

<p>Моделирование системы передачи данных с OFDM модуляцией</p>	<p>Simulation of an OFDM-Based communication system</p>
<p>Разработана модель системы передачи данных с OFDM модуляцией, которая позволяет проводить исследования в широком диапазоне параметров. Проведена оценка эффективности разных видов модуляции в OFDM системе.</p>	<p>The developed model OFDM communication system is developed; this model can use for research with wide range of parameters. Estimation efficiency of different type modulation at OFDM systems is shown.</p>

УДК 621.396.62: 621.396.96

**ДОСЛІДЖЕННЯ ПОТЕНЦІЙНИХ ХАРАКТЕРИСТИК
РАДІОЛОКАЦІЙНОГО СИГНАЛУ З СИМЕТРИЧНОЮ ТРИКУТНОЮ
ЛІНІЙНОЮ ЧАСТОТНОЮ ВНУТРІШНЬОІМПУЛЬСНОЮ
МОДУЛЯЦІЄЮ В ОБЛАСТІ СИЛЬНОЇ ТА СЛАБКОЇ КОРЕЛЯЦІЇ**

Мрачковський О.Д. Бичков В.Є. Василенко М.А.

Розглянуто складний радіолокаційний сигнал з симетричною трикутною частотною внутрішньоімпульсною модуляцією. Показано, що при допустимих втратах завадостійкості, можливе отримання незалежної оцінки швидкості та дальності до цілі в одноканальному тракті обробки радіолокаційного сигналу.

Вступ. Постановка задачі

Сигнал з лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ) характеризується „ножевидною” формою функції невизначеності (ФН), яка дозволяє отримати оцінку дальності до цілі. Ця оцінка залежить від швидкості цілі [1]. Для усунення цього недоліку використовується сигнал з так званою „кнопковою” діаграмою невизначеності, яка в перерізі на рівні – 6дБ (в області сильної кореляції) дає кругову діаграму невизначеності (ДН), що дозволяє отримати незалежну оцінку дальності та швидкості цілі. Використання кругової ДН призводить до необхідності побудови багатоканальних за швидкістю узгоджених фільтрів (УФ) або кореляторів. Такі бажані „кнопкові” ДН мають сигнали з квадратичною внутрішньо-імпульсною модуляцією [2], фазоманіпульовані сигнали за кодом Баркера [1], фазоманіпульовані сигнали з використанням M-послідовностей [2].

Теоретичні викладки

У класі сигналів з ЛЧМ, сигнал з трикутною ЛЧМ утворює „кнопкову” ДН в області сильної кореляції [3]. Сигнал з лінійною V-подібною частотною модуляцією показано на рис.1. Для V-подібної зміни частоти сигнал можна записати як

$$u_1(t) = \left(\frac{1}{\sqrt{2T}} \right) \exp(-jbt^2), -T < t < 0; \quad u_2(t) = \left(\frac{1}{\sqrt{2T}} \right) \exp(-jbt^2), 0 < t < T$$

$$u(t) = u_1(t) + u_2(t), -T < t < T.$$

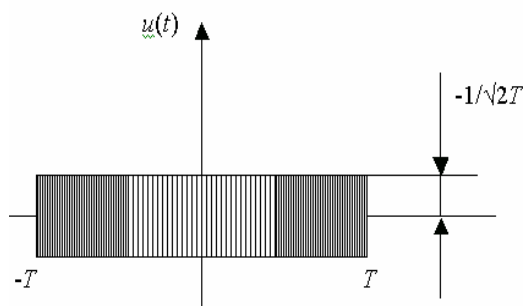


Рис.1

ФН такого сигналу складається з чотирьох частин: двох автокореляційних функцій, що відповідають $u_1(t)$, $u_2(t)$, та двох взаємкореляційних членів, що відповідають двом взаємним добуткам $u_1(t)$ та $u_2(t)$. Метод реалізації УФ для цього типу сигналу показаний на рис.2. УФ для сигналу з V -подібною модуляцією можна побудувати за двоканальною схемою, у кожному каналі якого є власний УФ. Відомо, що сигнали з V -подібною модуляцією дозволяють отримати незалежні виміри дальності та швидкості цілі, що пов'язане з розділенням вихідного сигналу УФ на два окремих сигнали, коли доплерівський зсув викликає неузгодженість прийнятого сигналу з УФ. На рис.3...13 показані розрахунки потенційних характеристик сигналу з параметрами: центральна частота $f_0=8.8$ ГГц, девіація частоти $\Delta f=1$ МГц, тривалість зондуючого імпульсу $T_s=10$ мкс.

