалы метрового и дециметрового диапазона в условиях многолучевого распространения радиоволн, особенно над морской поверхностью, а также сотовые системы связи в городских условиях. Особенность этих каналов состоит в том, что их можно отнести к гауссовым лишь с большим приближением. Это связано с явлениями временного рассеивания и частотных замираний. Обосновывается, что причиной рассеивания можно считать многолучевость распространения радиоволн, а причиной частотных замираний – относительное перемещение источника и получателя информации. Обращено внимание на то, что при этом экспериментальная оценка характеристик рассеивания не всегда возможна. В докладе приводится разработанная авторами статистическая модель радиолокационного канала в условиях сверхрефракции. Приводятся результаты теоретических и экспериментальных исследований функций рассеивания таких каналов.

К ВОПРОСУ ОБ ИЗМЕРЕНИИ АЗИМУТА ЦЕЛЕЙ, ЛОЦИРУЕМЫХ ЗА ПРЕДЕЛАМИ РАДИОГОРИЗОНТА НАД МОРЕМ

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; Н.Н. Петрушенко², к.т.н., с.н.с.; К.П. Квиткин¹

¹ Харьковський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба;

² Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины

Опыт боевой работы радиолокационных средств приморского базирования показывает, что в последнее время, в связи с глобальным потеплением, существенно увеличилось время существования тропосферных радиоволноводов над морем. Наличие этих радиоволноводов позволяет лоцировать цели, находящиеся за пределами радиогоризонта. Однако, в связи с наличием тропосферных неоднородностей, по трассе распространения радиоволн возникают флуктуации информативных параметров радиолокационных сигналов, вследствие чего увеличиваются ошибки измерения координат цели, в т.ч. азимута, что приводит к необходимости принятия специальных мер. В докладе показано, что в случае получения закона изменения автокорреляционной функции флуктуации фазы сигнала, отраженного от цели за пределами радиогоризонта, то используя аналитическое выражение корреляционной функции фаз флуктуаций можно синтезировать алгоритм измерения азимута цели, позволяющий уменьшить флуктуационную ошибку. В докладе излагается методика синтеза измерителя и полученные соотношения, позволяющие оценить выигрыш при измерении угловой координаты предложенным устройством по сравнению с традиционным.

**ПОРІВНЯЛЬНИЙ АНАЛІЗ НАДІЙНОСТІ ОТРИМАННЯ
МЕТЕОРОЛОГІЧНОЇ ІНФОРМАЦІЇ ЛАЗЕРНИМИ
ТА РАДІОАКУСТИЧНИМИ СИСТЕМАМИ
ДИСТАНЦІЙНОГО ЗОНДУВАННЯ ТРОПОСФЕРИ**

В.Л. Мисайлов¹, к.т.н.; Ю.М. Ульянов², к.т.н., с.н.с.; М.М. Петрушенко³, к.т.н., с.н.с.

¹ *Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

² *Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут";*

³ *Командування Повітряних Сил Збройних Сил України*

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. Для запобігання негативному впливу вітру на безпеку польотів застосовується оповіщення екіпажів повітряних суден про поточні метеорологічні умови на аеродромі. Для отримання такої інформації найбільш придатними є системи лазерного (лідари) та радіоакустичного (РАЗ) дистанційного зондування тропосфери. Але для роботи лідарів критичною умовою роботи є прозорість тропосфери, яка залежить від місця виконання вимірювань та може змінюватись в залежності від сезону та часу доби. У доповіді приведено порівняльний аналіз надійності отримання даних про швидкість та напрямок вітру лідарами та системами РАЗ із урахуванням статистичних даних про метеорологічну дальність видимості у різних регіонах України. Показано зменшення дальності дії лідарів у реальних умовах у порівнянні із розрахунком при нормальній прозорості тропосфери. Показана незалежність якості роботи систем похилого РАЗ від метеорологічних умов та надійність отримання радіоакустичними системами даних про швидкість і напрямок вітру у нижньому шарі тропосфери.

**СТАТИСТИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИГНАЛОВ,
ОТРАЖЕННЫХ ОТ ОБЪЕКТОВ, ЛОЦИРУЕМЫХ
ЗА ПРЕДЕЛАМИ РАДИОГОРИЗОНТА НАД МОРЕМ**

В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; Н.Н. Петрушенко², к.т.н., с.н.с.;

В.Л. Мисайлов¹, к.т.н.; К.П. Квиткин¹

¹ *Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба;*

² *Командование Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины*

В связи с глобальным потеплением дислоцированные в акватории Черного моря радиолокационные станции довольно часто наблюдают сигналы, которые классифицируются как пассивные помехи. Сопоставление азимута и дальности 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 наблюдаемых за пределами радиогоризонта пассивных помех. Измерения проводились на радиолокационных станциях 35Д6, 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.

ОСОБЕННОСТИ ИССЛЕДОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММЫ СИСТЕМНОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ SYSTEMVIEW

*И.Г. Леонов, к.т.н., доц.; А.Е. Присяжный; Д.С. Сидоренко
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Анализ известной литературы свидетельствует о том, что стремительное развитие научно-технического прогресса и компьютерной техники, ограниченность времени и ресурсов, необходимость повышенной наглядности и интерактивности процесса современного обучения требуют поиска всё более совершенных средств решения проблем, стоящих перед учёными, преподавателями, курсантами и студентами. Одним из путей решения данных вопросов и задач, соответствующему критерию оптимальности «время-стоимость», в области проектирования и освоения радиотехнических систем является использование виртуальных лабораторных комплексов, которые создают условия для безопасной и комфортной работы (отсутствие высоких напряжений, риска выхода из строя реальных радиоэлектронных компонентов, необходимости использования соответствующей аппаратуры и помещений). В докладе рассмотрены особенности проведения экспериментальных исследований с применением программы моделирования радиотехнических систем SystemView.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА ДВУХЧАСТОТНОЙ ЛОКАЦИИ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ПЕРЕМЕЩАЮЩИХСЯ ИОНОСФЕРНЫХ ВОЗМУЩЕНИЙ

*В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; М.Н. Журавский²; О.В. Бесова¹
¹ Харьковський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба;
² Національний університет громадянської оборони України*

В докладе рассмотрены теоретические основы использования излучения, возникающего при нелинейном взаимодействии локации мощных двухчастотных зондирующих сигналов в ионосфере для определения параметров перемещающихся ионосферных возмущений (ПИВ). Рассмотрены причины естественного и искусственного происхождения, приводящие к появлению ПИВ. Приводятся статистически обоснованные параметры ПИВ естественного происхождения, а также параметры ПИВ, возникающие при запусках ракет. Рассмотрены преимущества, которыми обладает метод двухчастотной локации по сравнению с другими методами, позволяющими получать значения параметров ПИВ. Также рассмотрены ограничения, в рамках которых возможна реализация метода двухчастотной локации на существующих РЛС, дислоцируемых в Украине.

ОСОБЕННОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАРНЫХ РАДИОИМПУЛЬСОВ ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ ПАРАМЕТРОВ ИОНОСФЕРЫ

*В.Д. Карлов¹, д.т.н., проф.; М.Н. Журавский²; О.В. Бесова¹
¹ Харьковський університет Воздушних Сил імені Івана Кожедуба;
² Національний університет громадянської оборони України*

Известно, что оперативно информацию ионосферы можно получить методом вертикального зондирования, методом возвратно-наклонного зондирования и методом некогерентного рассеивания радиоволн. Вместе с тем, в случае, если наблюдается мощный слой E, экранирующий сигналы возвратно-наклонного зондирования, необходимо использовать специальные методы зондирования. Достаточно высокую

інформацію о параметрах дрейфа іоносферної плазми можна отримати, вимірюючи функцію автокореляції флуктуації іоносфери. В доповіді розглядаються особливості вимірювання функції автокореляції теплових флуктуацій іоносфери методом некогерентного розсіяння радіоволн применливо до випадку, коли зондувальний сигнал РЛС представляє собою послідовність двох радіоімпульсів однакової тривалості. В розглянутому випадку отримані співвідношення, що дозволяють оцінити точність вимірювання функції автокореляції.

