

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



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

**22 жовтня 2009 року**

**(Доповіді та тези доповідей)**

Київ – 2009

**ББК**  
Ц4 (4Укр)39  
П-768

У збірнику матеріалів п'ятого 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.

	в апаратурі передачі даних.....	173
89.	<b>Літвін К. І., Літвін К. К., Шелепенко Ю. В.</b> Блокові сигнально-кодові конструкції каскадного типу.....	174
90.	<b>Лук'янчук І. В.</b> Підвищення безпеки передачі інформації в системах радіозв'язку з використанням широкосмугових сигналів.....	175
91.	<b>Любарський С. В., Лазар Ю. В.</b> Оцінка ефективності застосування програмних прийомів шифрування інформації в додатках, розроблених на мовах високого рівня.....	176
92.	<b>Люлін Д. О., Іохов О. Ю., Кротов В. Д.</b> Перешкодостійкість DTMF сигналів при передачі коротких повідомлень в системах зв'язку ЗСУ.....	177
93.	<b>Малигін М. М.</b> Модель оцінки рівня захищеності інформації в автоматизованих системах на базі теорії нечітких мір та нечітко-інтегрального обчислення.....	179
94.	<b>Малюга А. В.</b> Методи та засоби контролю знань тих, хто навчається у системах дистанційного навчання.....	180
95.	<b>Малярчук М. В., Слюсар В. І.</b> Попередня фільтрація OFDM сигналів в системі МІМО при додатковому стробуванні відліків АЦП.....	182
96.	<b>Мацаєнко А. М., Цімура Ю. В., Шацький І. А.</b> Синфазні антенні решітки на низькопрофільних випромінювачах.....	183
97.	<b>Машков О. А., Шуренок А. В., Самчишин О. В.</b> Застосування інформаційної системи забезпечення функціональної стійкості системи радіомоніторингу.....	185
98.	<b>Мешков І. Н., Черкасова Ю. О., Висоцька Т. М., Нечушкін М. П.</b> Тенденції розвитку мереж рухомого радіозв'язку.....	186
99.	<b>Микусь С. А., Романюк І. М.</b> Основні фактори, які впливають на процес організації зв'язку під час підготовки миротворчих операцій.....	187
100.	<b>Микусь С. А.</b> Методика оцінки районів розгортання вузлів зв'язку пунктів управління з'єднання та військових частин.....	190
101.	<b>Міцан І. Б.</b> Методичний підхід до оцінювання якості поліграфічної продукції спеціального призначення.....	192
102.	<b>Могилевич Д. І., Правило В. В., Явіся В. С.</b> Стан та перспективи використання бездротових технологій в телекомунікаційних мережах.....	194
103.	<b>Назаревич В. В.</b> Математична модель для управління територіально розподіленими підрозділами на основі геоінформаційних систем.....	196
104.	<b>Настич Ю. Б., Бугера М. Г.</b> Розробка алгоритму шифрування інформації „APR” комбінованим методом на основі залишкових чисел.....	197
105.	<b>Наталенко П. П., Шелепенко Ю. В.</b> Перспективи і напрями розвитку інформаційно-телекомунікаційних систем.....	198
106.	<b>Науменко Ю. Б.</b> Розширена модель захисту критичних систем управління на трьох рівнях інформаційної взаємодії.....	199
107.	<b>Недайбіда Ю. П., Ляшенко В. Г., Ромащенко В. М., Шугалій О. О.</b> Модель контролю завантаження АСУ в реальному часі функціонування систем управління тактичної ланки ЗСУ.....	200
108.	<b>Носовської Р. О., Горбенко В. І.</b> Структура і склад автоматизованої навчальної системи мови програмування асемблеру з елементами захисту інформації.....	202
109.	<b>Овсянніков В. В., Паламарчук С. А., Паламарчук Н. А.</b> Вимоги щодо захисту інформації в автоматизованих системах рухомих засобів зв'язку.....	203
110.	<b>Овчаров О. О.</b> Метод турбо кодування з повторенням для підвищення завадозахищеності багатоканальної програмованої радіостанції в умовах впливу навмисних завад.....	204
111.	<b>Ольшанський В. В., Бортнік Л. Л.</b> Задача розробки вдосконаленого методу	

