

ПРИМЕНЕНИЕ СПУТНЫХ СРЕДНИХ И СВЕРХДЛИННЫХ ВОЛН ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВРЕМЕННЫХ И ПРОСТРАНСТВЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ

И.И. Зима¹, Е.Е. Асанов², А.Г. Леушин³

¹Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба,

²Объединенный НИИ ВС Украины, Харьков, ³в/ч А2488)

Приводятся определение и возможная классификация спутных электромагнитных волн. Объясняется роторная физическая природа излучений атмосферы в диапазонах средних и сверхдлинных волн под влиянием зондирующих сигналов РЭС. На основе экспериментальных исследований показана возможность использования спутных роторных волн в интересах РТР.

спутные электромагнитные волны, радиоэлектронные средства

Введение. Спутные электромагнитные волны – это волны, которые сопровождают работу радиоэлектронных средств (РЭС) и имеют частоты, отличные от рабочих. К спутным можно отнести волны, которые обусловлены: побочным излучением РЭС; нелинейными явлениями в атмосфере; роторным излучением частиц атмосферы. Примерами спутных волн, соответственно, являются: побочное излучение РЛС на гармониках и субгармониках; помехи в диапазоне средних волн, которые обусловлены люксембург-горьковским эффектом радиовещания; атмосферные помехи, которые имеют название „атмосферики” и обусловлены грозowymi явлениями.

В данное время обнаружение и анализ побочных излучений РЭС являются задачами РТР. При этом основными объектами разведки являются радиолокаторы и радиолокационные системы. Как показали экспериментальные исследования, проведенные в 2003 году сотрудниками ХВУ и ХНУРЭ [1], работа РЛС на излучение сопровождается спутными роторными волнами в диапазонах сверхдлинных (СДВ) и средних (СВ) волн. **Цель данной работы** заключается в том, чтобы показать возможность применения этих волн в интересах радиотехнической разведки.

Основной материал. В излучении роторных волн принимают участие электроны, протоны, радикалы и ионы-радикалы атмосферы, имеющие нескомпенсированный магнитный момент. Роторные излучения обусловлены вращением частиц вокруг своей оси (ротацией) и прецессией их магнитных моментов. Зондирование атмосферы мощными СВЧ импульсами приводит к увеличению прецессии магнитных моментов частиц и вызывает роторное излучение, сопровождающее работу радиолокатора.

Роторные излучения разных частиц имеют место в разных диапазонах гиромагнитных частот. Для естественных условий геомагнитного поля диапазон роторных излучений протонов расположен в области сверхдлинных волн, а электронов – в области средних волн. Атмосфера ретранслирует СВЧ импульсы РЛС на гиромагнитных частотах частиц.

При сканировании пространства вокруг РЛС создается область роторных излучений, которая формируется главным лепестком диаграммы направленности ее антенны. В этой зоне с помощью обычного приемника радиосигналы гиромагнитной частоты принимаются синхронно с частотой вращения антенны РЛС и синхронно с частотой повторения ее зондирующих импульсов. В данное время на любительском уровне радиус зоны обнаружения роторных излучений протонов составляет 15 км [2], и может быть увеличен за счет оптимизации приемных устройств и учета дальнего волноводного распространения СДВ между поверхностью Земли и нижним слоем ионосферы. С помощью специальных приемников СДВ и СВ диапазонов возможно решение таких задач РТР, как: обнаружение работы РЛС и измерение ее временных и угловых характеристик. К ним относят: период обращения антенны, период повторения и длительность зондирующих сигналов, длительность пачки зондирующих сигналов, ширина диаграммы направленности антенны, пеленг и траверз на РЛС. Кроме того, на основе этих данных могут быть определены также качественные, количественные, пространственные и косвенные признаки или характеристики разведываемой радиолокационной системы.

Под качественной характеристикой радиолокационной системы понимают типы и классы РЛС, которые создают ее поле. Обычно тип или класс РЛС определяют по трем основным параметрам сигналов, таких как: несущая частота f ; длительность импульса τ ; период повторения зондирующих сигналов T . Эта характеристика радиолокационной системы оценивается через вероятность опознавания РЛС. Особенность разведки РЛС по спутным волнам состоит в том, что гиромагнитная частота характеризует не рабочую частоту РЛС, а частоту прецессии частиц атмосферы. Поэтому, для опознавания РЛС могут быть использованы только два основных параметра сигналов T и τ . Практика показывает [3], что при переходе от опознавания по трем параметрам f , T , τ к опознаванию по двум параметрам T и τ вероятность опознавания типа РЛС уменьшается лишь на одну десятую в широком диапазоне значений T и τ . Такое небольшое уменьшение вероятности РЛС может быть компенсировано, например, за счет использования других временных параметров или за счет использования дополнительных измерителей частоты.

Количественные характеристики радиолокационной системы могут быть определены числом станций каждого типа в зоне разведки, вскрытых в результате анализа зарегистрированных сигналов спутных волн. Число РЛС отражает также число объектов разведки и состояние групп-

пировки войск. Пространственные характеристики разрешают оценить расположение объектов и источников излучений на местности, характеризуют их динамику и компактность. При разведке по спутным волнам они определяются традиционными пеленгационными методами определения местоположения источников радиоизлучения.

Косвенные признаки характеризуют функционирование системы и проявляются через режимы работы РЛС, которые определяются по изменениям потока сигналов спутных волн и способов сканирования пространства.

Проведенный анализ показывает возможность использования спутных роторных волн в интересах РТР. Принятие решения по разработке конкретного технического решения должно быть осуществлено на основе критерия эффективность-стоимость. При этом можно предположить, что у предполагаемого технического решения могут быть такие положительные качества, как простота и малая стоимость.

Аппаратура РТР в этом случае может состоять из трех простых одноканальных устройств, работающих в диапазонах рабочих и спутных волн РЛС, аппаратуры регистрации временных параметров сигналов и аппаратуры анализа. Приемные устройства могут быть выполнены, например, по схеме прямого усиления. Они могут быть установлены как на общем, так и на разных носителях. При этом могут быть использованные как параллельные, так и последовательные алгоритмы обнаружения и опознавания РЭС, которые используются совместно по принципу комплексного ведения РТР. Соответственно, могут быть разработаны новые способы разведки и технические решения. Для их практической реализации необходимо проведения дальнейших теоретических и экспериментальных исследований в области физики формирования спутных волн, оптимизации их приема, анализа энергетических соотношений, потенциальной точности измерения временных и угловых характеристик РЛС, комплексного распознавания.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Регистрация роторных излучений, сопровождающих работу радиолокатора / И.И. Зима, В.В. Жирнов, К.А. Костюченко, В.И. Стрельченко // Сб. тез., докл. десятой международной научной конференции „Теория и техника передачи, приема и обработки информации”. – Х.: ХНУРЭ. – 2004. – Ч. 1. – С. 255.*
2. *Григорьев И.Н. Супернизкочастотный прием // Радиоаматор. – 2001. – № 7. – С. 34-41.*
3. *Смирнов Ю.А. Радиотехническая разведка. – М.: Военное издательство, 2001. – 456 с.*

Поступила 16.02.2006

Рецензент: доктор технических наук, профессор И.Д. Горбатенко,
Харьковский национальный университет радиоэлектроники.