К ВОПРОСУ ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ СИГНАЛОВ С ИЗМЕНЯЮЩЕЙСЯ ЧАСТОТОЙ ПРИ ЛОКАЦИИ ЦЕЛЕЙ В ДЕКАМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ РАДИОВОЛН

*В.Д. Карлов, д.т.н., проф.; Ю.А. Сирьк; А.В. Тугай
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Особенностью локации целей в декаметровом диапазоне радиоволн является то, что в импульсном объеме одновременно может находиться несколько радиолокационных целей. В связи с этим актуальной является задача распознавания этих целей. Для решения задачи распознавания необходимо выявить сигнальные признаки для объектов, входящих в состав групповой цели. В докладе рассматривается возможность использования сигналов с изменяющейся частотой для распознавания элементов групповой цели. В качестве признака предлагается использовать появление модуляционных гармоник. Рассмотрена зависимость уровня модуляционных гармоник от количества целей в группе. Обосновывается возможность использования уровня модуляционных гармоник для оценивания количества целей в группе, лоцируемой в декаметровом диапазоне радиоволн в случае использования сигналов с изменяющейся частотой.

ПРОСТОРОВО-КОГЕРЕНТНІ БАГАТОПОЗИЦІЙНІ РАДІОТЕХНІЧНІ СИСТЕМИ З ЛІНІЙНО-ЧАСТОТНО МОДУЛЬОВАНИМИ СИГНАЛАМИ

*О.В. Карпенко, к.т.н., доц.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

В доповіді розглянуто принципи формування когерентного випромінювання та адаптивної обробки лінійно-частотно модульованих (ЛЧМ) сигналів в багатопозиційних радіотехнічних системах (БРПТС). Високий енергетичний потенціал та роздільна спроможність визначає актуальність створення таких систем. Проблема компенсації завад та неоднозначності фазових вимірювань вирішується шляхом впровадження опорного каналу та формування радіоголограм в області цілі. Наявність опорного каналу забезпечує синхронізацію частотних складових сигналів у просторовому вимірюванні й масштабі відстані до аеродинамічної цілі. Це дозволяє здійснити фокусування електромагнітної енергії БРПТС на декількох резонансних точках відбиття від аеродинамічної цілі. Обговорюються методи виявлення, супроводження й прогнозування траєкторії польоту цілей. Проведено порівняння основних методів статистичного синтезу пристроїв просторової фільтрації ЛЧМ сигналів й оцінювання визначених параметрів. Оптимальним циклом функціонування БРПТС за ознакою підвищення енергетичного потенціалу каналу є адаптоване регулювання порогу виявлення та сигналів гетеродину кутової модуляції випромінюваних ЛЧМ сигналів. Тому, пропонується використання байєсовського алгоритму виявлення й оцінювання параметрів аеродинамічних цілей в БРПТС на базі радіоінтерферометрів з дводзеркальними антенами та цифровими синхронно-фазовими вимірювальними пристроями.

ОСОБЕННОСТИ ЛОКАЦИИ ГРУППОВЫХ ЦЕЛЕЙ В ДЕКАМЕТРОВОМ ДИАПАЗОНЕ РАДИОВОЛН

*В.Д. Карлов, д.т.н., проф.; Ю.А. Сирьк; А.В. Тугай
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Одной из особенностей локации целей в декаметровом диапазоне радиоволн является использование импульсов большой длительности, что обусловлено необходимостью обеспечения достаточной энергетике для локации цели. В свою очередь, использование длинно-импульсных сигналов приводит к тому, что в импульсном объеме может находиться несколько целей. Вместе с тем, в известной литературе достаточно подробно рассмотрены статистические характеристики эхо-сигналов, отраженных от одиночных целей. Но необоснованно мало внимания уделяется вопросу изменения спектра сигнала, отраженного от групповой цели. В докладе на основе математического моделирования рассматриваются статистические характеристики эхо-сигналов, отраженных от групповых целей. Приводится соотношение, позволяющее оценить изменение спектра, отраженного эхо-сигнала и проанализировано его изменение от числа лоцируемых целей.

