

## СЕКЦІЯ 11

### АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ РОЗВИТКУ СИСТЕМ РАДІОЕЛЕКТРОННОЇ РОЗВІДКИ

Керівники секції: полковник В.Л. Сімаков;  
д.т.н. професор А.В. Кобзев  
Секретар секції: к.т.н. капітан А.С. Риб'як

#### ЕТАПИ РОЗВИТКУ, СУЧАСНИЙ СТАН ТА НАПРЯМКИ ВДОСКОНАЛЕННЯ ЗАСОБІВ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ

*А.В. Кобзев<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; В.Л. Сімаков<sup>2</sup>*  
*<sup>1</sup> Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*  
*<sup>2</sup> в/ч А0191*

Викладені характерні риси створення та вдосконалення засобів радіотехнічної розвідки (РТР). Проводиться порівняльний аналіз основних характеристик сучасних зразків станцій та комплексів РТР, що стоять на озброєнні провідних країн світу, суміжних з Україною держав та України. Розглянуті тенденції вдосконалення засобів РТР.

#### ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ОРГАНИЗАЦИЮ ВОЗДУШНОЙ РАЗВЕДКИ ПРИ РЕАЛИЗАЦИИ НОВОЙ ВОЕННОЙ СТРАТЕГИИ ЗАПАДНЫХ ГОСУДАРСТВ

*Г.В. Певцов, д.т.н., проф.; Ю.Б. Сытник; В.А. Клименко, к.воен.н., доц.*  
*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Проведен аналіз впливу принципів, реалізуємих в концепціях примєнення вооруженных сил западных государств, на проблемы организации воздушной разведки. Выявлены основные направления, способные снижения качество организации воздушной разведки. Установлен комплекс вопросов, которые следует решать в проблеме создания информационной системы на базе воздушных комплексов разведки. Определены изменения в оценке объектов разведки с точки зрения создания условий для повышения качества решения задач. Предложены варианты оценки объектов разведки для решения задач огневого поражения с требуемой вероятностью.

#### СПОСОБ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АНАЛИЗА ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ НА ВЫХОДЕ ПРИЕМНИКА СТАНЦИИ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ

*Г.В. Певцов, д.т.н., проф.; А.В. Кобзев, д.т.н., проф.*  
*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Рассматривается один из наиболее простых способов автоматизации процесса анализа временных параметров сигналов в средствах РТР. Способ основан на использовании персонального компьютера (ПК), звуковая карта которого выполняет роль аналого-цифрового преобразователя сигналов на выходе приемника станции РТР. Предлагаются алгоритмы автоматизированного оценивания периода следования импульсов, относительного диапазона вобуляции, а также периода обзора пространства наблюдаемым источником радиоизлучения. Указываются

ограничения возможностей анализа параметров сигналов радиотехнических средств, связанные с ограничением полосы пропускания звуковой карты ПК.

## **ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ ЗА РАДІООБРІЄМ**

*Г.В. Певцов<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; А.Я. Яцуценко<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.;  
Д.В. Карлов<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; Ю.В. Трофименко<sup>1</sup>; С.В. Медведський<sup>2</sup>  
<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;  
<sup>2</sup>в/ч А0515*

Дана робота є продовженням і узагальненням наукових досліджень застосування метеороного розповсюдження радіохвиль (МРРХ) УКХ та КХ діапазонів для пеленгації повітряних і наземних заобрійних джерел радіовипромінювання, визначення їх координат та їх похідних. Існуючі засоби радіотехнічної розвідки УКХ та КХ діапазонів здатні виявити засоби повітряного нападу в межах прямої видимості над радіообрієм. Максимальна дальність виявлення повітряних маловисотних цілей складає в найкращому випадку 50 км, а наземних – ще менше. Така дальність не задовольняє за часовими показниками гарантовано ефективного застосування вогневих засобів ураження. Економічно доцільною є необхідність використання МРРХ для виявлення заобрійних джерел радіовипромінювання УКХ та КХ діапазонів в наслідок того, що в теперішній час відсутні наземні засоби ведення заобрійної розвідки. Останні досягнення в галузі мікроелектроніки дозволяють створити автоматичну багатопозиційну систему (БПС) контролю заобрійних джерел радіовипромінювання. Використання МРРХ дозволить постійно виявляти повітряні засоби нападу, контролювати засоби радіозв'язку УКХ та КХ діапазонів противника в оперативно-тактичній та оперативній ланках бойового управління, виявляти мережу радіозв'язку, визначати активність її засобів, що дозволить приймати рішення про зміну угруповання противника на конкретних оперативних напрямках. Технічним обґрунтуванням можливості використання МРРХ для виявлення заобрійних джерел радіовипромінювання УКХ діапазону є оцінка енергодоступності засобів радіозв'язку, можливості пеленгації дзеркальних точок відбиття на метеорному сліді. Суттєво поліпшить дальність виявлення заобрійних цілей використання нової енергетичної теорії виявлення-оцінювання параметрів радіосигналів. Приводиться варіант побудови цифрового автоматичного комплексу виявлення радіосигналів КХ та УКХ діапазонів при використанні МРРХ.