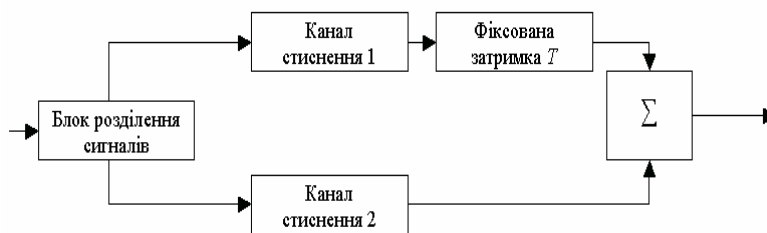


Рис.2.

ТЧМ | $f_0 = 8.8$ ГГц | $2\Delta f = 1$ МГц | $t_s = 10$ мкс

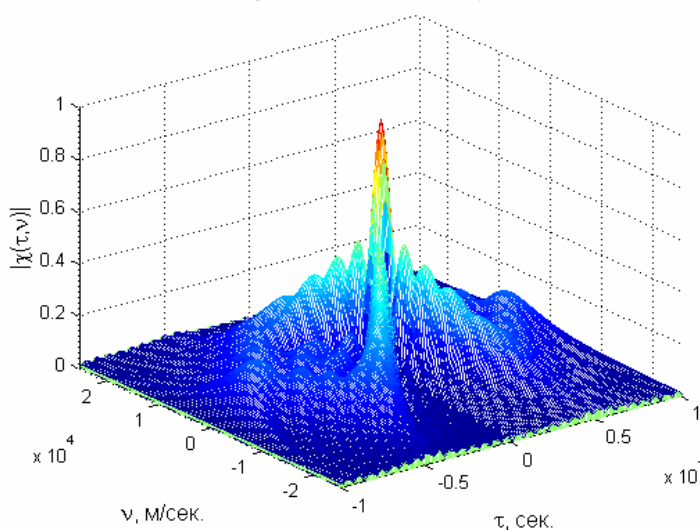


Рис.3. ФН досліджуваного сигналу

ТЧМ | $f_0 = 8.8$ ГГц | $2\Delta f = 1$ МГц | $t_s = 10$ мкс

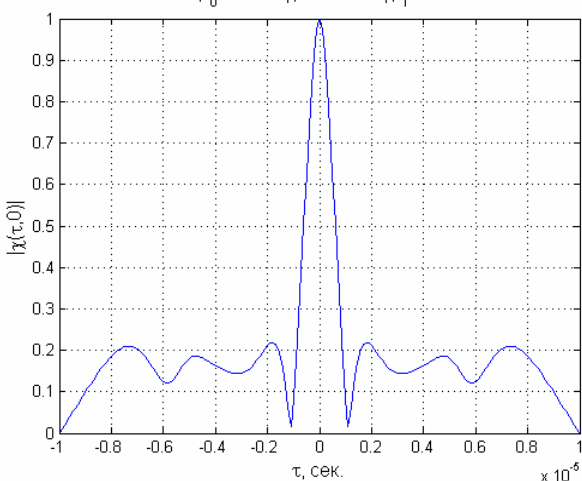


Рис.4. Переріз ФН площиною постійного значення швидкості $\nu = 0$

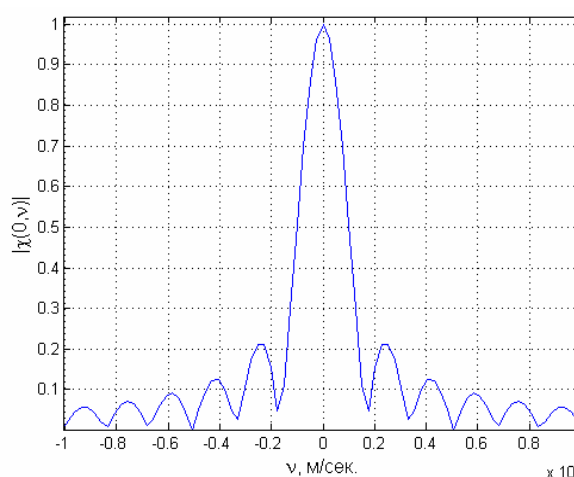


Рис.5. Переріз ФН при $\tau = 0$

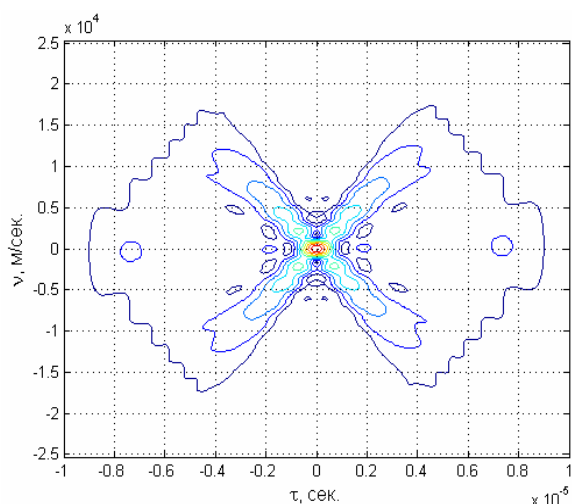


Рис.6. Ізокореляти ФН

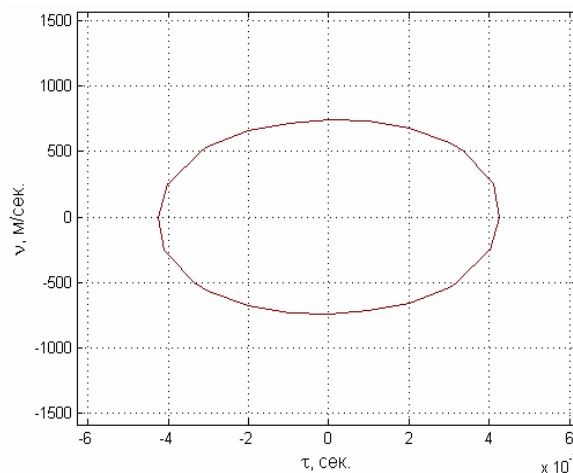


Рис.7. Зріз ізокореляти ФН за рівнем 3дБ

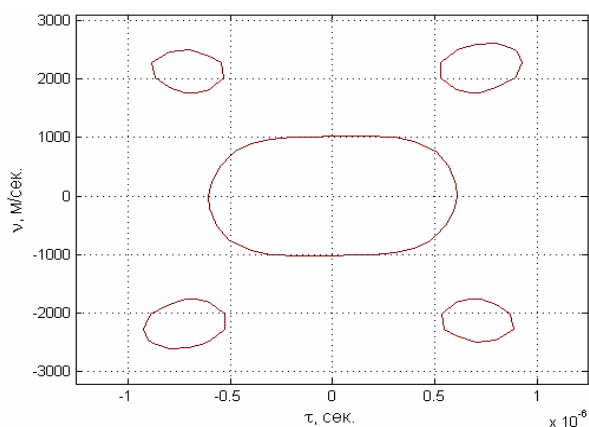


Рис.8. Зріз ізокореляти ФН за рівнем 6 дБ

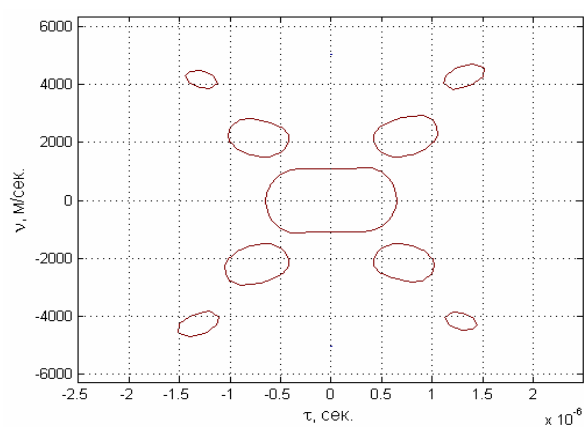


Рис.9. Зріз ізокореляти ФН за рівнем 7 дБ

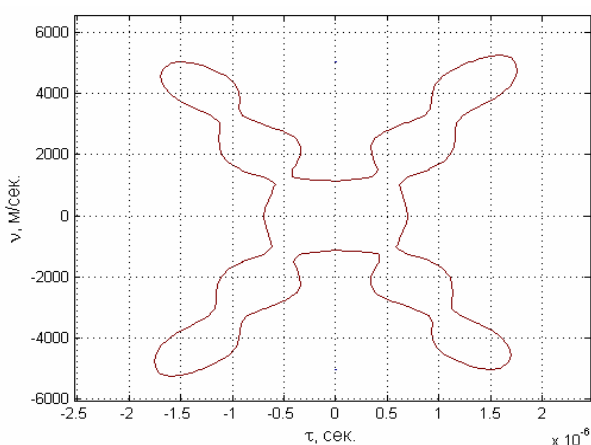


Рис.10. Зріз ізокореляти ФН за рівнем 8 дБ

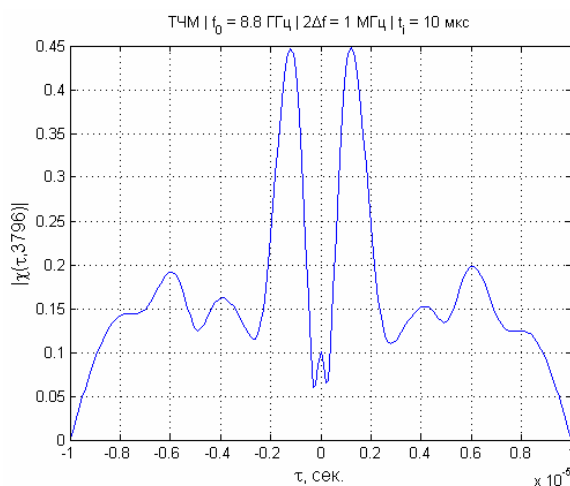


Рис.11. Переріз ФН на рівні -7 дБ площиною пост.значення $\nu=3796$ м/сек

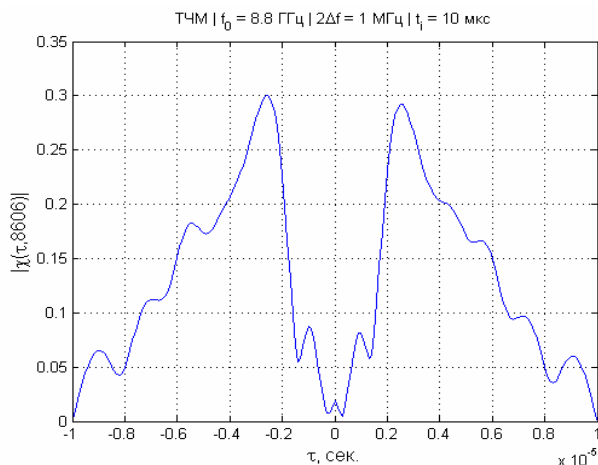


Рис.12. Переріз ФН на рівні -10 дБ площиною пост. значення $v = 8606$ м/сек