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ПОТЕНЦІАЛ СЛАБОРЕЛЯТИВІСТСЬКИХ ГЕНЕРАТОРІВ НАДВИСОКОЧАСТОТНИХ КОЛИВАНЬ

*А.М. Горбань; Ю.Ф. Лонін, д.т.н.
Національний науковий центр «Харківський фізико-технічний інститут»*

Для створення мобільних джерел НВЧ випромінювання надвисокої потужності в якості генератора на сьогодні поза конкуренцією є прилади релятивістської електроніки. При цьому однією з основних перешкод на шляху практичного використання таких генераторів на мобільних платформах є необхідність в потужних імпульсних джерелах живлення напругою в сотні тисяч вольт. Такі джерела живлення мають малоприйнятні масогабаритні характеристики та високу собівартість. Тому перспективність використання тих чи інших релятивістських НВЧ генераторів на мобільних платформах треба оцінювати зокрема за критерієм можливості роботи з заданим рівнем вихідної потужності в слаборелятивістських режимах. В доповіді приводяться оцінки досяжних рівней потужності різних типів релятивістських НВЧ генераторів в залежності від напруги зовнішнього джерела живлення.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ ВЛИЯНИЯ СШП ИЗЛУЧЕНИЯ НА РАБОТУ РЭА

*А.Ю. Звягинцев¹; Ю.Ф. Лонин², д.т.н.
¹Харьковский национальный университет радиоэлектроники;
²Национальный научный центр «Харьковский физико-технический институт»*

Широкое использование оптоэлектроники и оптоволоконной техники в средствах связи и передачи информации выдвигает на передний план вопросы стойкости и надежности этих средств к воздействиям мощного импульсного СШП излучения разных диапазонов длин волн. В данной работе рассматриваются вопросы моделирования процессов воздействия СШП излучения радиочастотного диапазона. Предлагается разработанный макет (схема) радиоэлектронного устройства в состав которого входят фотоэлементы, работающие в разных режимах. Предложенная схема позволяет моделировать процессы воздействия СШП излучения. Предложенная схема позволяет определить сбои, как в отдельных элементах схемы, так и всего устройства в целом.

СВОЙСТВА ПРОСТРАНСТВЕННЫХ СОСТАВЛЯЮЩИХ ВТОРОГО ПОРЯДКА БРЭГГОВСКОЙ ДИФРАКЦИИ В ПРОМЕЖУТОЧНОМ РЕЖИМЕ ПРИ ВЗАИМОДЕЙСТВИИ СВЕТА С УЛЬТРАЗВУКОВОЙ ВОЛНОЙ ПОД ДВОЙНЫМ УГЛОМ БРЭГГА

О.В. Ефимова, к.т.н., доц.

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

В интересах совершенствования акустооптических процессоров спектрального анализа радиотехнических сигналов исследуются селективные свойства пространственных составляющих второго порядка при взаимодействии света и звука под двойным углом Брэгга в промежуточном режиме дифракции. Значения дифракционной эффективности определялись с помощью численного решения системы связанных дифференциальных уравнений Рамана-Ната методом непрерывных дробей. Приведены результаты вычислений дифракционной эффективности составляющих первого и второго порядков от частоты ультразвука при различных значениях волнового параметра. Полученные нормированные значения дифракционной эффективности при втором брэгговском резонансе могут быть использованы для определения селективных свойств акустооптических процессоров на основе вторых порядков дифракции.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВОЗМОЖНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ АЛГОРИТМОВ ЦИФРОВОГО СПЕКТРАЛЬНОГО АНАЛИЗА ДЛЯ КОРРЕЛЯЦИОННОЙ ОБРАБОТКИ ШУМОВЫХ СИГНАЛОВ

