

**Помехи активно-пассивным системам радиолокации, создаваемые излучениями вещательных станций КВ и УКВ диапазонов.**

В.И. Луценко<sup>1</sup>, Ло Иян<sup>2</sup>, А.В. Соболяк<sup>3</sup>, И.В. Попов<sup>1</sup>.

<sup>1</sup>Институт радиофизики и электроники им. А.Я. Усикова НАНУ, 61085, Харьков, ул. Прокура, 12, тел.: +38 (093)-123-2881, E-mail: secretar@ire.kharkov.ua

<sup>2</sup>Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского, г. Харьков, 61070, Харьков, ул. Чкалова 17, E-mail: yiyangluo@163.com

<sup>3</sup>ГП Харьковское конструкторское бюро по машиностроению им. А.А. Морозова, Украина, 61001, Харьков, ул.Плехановская,126, E-mail: sobolyak@ukr.net

*Исследованы уровни шумов, создаваемых вещательными станциями КВ и УКВ диапазонов активно-пассивным системам радиолокации в полосе доплеровских частот отражений от воздушных объектов.*

*The noise levels generated by the HF and VHF broadcasting stations of active-passive radar systems in the Doppler frequency band of reflections from airborne objects were investigated.*

**Введение**

В последнее время все больший интерес вызывают активно – пассивные системы, использующие излучения существующих радиотехнических систем, как наземного, так и космического базирования для решения задач радиолокации. Так в работах Ю.Н. Седышева и его учеников [1] рассмотрены возможности использования для этих целей излучений телевизионных центров. Анализировались возможности применения вещательных станций УКВ [2]. Но наиболее интересным и перспективным, на наш взгляд, является использование для подсветки воздушной обстановки излучений вещательных станций КВ диапазона, работающих ионосферной волной. Вещательные станции КВ диапазона вследствие особенностей распространения этих радиоволн имеют возможность осуществлять подсветку воздушных целей ионосферной волной на удаленностях в несколько тысяч километров от передатчика подсветки. Приемные устройства могут использовать вторичные поля, рассеянные воздушными объектами для их обнаружения. Впервые экспериментальное подтверждение эта идея получила в работах [3-5]. Для разработки алгоритмов выделения, рассеянных объектами сигналов вещательных станций необходимо изучение статистических характеристик полей подсветки, (распределение спектральной плотности, законов распределения, суточного и сезонного поведения.) Исследованию некоторых из этих вопросов и посвящено настоящее сообщение.

**1. Аппаратура и методика экспериментов**

Для проведения экспериментальных исследований использовался всеволновый радиоприемник DEGEN DE-1127 производства КНР. Это мультимедийный, всеволновый, цифровой радиоприемник с встроенным MP3 плеером и диктофоном. Он позволяет осуществлять записи сигналов на встроенный диктофон для последующего анализа. Имеет русское меню и возможность апгрейда прошивки. Диапазон частот приемника 0,52...23МГц, 87...108МГц, чувствительность в УКВ диапазоне – не хуже 5мкВ, КВ-50мкВ, ДВ, СВ -2,5мВ/м.

Приемник подключается к компьютеру по mini USB 2.0 для загрузки, выгрузки и управления сохраненными записями музыки и диктофона. Обеспечивает прием

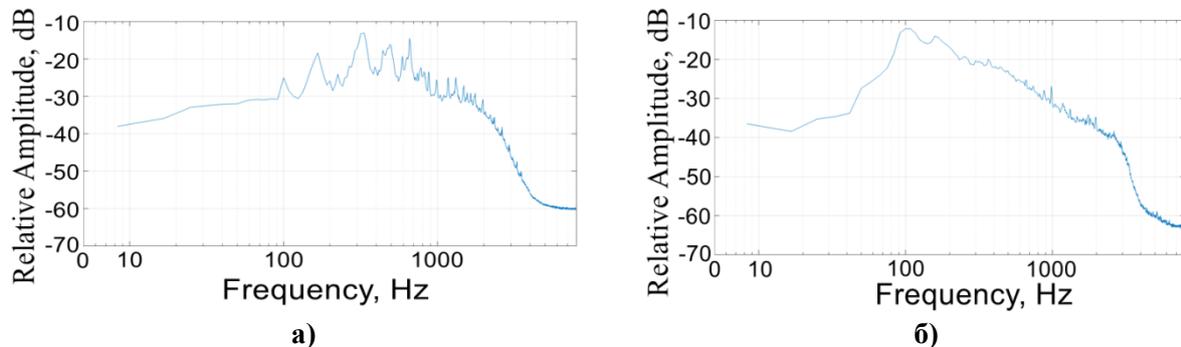
станций радиовещательного диапазона всего мира, воспроизведение MP3 и цифровую запись на диктофон.

С использованием приемника были проведены экспериментальные исследования сигналов вещательных станций КВ и УКВ диапазонов, работающих ионосферной (загоризонтных) и поверхностной (в пределах прямой видимости) волнами на различных частотах и в различное время суток.