## **СПОСОБ СТАТИСТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ В СТАНЦИЯХ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ**

*А.В. Кобзев, д.т.н., проф.; В.В. Романенко, к.т.н., с.н.с.; А.С. Рыбьяк, к.т.н.  
Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

Излагается способ статистической обработки результатов измерений частотно-временных параметров сигналов радиотехнических средств в станциях РТР. Способ основан на построении и анализе гистограмм каждого из параметров. При этом описание наиболее правдоподобного значения частотно-временных параметров осуществляется путем измерения «центра массы» выделенного оператором участка гистограммы. Указываются ограничения возможностей анализа частотно-временных параметров сигналов радиотехнических средств, связанные с объемом и качеством информации, содержащейся в файлах результатов измерений станции РТР.

---

## **МЕТОДИ ПІДВИЩЕННЯ ЧУТЛИВОСТІ ПРИЙМАЛЬНИХ КАНАЛІВ ЗАСОБІВ РАДІОТЕХНІЧНОЇ РОЗВІДКИ**

*А.В. Кобзев<sup>1</sup>, д.т.н., проф.; Д.М. Михайлов<sup>2</sup>; П.В. Потелешенко<sup>1</sup>, к.т.н.*

*<sup>1</sup>Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба;*

*<sup>2</sup>в/ч А0191*

Розглянуті особливості побудови приймальних каналів засобів радіотехнічної розвідки, пов'язані з апіорною невизначеністю виду сигналу, що приймається. Наведені співвідношення для чутливості приймальних каналів для випадку розузгодження їх характеристик з параметрами сигналів, що приймаються. Запропонований простий метод підвищення чутливості приймача, що базується на узгодженні післядетекторного тракту приймача з параметрами сигналу.

## **ШЛЯХИ УДОСКОНАЛЕННЯ ОПТОЕЛЕКТРОННИХ СИСТЕМ ПОВІТРЯНОЇ РОЗВІДКИ**

*А.С. Риб'як, к.т.н.; О.Я. Луковський*

*Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Швидкий розвиток оптико-електронних систем (ОЕС) повітряної розвідки, що продовжується уже не перше десятиліття, зумовлений, в першу чергу, бурхливим розвитком елементної бази, а по-друге, вдосконаленням принципів і методів оброблення інформації в ОЕС. З врахуванням цього удосконалення існуючих ОЕС повітряної розвідки повинне йти, по-перше, шляхом створення цифрових оптикоелектронних систем повітряної розвідки, по-друге, шляхом удосконалення принципів оброблення інформації в ОЕС за рахунок збільшення кількості спектральних каналів, а по-третє, шляхом удосконалення принципів оброблення інформації в ОЕС за рахунок використання динамічної спектральної фільтрації оптичного випромінювання.

## **ПРАКТИЧНІ ШЛЯХИ ПІДВИЩЕННЯ БОЙОВОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ ЗАСОБІВ АРТИЛЕРІЙСЬКОЇ РОЗВІДКИ**

*А.В. Д'яков*

*Академія Сухопутних військ імені гетьмана П. Сагайдачного*

Результати аналізу бойових можливостей вітчизняних засобів артилерійської розвідки показують, що у ході ведення сучасних бойових дій бойове забезпечення рішення основних задач здійснюється не достатньо ефективно. Основною причиною є та обставина, що прилади артилерійської розвідки, які працюють у межах однієї ділянки спектру ЕМХ, не забезпечують всієї сукупності завдань з необхідною достовірністю в умовах сучасного високодинамічного бою. Об'єднання переваг сенсорів різних ділянок спектру електромагнітних хвиль в рамках єдиного багатоспектрального приладу дозволяє вирішити сукупність задач, які ставляться перед перспективними засобами артилерійської інструментальної розвідки з одночасним забезпеченням високої перешкодозахищеності. Реалізація запропонованої оптимальної адаптивної структури інтегрованого багатоспектрального приладу спостереження виключає необхідність апіорної інформації про перешкодоцільову обстановку. Запропоновані технічні шляхи вдосконалення приладів артилерійської розвідки інваріантні до кінцевого об'єкту – користувачу інформацією приладу розвідки (людина-оператор або автомат) та до місця устаткування приладу (рухомий розвідувальний пункт, вогневий засіб або координатор цілі бойового елемента).