В.В. Кудряшев¹; Н.С. Гордиенко²

¹ *Институт радиофизики и электроники НАН Украины им. А.Я. Усикова;*

² *Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Корреляционная обработка во временной области для шумовых сигналов с шириной спектра несколько сотен мегагерц встречает известные трудности как при аналоговой, так и при цифровой аппаратурной реализации. Разнообразные алгоритмы цифрового спектрального анализа (ЦСА) позволяют значительно упростить программную реализацию корреляторов, однако не обеспечивают разрешение источников шумовых сигналов, имеющих различные мощности и близкие значения разности хода. В докладе показана возможность решения вышеуказанной проблемы путем применения современных алгоритмов ЦСА на различных этапах корреляционной обработки шумовых сигналов.

СИНТЕЗИРОВАНИЕ АПЕРТУРЫ АНТЕННЫ ПО ПОДВИЖНОЙ ВОЗДУШНОЙ ЦЕЛИ

В.А. Тютюнник, к.т.н., с.н.с.; Ю.В. Севостьянов

Харьковский университет Воздушных Сил им. Ивана Кожедуба

В современных радиолокационных прицельных комплексах (РЛПК), размещаемых на самолетах-истребителях, при работе в режимах прицеливания часто наблюдается срыв сопровождения воздушной цели. Это связано с тем, что при осуществлении взаимных маневров самолета и сопровождаемой воздушной цели, последняя входит в зону мощных мешающих отражений от подстилающей поверхности. В этой зоне происходит перекрытие спектров сигналов, отраженных от подстилающей поверхности и воздушной цели. В следствии этого существующие алгоритмы селекции движущихся целей не обеспечивают обнаружения цели с требуемыми показателями качества. В результате в РЛПК формируются слепые ракурсы под кото-

рыми не возможно обнаружение и сопровождение воздушной цели. Это приводит к уменьшению сектора применения оружия самолетом-истребителем. Рассмотрена возможность использования метода синтезирования апертуры антенны для обеспечения селекции воздушной цели в режиме ее непрерывного пеленгования на фоне мощных отражений от подстилающей поверхности. Проанализирована возможность технической реализации указанного метода в РЛПК. Показано, что применение этого метода позволит повысить качество обнаружения воздушных целей в рассматриваемых условиях, уменьшить количество слепых ракурсов и расширить сектор применения оружия самолетом-истребителем. Полученные результаты подтверждены математическими расчетами и математическим моделированием.

ИЗМЕРЕНИЕ ВЫСОТЫ НИЗКОЛЕТАЮЩЕЙ ЦЕЛИ, ЛОЦИРУЕМОЙ ЗА ПРЕДЕЛАМИ РАДИОГОРИЗОНТА

Е.А. Меленти

Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба

Особенность локации низколетящих целей над морем состоит в том, что в случае, если радиолокатор находится на расстоянии от границы море-суша на определенном расстоянии, позволяющем запитать тропосферный радиоволновод, то происходит существенное увеличение дальности обнаружения таких целей, находящихся в этом тропосферном радиоволноводе. Однако, в связи с тем, что при локации целей, находящихся в пределах тропосферного радиоволновода, однозначно измерению подлежат азимут, дальность и доплеровская составляющая скорости, обычными методами измерить высоту целей, находящихся за пределами радиогоризонта, затруднительно. Вместе с тем, если детально рассмотреть процесс распространения радиоволн в пределах тропосферных радиоволноводах, то за счет учета мод распространенных сигналов, появляется возможность оценить высоту полета целей, находящихся в этих радиоволноводах. В докладе на основе анализа механизмов распространения радиоволн в тропосферных радиоволноводах показана возможность оценки высоты полета целей, находящихся за пределами радиогоризонта.

