

НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ

НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНОЇ  
ОСВІТИ МОЛОДІ ІМ. О.М. МАКАРОВА

**XII**

МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

**ПОЛІНА І КОСМОС**

*Випереджаючи час...*

Дніпропетровськ  
2010

НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ЦЕНТР АЕРОКОСМІЧНОЇ ОСВІТИ МОЛОДІ ім. О.М. МАКАРОВА

---

ДНІПРОПЕТРОВСЬКА ОБЛАСНА ДЕРЖАВНА АДМІНІСТРАЦІЯ  
ВИКОНАВЧИЙ КОМІТЕТ ДНІПРОПЕТРОВСЬКОЇ МІСЬКОЇ РАДИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
УКРАЇНСЬКЕ МОЛОДІЖНЕ АЕРОКОСМІЧНЕ ОБ'ЄДНАННЯ «СУЗІР'Я»  
ДНІПРОПЕТРОВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ім. ОЛЕСЯ ГОНЧАРА  
НАЦІОНАЛЬНИЙ АЕРОКОСМІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ім. М.Є. ЖУКОВСЬКОГО «ХАІ»  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
«КОНСТРУКТОРСЬКЕ БЮРО «ПІВДЕННЕ» ім. М.К. ЯНГЕЛЯ»  
ІНСТИТУТ ТЕХНІЧНОЇ МЕХАНІКИ НАНУ І НКАУ  
ВАТ «УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ  
ТЕХНОЛОГІЇ МАШИНОБУДУВАННЯ»  
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО  
«ВО ПІВДЕННИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД ім. О.М. МАКАРОВА»  
УЖГОРОДСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
ВАТ «ДНІПРОВСЬКИЙ МАШИНОБУДІВНИЙ ЗАВОД»  
ДП «ДНІПРОКОСМОС»

# **ЗБІРНИК ТЕЗ**

**XII Міжнародна молодіжна  
науково-практична конференція**

# **«ЛЮДИНА І КОСМОС»**

*ВИПЕРЕДЖАЮЧИ ЧАС...*

**7-9 квітня 2010 року**

Дніпропетровськ  
2010

**ХІІ Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і Космос»:  
Збірник тез – Дніпропетровськ: 2010.**

Збірник містить тези доповідей студентів, аспірантів, молодих вчених та молодих спеціалістів, які представлені на ХІІ Міжнародній молодіжній науково-практичній конференції «Людина і Космос» за тематичними напрямками науки і техніки, пов'язаними з космосом, космічними технологіями, аерокосмічною технікою.

**Рецензенти:**

академік НАН України д-р техн. наук, проф. Конюхов С.М.  
академік НАН України д-р техн. наук, проф. Пилипенко В.В.

**Головний редактор:**

д-р техн. наук, проф. Джур Є. О.

**Редакційна колегія:**

|                                    |                                 |
|------------------------------------|---------------------------------|
| д.т.н., проф. Безручко К.В.        | д.ф.-м.н., проф. Тимошенко В.І. |
| д.т.н., проф. Габринєць В.О.       | д.б.н., проф. Травлєєв А.П.     |
| д.т.н., проф. Дронь М.М.           | д.т.н., проф. Хорошилов В.С.    |
| д.т.н., проф. Калініна Н. Є.       | д.х.н, проф. Чмиленко О.Ф.      |
| д.т.н., проф. Манько Т.А.          | д.т.н., проф. Шептун Ю.Д.       |
| д.психол.н., проф. Носенко Е.Л.    | к.т.н, доц. Городничий В.В.     |
| д.т.н., проф. Петренко О.М.        | к.т.н., доц. Лабуткіна Т.В.     |
| д.т.н., проф. Перлик В.І.          | к.т.н., доц. Ліннік А.К.        |
| д.ф.-м.н., проф. Поляков М.В.      | к.т.н., доц. Паслен В.В.        |
| д.т.н., проф. Пошивалов В.П.       | к.ф-м.н., доц. Сохач Ю.В.       |
| д.ф.-м.н., проф. Приходько О.А.    | к.е.н., доц. Федорова В.А.      |
| д.е.н., проф. Сазонєць І.Л.        | к.т.н, доц. Шевцов В.Ю.         |
| д.т.н., проф., Санін А.Ф.          | к.т.н, с.н.с. Єфімчук Б.П.      |
| д.ф.-м.н., проф. Соколовський О.Й. | к.т.н. Мілих М.М                |
| д.т.н., доц. Січевий О.В.          | к.т.н. Погорєлов О.А.           |
| д.т.н., с.н.с. Сливинський В.І.    | Демченко В.А.                   |
| д.т.н., доц. Сокол Г.І.            | Желтов П.М.                     |
|                                    | Мозговий Д.К.                   |

**Верстка оригінал-макету:**

провідний спец. Саковський Л.І.