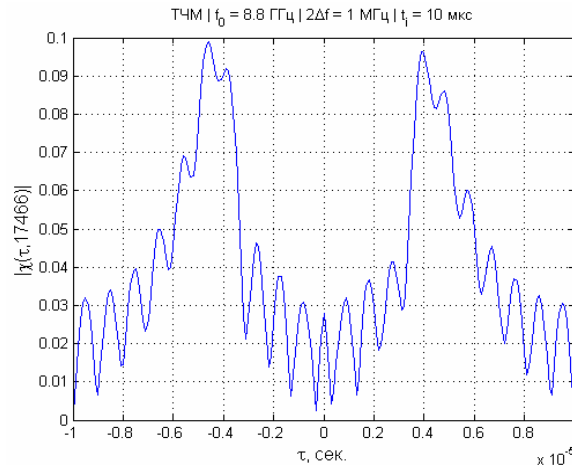


Рис.13. Переріз ФН на рівні -20 дБ площиною пост. значення $v = 17466$ м/сек

На рис. 11...13 спостерігається пара вихідних сигналів, за якими можливо отримати незалежну оцінку дальності та швидкості цілі використовуючи один канал обробки сигналу. Відстань між відгуками зондуючого сигналу прямо пропорційна швидкості цілі.

Висновки

Досліджені сигнали мають дві характерні особливості. В області сильної кореляції, коли зріз ФН сигналу має форму еліпсу, можливе отримання незалежних оцінок дальності та швидкості цілі. В області слабкої кореляції зріз ФН носить X-подібний характер на рівні, згідно розрахункам, -8 дБ. у випадку, коли центральна частота $f_0=8,8$ ГГц., девіація частоти $\Delta f=1$ МГц, а тривалість зондуючого імпульсу $T_s=10$ мкс. Використання даного виду зондуючого сигналу можливе при локації одиночних цілей. У випадку присутності багатьох цілей на екрані РЛС будуть відображено n -пар відгуків, але при цьому неможлива ідентифікація пар відгуків відносно цілі.

Література

1. Кук Ч., Бернфельд М. Радиолокационные сигналы. Пер. с английского под ред. В.С. Кельзона. М.: «Сов.радио», 1971, 568 с.
2. Варакин Л.Е.. Теория сложных сигналов. – М.: Сов. радио, 1970, 376 с.
3. Справочник по радиолокации. Пер. с англ. Т.1. М.: «Сов.радио», 1976, 456 с.

<p>Мрачковский О.Д., Бычков В.Е., Василенко М.А. Исследование потенциальных характеристик радиолокационного сигнала с симметричной треугольной частотной внутриимпульсной модуляцией в области сильной и слабой корреляции Рассмотрен радиолокационный сигнал с симметричной частотной внутриимпульсной модуляцией. Показана возможность получить некоррелированные оценки скорости и дальности в одноканальном тракте.</p>	<p>Mrachkovsky O.D., Bychkov V.E., Vasylenko M.A. Research of a potential characteristics of a symmetrical triangle frequency modulation radar signal in a field of a strong and gentle correlation A composite symmetrical frequency modulation radar signal is reviewed. It is shown, that a permissible losses of noise immunity level, obtaining an uncorrelated estimation of speed and target range in a one-channel of processing is possible.</p>
--	--