ОПТОЕЛЕКТРОНІКА: ОСНОВНІ НАПРЯМКИ РОЗВИТКУ

О.О. Подоляка, к.т.н., доц.; О.Б. Мацій

Харківський національний автомобільно-дорожній університет

Оптоелектроніка є одним з науково-технічних напрямів, що найбільш динамічно розвиваються, у зв'язку з різким розширенням круга областей вживання і здатністю вирішувати виникаючі задачі нетрадиційними методами. Ключове місце оптоелектроніки в інформаційних системах обумовлено тим, що більше 90% інформації, яку одержує людина, складає відеоінформація. У зв'язку з широким кругом вживань в системах отримання інформації, її обробки, зберігання, передачі і відображення, а також різноманітністю матеріалів правомочної, що використовуються, є постановка питання про цілу гамму оптоелектронних технологій, включаючи індикаторні системи, формувачі сигналів зображення, волоконно-оптичні лінії передачі інформації, перетворювачі сонячної енергії, оптичну обчислювальну техніку. Сучасна оптоелектроніка характеризується великою різноманітністю серійно продукції. З урахуванням ринкової привабливості провідними оптоелектронними фірмами інтенсивно опрацьовується питання про розробку нового масового продукту, здатного, зокрема, замінити в персональних комп'юте-

рах монітори на основі рідкокристалічних індикаторів. Багато уваги надається також фото- і відеотехніці. Разом з тим, не дивлячись на значні успіхи оптоелектроніки, існує точка зору, що її полягання на сьогоднішній день можна порівняти з рівнем розвитку електроніки до винаходу транзистора. Різке розширення оптоелектронного ринку очікується після того, як відбудуться істотні зміни у функціональних характеристиках приладів. Відмінною рисою оптоелектроніки як науково-технічного напрямку є різноманітність матеріалів, що використовуються, при цьому в найближчій перспективі збережеться тенденція подальшого розширення гами вживаних напівпровідникових структур. В рамках традиційної оптоелектроніки при створенні високоефективних оптоелектронних структур в основному використовувалися строго впорядковані монокристалічні матеріали. В той же час істотне розширення ринку оптоелектронної продукції і збільшення об'ємів виробництва викликали необхідність обліку економічних чинників, особливо собівартості продукції. Це, у свою чергу, примусило по-новому поглянути на нерегульовані напівпровідники як з погляду специфіки протікання в них фізичних процесів, так і розробки ефективної технології виготовлення приладів. У зв'язку з цим підвищений інтерес викликають аморфні матеріали. Одночасно з цим увагу розробників разом з неорганічними матеріалами починають привертати і органічні матеріали, що володіють великим потенціалом з погляду оптоелектронних вживань. Таким чином, для прискореного розвитку оптоелектроніки необхідний збалансований прогрес не тільки ключових, але і периферійних технологій. Орієнтованість оптоелектроніки ХХІ століття на системи отримання, обробки, передачі, зберігання і відображення великих масивів інформації дозволяє зробити висновок про те, що магістральний шлях її розвитку лежить в руслі інтегральної оптоелектроніки.

СМУГОВІ КВАРЦОВІ ФІЛЬТРИ З КЕРОВАНОЮ СМУГОЮ ПРОПУСКАННЯ ДЛЯ ЗАСТОСУВАННЯ У РАДІОТЕХНІЧНИХ ПРИСТРОЯХ

*В.М. Савченко; С.В. Хуторненко, к.т.н., доц.
Українська інженерно-педагогічна академія*