Відповідальність за рецензування опублікованих матеріалів несуть координатори наукових напрямків конференції

<sup>1</sup>А.А. Троцко, адъюнкт; <sup>2</sup>В.И. Слюсар, д.т.н., профессор<sup>1</sup>ВИТИ НТУУ «КПИ», <sup>2</sup>ЦНИИ ВВТ ВС Украины

E-mail: swadim@inbox.ru

## МЕТОД УЧЕТА НЕЛИНЕЙНОЙ ЧАСТОТНОЙ МОДУЛЯЦИИ OFDM СИГНАЛОВ ПРИ СВЯЗИ С ГИПЕРЗВУКОВЫМИ АППАРАТАМИ

В процессе связи с высокоскоростными летательными аппаратами, в том числе беспилотными (БПЛА), при значительных угловых скоростях вращения линии визирования, связывающей приемник и передающий объекты, высокоточной демодуляции OFDM сигналов препятствует девиация частоты, обусловленная вращением линии визирования за время накопления сигналов при цифровом синтезе частотных фильтров. Поэтому при использовании OFDM сигналов в этом случае возникает необходимость учета не только доплеровских сдвигов их частоты, но и нелинейной частотной модуляции, обусловленной указанным эффектом.

В идеальном случае, для прецизионного оценивания амплитуд сигналов в таких условиях необходимо иметь информацию о текущей наклонной дальности до источника OFDM сигналов и его скорости. При этом удобно предположить, что движение БПЛА осуществляется равномерно, прямолинейно с горизонтальной ориентацией вектора скорости и совмещением его с вертикальной плоскостью, проходящей через условную линию «наземная станция – БПЛА». Искажение откликов частотных фильтров, синтезированных с помощью операции быстрого преобразования Фурье (БПФ), вынуждает отказаться при обработке принятых OFDM сигналов от применения БПФ. Например, при одноканальной схеме аналого-цифрового преобразования для оценивания квадратурных амплитудных составляющих  $a^c$ ,  $a^s$  одиночного гармонического пилот-сигнала на этапе вхождения в связь могут использоваться выражения:

$$a^c = \left[ \sum_{s=1}^S \sin^2 p_s D_1 - 0,5 \cdot \sum_{s=1}^S \sin 2p_s D_2 \right] \cdot \tilde{D}^{-1}, \quad D_1 = \sum_{s=1}^S U_s \cos p_s, \quad D_2 = \sum_{s=1}^S U_s \sin p_s,$$

$$a^s = \left[ -\sum_{s=1}^S \cos^2 p_s D_2 + 0,5 \sum_{s=1}^S \sin 2p_s D_2 \right] \cdot \tilde{D}^{-1}, \quad \tilde{D} = \left( \sum_{s=1}^S \cos^2 p_s \right) \sum_{s=1}^S \sin^2 p_s - 0,25 \left( \sum_{s=1}^S \sin 2p_s \right)^2,$$

$$p_s = \omega \Delta t (s-1) - 2\omega_0 R_s / c, \quad R_s = \sqrt{R_0^2 - 2VR_0(s-1)\Delta t \cos \varepsilon + V^2 \Delta t^2 (s-1)^2},$$

$R_0$  – значение наклонной дальности до БПЛА на момент начала накопления отсчетов пилот-сигнала,  $V$  – абсолютное значение вектора скорости БПЛА,  $\varepsilon$  – угол места БПЛА на момент начала накопления,  $\Delta t$  – период дискретизации АЦП,  $U_s$  – напряжение сигнала в  $s$ -м временном отсчете,  $s$  – его порядковый номер,  $\omega$  – частота заполнения пилот-сигнала на момент его аналого-цифрового преобразования,  $\omega_0$  – частота несущей пилот-сигнала,  $c$  – скорость света.

Аналогичным образом может быть проведена и демодуляция многочастотных OFDM сигналов с учетом девиаций частот их поднесущих в условиях длительного накопления отсчетов напряжений. Синтез и анализ потенциальных возможностей соответствующих процедур демодуляции является предметом дальнейших исследований.