

**МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ**  
**Військовий інститут телекомунікацій та інформатизації**  
**Національного технічного університету України**  
**„Київський політехнічний інститут”**



**VI-й НАУКОВО-ПРАКТИЧНИЙ СЕМІНАР**  
**„Пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних**  
**систем та мереж спеціального призначення”**

**20 жовтня 2011 року**

**(Доповіді та тези доповідей)**

Київ – 2011

**ББК**  
Ц4 (4Укр)39  
П-768

У збірнику матеріалів шостого науково-практичного семінару опубліковано доповіді та тези доповідей вчених, науково-педагогічних працівників, ад'юнктів, здобувачів, курсантів і студентів Військового інституту телекомунікацій та інформатизації Національного технічного університету України „Київський політехнічний інститут” та інших вищих навчальних закладів, в яких розглядаються пріоритетні напрямки розвитку телекомунікаційних систем та мереж спеціального призначення.

98.	<b>Слюсар В.І., Зінченко А.О.</b> Фазовий метод виміру відстані в МІМО-системах радіолокації та зв'язку	180
99.	<b>Слюсар В.І., Сердюк П.Є.</b> Метод багатокаскадної I/Q-демодуляції сигналів	181
100.	<b>Слюсар В.І., Цибульов Р.А.</b> Спосіб корекції міжканальних і квадратурних неідентичностей приймальних каналів цифрової антенної решітки	182
101.	<b>Стемпковська Я.А., Малярчук М.В.</b> Алгоритмізація завдання розміщення сенсорів на етапі бойового функціонування безпроводової сенсорної мережі тактичної ланки управління	183
102.	<b>Стрюк О.Ю.</b> Метод забезпечення справедливого рівня якості обслуговування абонентів мобільної радіомережі	184
103.	<b>Субач І.Ю., Саснко О.Г., Шаров М.В.</b> Методика та алгоритм аналізу роботи інформаційної мережі органу військового управління її оперативним персоналом	186
104.	<b>Судніков Є.О., Сілко О.В.</b> Механізм розмежування і контролю доступу до ресурсів інформаційної системи супроводу навчального процесу	187
105.	<b>Ткачик С.В., Макаручук О.М.</b> Інтелектуальний нейромережевий модуль виявлення комп'ютерних атак	188
106.	<b>Уманець Я.І., Садиков О.І.</b> Оцінка структурної скритності широкосмугових сигналів	189
107.	<b>Чевардін В.Є., Ізофатов Д.О., Заїка Ю.Л.</b> Використання криптографічного алгоритму ГОСТ 28147-89 для вдосконалення ключової функції алгоритму UMAC	190
108.	<b>Чумак В.К., Бортнік Л.Л.</b> Метод передачі OFDM-сигналів по каналам з низьким відношенням сигнал/завада	191
109.	<b>Шабатура Ю.В., Луцькова Г.В.</b> Інформаційна система навчального процесу академії сухопутних військ з контролем результативності експлуатації військової техніки та озброєння	192
110.	<b>Шафранський О.П., Борисов І.В., Шацький І.О.</b> Експериментальне дослідження електричних характеристик низькопрофільної антен на циліндричній поверхні	194
111.	<b>Шворов С.А., Фесьоха В.В.</b> Методичний апарат організації функціонування інтелектуальних тренажерів прискореної підготовки операторів АСУ	196
112.	<b>Шевченко А.С.</b> Модель нападу на безпроводові інформаційно-комунікаційні системи у процесі інформаційної боротьби	198
113.	<b>Шелепенко Ю.В., Карповець Ю.Ю., Кисиленко П.П.</b> Методи підвищення ймовірності передачі даних в модемах з адаптивними параметрами	199
114.	<b>Шохін Б.П., Андросенко М.О.</b> Проблеми обробки, зберігання та передачі мультимедійних даних в сучасних інформаційних системах	200
115.	<b>Явіся В.С., Цимбалюк О.П., Лисун М.Ю.</b> Удосконалення режиму системи МІМО в умовах впливу зосереджених перешкод	201
116.	<b>Якименко В.В., Борисов І.В., Оксенчук І.В.</b> Алгоритм ідентифікації базової станції мобільного зв'язку	202
117.	<b>Якорнов Є.А., Авдєєнко Г.Л., Василенко-Шереметьєв Г.М.</b> Застосування алгоритму СМА для формування діаграми спрямованості SMART-антен на базових станціях	203
118.	<b>Якорнов Є.А., Авдєєнко Г.Л., Матяш А.Ю.</b> Застосування адаптивних фільтрів у різних методах боротьби з явищем акустичної луни	204
119.	<b>Якорнов Є.А., Буділовський О.В.</b> Аналіз моделі системи зв'язку як системи МІМО з використанням адаптивної антенної решітки	205
120.	<b>Янсонс Я.В.</b> Проблеми об'єктивної оцінки показників цифрових каналів для передачі мовних сигналів у системах військового призначення	206
121.	<b>Яценко О.А., Назарчук Б.О.</b> Підхід до оцінки стану системи зв'язку з адаптацією завадозахищеного кодування	207