## **ЦИФРОВАЯ ДЕМОДУЛЯЦИЯ OFDM СИГНАЛОВ В УСЛОВИЯХ ЧАСТИЧНОЙ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ**

*В.С. Кузниченко<sup>1</sup>; С.Г. Рассомахин<sup>2</sup>, к.т.н., доц.*

<sup>1</sup> *Центральное казенное конструкторское бюро «Протон»;*

<sup>2</sup> *Харьковский национальный университет им. В.Н. Каразина*

Одной из характерных задач радиомониторинга является обработка сигналов, представленных в виде цифровых выборок с минимально необходимыми параметрами разрешения. В последнее время в большинстве стандартов сигналов, используемых в коротковолновом диапазоне, предусматривается применение OFDM сигналов (Orthogonal Frequency Division Multiplexing), использующих наборы гармонических колебаний (поднесущих частот) с многократной фазовой манипуляцией. В докладе рассмотрен метод демодуляции OFDM сигналов в условиях априорной неопределенности информативных признаков и параметров синхронизирующих каналов, который в отличие от известных методов, использует процедуры демодуляции на основе решения переопределенных систем линейных алгебраических уравнений (СЛАУ). Разработана методика определения кратности относительной фазовой манипуляции сигналов с множеством поднесущих частот при использовании цифровых выборок низкого качества для задач радиомониторинга. Получены формализованный математический алгоритм компенсации фазовых искажений из-за погрешностей цифрового представления сигналов, а также алгоритм селекции служебных подканалов. Апробация метода показала его работоспособность по цифровым выборкам с предельно низким разрешением. Все этапы цифровой обработки разработаны для условий осуществления автоматической программно-аппаратной реализации метода демодуляции OFDM сигналов в условиях частичной неопределенности параметров.

## **ПОДХОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННО-ОБЪЕКТОВОЙ ОБСТАНОВКИ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ РАЗВЕДКИ**

*Н.М. Калужный<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; А.М. Попов<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; В.В. Романенко<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.*

<sup>1</sup>*Харьковский национальный университет радиоэлектроники;*

<sup>2</sup>*Харьковский университет Воздушных Сил имени Ивана Кожедуба*

В настоящее время складывающаяся радиоэлектронно-объектовая обстановка (РЭОО) становится все более сложной, что обусловлено, в частности, большим количеством классов, типов и экземпляров источников радиоизлучения (ИРИ), широким частотным диапазоном, искажением радиосигналов в атмосфере, высоким темпом изменения и т.д. При этом для решения многих задач радиоэлектронной разведки (РЭР) возникает необходимость создания такой модели РЭОО, которая бы максимально близко отражала основные параметры такой обстановки в реальном масштабе времени и пространства. В докладе представлена разработанная компьютерная модель РЭОО, созданная на базе современных геоинформационных технологий, систем управления базами данных и сетевых клиент-серверных архитектур. Данная модель позволяет имитировать различное поведение объектов (изменение их траекторий и состояний), изменение режимов работы принадлежащих им ИРИ, а также задавать различные параметры излучаемых радиосигналов. Показаны возможные области при-

---

менения данной модели для решения задач (РЭР), в частности, при создании компьютерных имитационно-моделирующих тренажеров для подготовки операторов средств РЭР, а также при исследовании эффективности различных алгоритмов систем распознавания радиоизлучающих источников.

### **ВЛИЯНИЕ ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ СИГНАЛОВ НА ДОСТОВЕРНОСТЬ РАСПОЗНАВАНИЯ ИСТОЧНИКОВ РАДИОИЗЛУЧЕНИЯ В СРЕДСТВАХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ РАЗВЕДКИ**

*Н.М. Калюжный<sup>1</sup>, к.т.н., с.н.с.; И.М. Николаев<sup>2</sup>, к.т.н., с.н.с.;*