Традиційно в апаратурі радіозв'язку для передачі і прийому сигналів з різними видами модуляції застосовуються комутовані смугові фільтри, відомі також схеми смугових кварцових фільтрів з управлінням смугою пропускання зміною ємності варикапа. Авторами запропоновано застосувати кварцові резонатори з модуляцією міжелектродного зазору для побудови смугових фільтрів з керованою смугою пропускання за схемою сходового фільтра. Управління шириною смуги пропускання фільтру здійснюється за рахунок одночасного зміни величини міжелектродного зазору кварцових резонаторів фільтра на однакову величину, при цьому вона вибирається виходячи з необхідної ширини смуги пропускання і обмежена еквівалентним послідовним опором резонаторів фільтра. Розроблено математичну модель та проведено моделювання параметрів фільтру в системі комп'ютерної математики Maple. Розроблений фільтр вільний від фазових шумів варикапів, які традиційно застосовуються в ланцюгах управління частотою, має до семи разів більший діапазон зміни смуги пропускання, має кращі характеристики навіть у разі фільтру другого порядку: згасання (не менше 20 дБ на октаву); нерівномірність АЧХ фільтру у смугі пропускання не більше 3 дБ; смуга пропускання (0,3...10) кГц при застосуванні резонаторів із однаковою частотою послідовного резонансу, яка у розглянутому випадку дорівнює 10 МГц. Недоліком запропонованого фільтру є достатньо

складна система управління переміщенням рухомого електрода.

ОПТИЧНЕ КЕРУВАННЯ ДІАГРАМОЮ СПРЯМОВАНОСТІ ФАР МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

*С.М. Лебедянський, к.т.н., доц.; А.О. Александров
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Активний розвиток радіотехнічних та радіолокаційних засобів потребує пошуку шляхів підвищення точності виміру координат супроводжуваних об'єктів, збільшення швидкості огляду простору і сектора сканування. Одним з напрямків підвищення ефективності сучасних засобів є широке використання фазованих антенних решіток і перехід РЛС на роботу у міліметровий діапазон хвиль, що дає можливість зменшити розміри антенних систем і досягнути досить вузької діаграми спрямованості антени ($0,5^\circ$), що підвищує точність і скритність роботи систем а також захищеність РЛС від радіоелектронних перешкод, але використання ФАР супроводжує декілька проблем. Найважливішою проблемою є складність керування діаграмою спрямованості ФАР у зв'язку з великою кількістю елементів. Керування здійснюється шляхом зміни хвильового фронту на виході ФАР. Для цього необхідне дискретне управління фазообертача у реальному часі. Оптичні системи дозволяють змінювати хвильовий фронт без використання дискретних елементів управління. Дослідження показали, що сформований хвильовий фронт оптичного випромінювання можливо трансформувати на елементи ФАР. В оптичному пристрої управління фазовим фронтом випромінювання здійснюється за рахунок механічного повороту дзеркала в формуючій оптичній системі. Перетворення оптичного випромінювання у радіо здійснюється шляхом попереднього модулювання і подальшого перетворення оптичного випромінювання в дискретних фотоприймачах.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РАДІОЗАСОБІВ В СЕРЕДОВИЩІ ПРОГРАМУВАННЯ MATHCAD I VISUAL BASIC

*Г.С. Шокін, к.т.н., доц.
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Математичне моделювання радіоелектронних систем і пристроїв і використанням ЕОМ, є прогресивним і економічним способом їх дослідження і проектування. Останніми роками набула великого поширення мова програмування Mathcad, яка дуже зручна для розробки компактного програмного забезпечення даних задач. Велика кількість вбудованих математичних функцій також істотно спрощує програмування. Mathcad має достатньо могутню систему представлення результатів розрахунку у вигляді різного роду таблиць і графіків. На етапі аналізу, інтерпретації і оформлення результатів моделювання задача наочного та інтерактивного їх уявлення. Для цього доцільно в комплексі Mathcad використовувати середовище розробки Microsoft Visual Basic, яка має широкі мультимедійні можливості. Наводяться приклади практичної реалізації математичного моделювання трьох НВЧ радіоелектронних засобів із застосуванням пакетів програм Mathcad і Visual Basic.