## ФАЗОВИЙ МЕТОД ВИМІРУ ВІДСТАНИ В МІМО-СИСТЕМАХ РАДІОЛОКАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Серед завдань, що вирішуються інтегрованими МІМО-системами радіолокації та зв'язку важливе місце відводиться виміру відстаней до джерел сигналів, в якості яких розглядаються повітряні цілі та мобільні кореспонденти. У разі використання неперервних сигналів, наприклад, OFDM та NOFDM (з неортогональним частотним дискретним мультиплексуванням), заслуговує на увагу багаточастотний фазовий метод виміру дальності. В роботі [1] було усунено основний недолік зазначеного методу – відсутність розрізняльної здатності по дальності, що створює умови для більш широкого застосування фазової дальнометрії при сумісному вирішенні завдань радіолокації та зв'язку в багатопозиційних мобільних МІМО системах.

Метою доповіді є удосконалення багаточастотного фазового методу дальнометрії, запропонованого в [1], в інтересах його адаптації до застосування в інтегрованій системі радіолокації та зв'язку. Особливістю застосування OFDM (NOFDM) сигналів є можливість утворення значної кількості частотних пар для виміру дальності, що дозволяє не тільки отримати великий діапазон однозначності виміру та здійснити розрізнення багатьох цілей, які не розрізняються по іншим параметрам [1], а й досягти високої точності дальнометрії. Річ у тім, що дисперсія похибок багаточастотного виміру дальності одиночної цілі  $N$  парами гармонійних сигналів згідно з нижньою границею Крамера-Рао (НГКР) визначається співвідношенням

$$\sigma_D^2 \geq \left( \sum_{n=1}^N (\omega_{n1} - \omega_{n2})^2 \right)^{-1} \frac{c \cdot \sigma_{noise}^2}{2}, \quad (1)$$

де  $c$  – швидкість світла,  $\sigma_{noise}^2$  – дисперсія оцінки різностей фаз сигналів,  $\omega_{n1}, \omega_{n2}$  – радіальні частоти  $n$ -ї пари сигналів. Аналіз виразу (1) свідчить, що для підвищення точності виміру дальності необхідно збільшувати кількість частотних пар та частотне рознесення в них сигналів. Ширококутність накладає жорсткі вимоги до якості формування квадратурних складових напруг сигналів, що важливо для прецизійних фазових вимірів. Тому пропонується доповнити обробку прийнятих сигналів їхньою попередньою цифровою I/Q-демодуляцією, поєднавши її з додатковим стробуванням відліків аналого-цифрового перетворювача згідно з [2]. Використання I/Q-демодуляції дозволить суттєво розширити діапазон частот, для яких ортогональність квадратурних складових сигналів витримується з заданою точністю. При цьому слід врахувати паразитну ротацію фази сигналів, що виникає при виконанні I/Q-демодуляції, та супутнє викривлення фронту й зрізу сигналів внаслідок перехідного процесу.

Подальше удосконалення методу [1] полягає в його узагальненні на обробку OFDM (NOFDM) сигналів по виходах цифрової антенної решітки (ЦАР) з оптимізацією вимірювальної процедури, наприклад, за методами максимальної правдоподібності чи найменших квадратів. Дослідження відповідної НГКР дозволяє оцінити граничні можливості фазового методу розрізнення по дальності у випадку використання ЦАР.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Солощев О.Н. Фазовый метод измерения дальности на основе теории многоканального анализа / О.Н.Солощев, В.И.Слюсар, В.В.Твердохлебов // Артиллерийское и стрелковое вооружение. – 2007. – № 2(23). – С. 29 – 32.
2. Заявка на видачу патенту України на корисну модель № u201110520 від 30.08.2011. МПК (2006) G01S7/36, H03D13/00. Спосіб додаткового стробування цифрових відліків сигналів./Слюсар В.І., Копієвська В.С., Живило Є.О.