## ПОПЕРЕДНЯ ФІЛЬТРАЦІЯ OFDM СИГНАЛІВ В СИСТЕМІ МІМО ПРИ ДОДАТКОВОМУ СТРОБУВАННІ ВІДЛІКІВ АЦП

Розширення смуги сигналів OFDM до 40 і більше МГц в системах МІМО з цифровим діаграмоутворенням зіштовхується з труднощами формування цифрової діаграми спрямованості антенної решітки в темпі надходження відліків АЦП. Для вирішення цієї проблеми доцільно використовувати додаткове стробування відліків АЦП, що отримало розповсюдження в радіолокаційних системах.

Разом з тим, відомим варіантам виконання цієї операції у разі одноканальної побудови схеми аналого-цифрового перетворення притаманний високий рівень бокових пелюсток амплітудно-частотної характеристики (АЧХ) цифрового фільтра додаткового стробування (ЦФДС) відліків АЦП, що буде знижувати завадозахищеність системи МІМО.

Тому авторами доповіді було запропоновано удосконалені методи додаткового стробування відліків АЦП (заявки на видачу патентів України на корисні моделі № № u200909210 та u200909211 від 07.09.2009), відмінністю яких є використання попередньої цифрової фільтрації відліків АЦП в режимі „ковзаючого вікна” відповідно до відомих виразів:

$$U_t^c = U_t - 11 \cdot U_{t+2} + 15 \cdot U_{t+4} - 5 \cdot U_{t+6}, \quad U_t^s = 5 \cdot U_{t+1} - 15 \cdot U_{t+3} + 11 \cdot U_{t+5} - U_{t+7}, \quad (1)$$

де  $t$  – порядковий номер відліку АЦП,  $U_t^c$ ,  $U_t^s$  – квадратурні складові напруг.

Метою доповіді є викладення результатів дослідження властивостей математичного моделювання каналу прийому OFDM сигналів, що використовує удосконалений метод додаткового стробування відліків АЦП.

При цьому головна увага приділена з'ясуванню та врахуванню в моделі каналу прийому даних амплітудних і фазових викривлень, що вносяться в сигнал OFDM внаслідок виконання вагового підсумовування відліків АЦП за виразом (1).

За результатами моделювання підтверджено, що поліпшена завадозахищеність удосконаленого методу додаткового стробування відліків АЦП з урахуванням виразу (1) виразно спостерігається лише у випадку довжини стробу 8 та 16 відліків АЦП. Так на рис. 1 наведено модулі АЧХ процедури (1) (лінія 1), відомого алгоритму одноканального ЦФДС (пунктирна лінія) та удосконаленого ЦФДС, що передбачає попередню фільтрацію (1) (суцільна лінія), для довжини стробу 8 відліків АЦП.

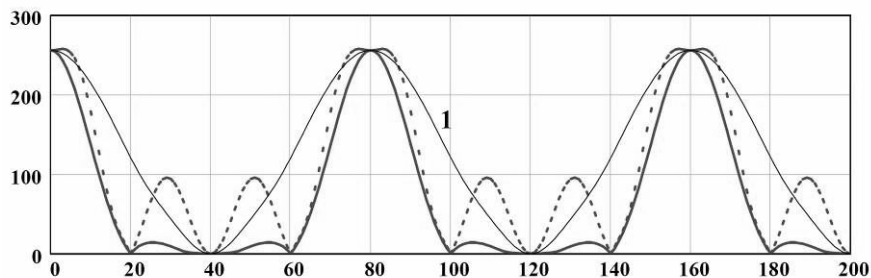


Рис. 1

При збільшенні довжини стробу ефективного пригнічення бокових пелюсток АЧХ ЦФДС відбувається лише для частотних регіонів, суттєво віддалених від головних максимумів АЧХ. Ця обставина спонукає до пошуку варіанта процедури (1), що залучала б в обробку більше, ніж 8 відліків АЦП.