*А.М. Попов<sup>1</sup>, к.т.н., доц.; В.И. Колесник<sup>1</sup>*

<sup>1</sup>*Харьковский национальный университет радиоэлектроники;*

<sup>2</sup>*Харьковский университет Воздушных сил имени Ивана Кожедуба*

Достоверность распознавания сигналов радиоэлектронных средств (РЭС) повышается при увеличении точности измерения их параметров. Актуальной является задача предъявления обоснованных требований к точности измерения этих параметров. Проведены экспериментальные исследования эффективности распознавания сигналов РЭС методом статистического моделирования поочередной выборкой сигнатур измеренного сигнала из эталонной базы данных. Случайная выборка каждого параметра из заданного интервала осуществлялась по равномерному закону с зашумлением по нормальному закону со среднеквадратическим отклонением, соответствующим точности измерения средства радиотехнической разведки на основе статистического, логического алгоритмов и алгоритма минимума расстояний. В результате проведенных исследований для каждого из алгоритмов получены экспериментальные зависимости достоверности распознавания при увеличении точности измерения параметров сигнала. Определен алгоритм, обладающий наибольшей эффективностью (долей правильно распознанных сигналов). Полученные результаты позволяют предъявить обоснованные требования к техническим средствам измерения параметров принимаемых радиосигналов, что позволит обеспечить высокую эффективность системы распознавания при минимальных материальных затратах.

### **ВАРИАНТЫ ПОСТРОЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ ПРИЕМНИКОВ ОБНАРУЖЕНИЯ ДЛЯ СТАНЦИЙ РАДИОТЕХНИЧЕСКОЙ РАЗВЕДКИ**

*В.М. Орленко, к.т.н., с.н.с.; П.В. Потелещенко, к.т.н.; С.В. Селезнев, к.т.н.*

*Харьковский университет Воздушных сил имени Ивана Кожедуба*

Рассматриваются направления развития сигналов радиотехнических систем с низкой вероятностью перехвата станциями разведки противника, в частности, наметившаяся тенденция уменьшения спектральной плотности мощности излучений за счёт расширения спектров сигналов и снижения дальностей действия радиотехнических систем при построении их по сетевому принципу. Это особенно актуально для тактических систем радиотехнической разведки, работающих на малых дальностях. Показывается необходимость дополнения когерентного накопления разведываемых сигналов в приемниках радиотехнической разведки некогерентным накоплением во время-частотной области с учётом структуры обнаруживаемых сигналов. Проводится оценка энергетических выигрышей за счёт совместного использования когерентного и некогерентного накопления при обнаружении сигналов с низкой вероятностью перехвата.

## **ШЛЯХИ ВИКОРИСТАННЯ СИСТЕМ РАДІОЕЛЕКТРОННОГО РОЗПІЗНАВАННЯ ДЛЯ СИСТЕМ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЕПОЛОЖЕННЯ ПОВІТРЯНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*М.В. Білаш, к.т.н.; В.В. Романенко, к.т.н.; Н.В. Шигімага  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Обґрунтовуються способи визначення місцеположення повітряних об'єктів у сучасних засобах радіоелектронного контролю з використанням сигналів систем радіоелектронного розпізнавання (РЕР). Розглядаються можливість ототожнення координатної інформації, отриманої з використанням систем РЕР, з координатною інформацією інших систем радіоелектронного контролю повітряної обстановки.

## **ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ПІДВІСНИХ КОНТЕЙНЕРІВ З РАДІОЛОКАТОРАМИ З СИНТЕЗОВАНОЮ АПЕРТУРОЮ**

*І.А. Євсєєв, к.т.н.; І.А. Нос, І.С. Кужель, к.т.н., с.н.с.  
Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба*

Загальною характерною особливістю бортових радіолокаційних станцій з синтезованою апертурою (РСА) є досить високий ступінь їх інтеграції з конструкцією і бортовими системами конкретного літака (вертольота). Ця властивість накладає на дані системи певні функціональні та експлуатаційні обмеження при практичному виконанні радіолокаційних зйомок у районах, істотно віддалених від місця основного базування літального апарату (ЛА). Особливо сильно це проявляється в умовах обмеженого парку штатних літаків розвідників. Зняття обмежень подібного роду може бути досягнуто шляхом реалізації апаратури РСА в малогабаритному виконанні при одночасному забезпеченні її максимальної конструктивної та інформаційної автономності від ЛА. Встановлення під фюзеляжем контейнеру з РСА дає можливість екіпажам літаків самостійно вести радіолокаційну розвідку. Розвідувальна апаратура знаходиться всередині контейнерів, тому їх підвищення не потребує ніяких змін в конструкцію літака, достатньо лише зробити мінімальну кількість з'єднань з його системами. Завдяки модульному принципу проектування, оснащення апаратурою з високою ступеню стандартизації та уніфікації, контейнерні комплекси мати можливість їх застосування на будь-якому пасажирському чи транспортному літаку (вертольоту). В докладі систематизовані відомості про принципи реалізації авіаційних малогабаритних РСА на літальних апаратах різних типів. Представлені основні характеристики та показані напрямки розвитку таких систем.

---