### Анализ и обсуждение результатов экспериментов

Сигналы, с выхода амплитудного детектора для КВ диапазона и частотного для УКВ диапазона записывались в форматах mp3 и wav, а затем использовались для оценки спектров и распределений мощности излучаемого станциями сигнала по диапазону частот вблизи несущей. Частота дискретизации составляла 8кГц. В качестве примера на рис.1 приведены спектры вещательных станций КВ диапазона, нормированные на полную мощность при разрешении по частоте 8Гц:

$$p(F, \Delta F = 8\text{Hz}) = \frac{\int_F^{F+\Delta F} S(F)dF}{\int_0^{F_{max}} S(F)dF} \quad (1)$$



**Рис.1. Спектр сигналов вещательных станций: а-Radio Dabanga, частота 13800кГц, время 05 : 51 / 30.06.2016, угол 156°; б-Radio Taiwan International, частота 7385 кГц, время 15 : 10 / 25.06.2016, угол 125°.**

Уровень мощности в полосе 8Гц на частотах 8...50Гц составляет примерно -30...-40 дБ относительно уровня мощности информационного сигнала. На частотах в окрестности 100...200Гц он составляет около -10...-20дБ и имеет величину -50...60дБ на частотах выше 4 кГц, т.е. за полосой пропускания приемника в формате wav и – менее -100 дБ на частотах выше 2кГц в формате mp3. Изменение формата записи практически не сказывается на уровне компонент в низкочастотной области. В тоже время при формате записи mp3 осуществляется физически (при помощи цифрового фильтра) ограничение спектра на частотах выше 1,5 кГц.

Если разрешающая способность спектрального анализа будет отличаться от 8Гц, то полученное значение спектральной интенсивности необходимо пересчитать с использованием соотношения:

$$p(F, \Delta F = \delta F\text{Hz}) = p(F, \Delta F = 8\text{Hz}) \frac{\delta F[\text{Hz}]}{8} \quad (2)$$

Очевидно, что сужение полосы будет приводить к пропорциональному снижению уровня мощности помехи.

### Заключение

1. В результате проведенных исследований установлено, что между несущей и информационным сигналом существует участок спектра с уровнем спектральной плотности существенно ниже, чем у несущей и информационных компонент спектра.

Он простирается примерно до 50...60 Гц. Для вещательных радиостанций КВ диапазона эти частоты соответствует доплеровским смещениям частоты сигналов, отраженных от воздушных объектов, движущихся со скоростями до 2500км/час. На частотах 8...60 Гц уровень спектральной плотности примерно на 15...30дБ ниже, чем уровень спектральной плотности полезного сигнала в полосе (100...4000) Гц. По отношению к общей мощности полезного сигнала спектральные компоненты в полосе 8...60Гц при разрешении по частоте 8Гц лежат ниже примерно на 30...40дБ.

2. Сужение полосы пропускания (улучшение разрешающей способности до 1Гц) приведет к снижению этого уровня примерно на 10дБ. Для повышения потенциала системы обнаружения и измерения целесообразно использовать более узких полос пропускания доплеровских фильтров. Это позволяет пропорционально полосе улучшить, как разрешающую способность по скорости, так и снизить уровень шумов в полосе обнаружения полезного сигнала.

### **Литература**

1. Информационные технологии создания пространственно-временных модемов многопозиционных активно-пассивных радиолокационных систем / Ю.Н. Седышев, В.А. Тютюнник // Прикладная радиоэлектроника. - 2015. - Т. 14, № 1. - С. 105-110.
2. Лобочко С.Е. Построение системы обнаружения с использованием излучения УКВ и ТВ-передатчиков / С.Е. Лобочко // Международная научная конференция «Излучение и рассеяние ЭМВ» ИРЭМВ\*2003, труды конференции, Таганрог, 2003. – С. 287-290.
3. Луценко И.В. Бистатические РЛС с подсветкой ионосферными сигналами связных станций коротковолнового диапазона / И.В. Луценко, И.В. Попов, В.И. Луценко // Радиофизика и электроника: Сборник научных трудов / НАН Украины. Ин-т радиофизики и электроники им. А. Я. Усикова. – Харьков.- 2007.- Т.12, №1.- С. 193 - 204.
4. Lutsenko I.V. Illumination of Air Environment Using Radiation of SW Broadcasting stations / I.V. Lutsenko, V.I. Lutsenko, I.V. Popov // The 5-th European Radar Conference, 30–31 October 2008: conf. proceedings.- Amsterdam, 2008.- P. 396-399.
5. Луценко В.И., Мониторинг воздушной обстановки с использованием излучения вещательных станций коротковолнового диапазона / В.И. Луценко, И.В. Луценко, И.В. Попов// Изв. Вузов Радиофизика.-2015.- Т.58.-№ 1.-С. 10-20