

НАЦІОНАЛЬНЕ КОСМІЧНЕ АГЕНТСТВО УКРАЇНИ

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

XIII

МІЖНАРОДНА  
НАУКОВО-ПРАКТИЧНА КОНФЕРЕНЦІЯ

# ЛЮДИНА І КОСМОС

*Чтобы стать крыльями,  
нужно стремление к полёту*

*Ю.А. Гагарин*



Дніпропетровськ  
2011

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

---

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

# ЗБІРНИК ТЕЗ

XIII Міжнародна молодіжна  
науково-практична конференція

## «ЛЮДИНА І КОСМОС»

*Чтобы стать крылатым,  
нужно стремление к полёту*

Ю.А. Гагарин

13-15 квітня 2011 року

Дніпропетровськ  
2011

**ХІІІ Міжнародна молодіжна науково-практична конференція «Людина і Космос»:  
Збірник тез – Дніпропетровськ: 2011.**

Збірник містить тези доповідей студентів, аспірантів, молодих вчених та молодих спеціалістів, які представлені на ХІІІ 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. Байбуз О.Г.  
д.т.н., проф. Беляєв М.М.  
д.т.н., проф. Безручко К.В.  
д.т.н., проф. Габринцев В.О.  
д.т.н., проф. Дронь М.М.  
д.т.н., проф. Калініна Н.Є.  
д.т.н., проф. Манько Т.А.  
д.психол.н., проф. Носенко Е.Л.  
д.т.н., проф. Петренко О.М.  
д.т.н., проф. Перлик В.І.  
д.ф.-м.н., проф. Поляков М.В.  
д.т.н., проф. Пошивалов В.П.  
д.ф.-м.н., проф. Приходько О.А.  
д.е.н., проф. Сазонець І.Л.  
д.т.н., проф., Санін А.Ф.  
д.ф.-м.н., проф. Соколовський О.Й.  
д.т.н., проф. Січевий О.В.  
д.т.н., с.н.с. Сливинський В.І.

д.т.н., проф. Сокол Г.І.  
д.ф.-м.н., проф. Тимошенко В.І.  
д.б.н., проф. Травлєєв А.П.  
д.т.н., проф. Хорошилов В.С.  
д.х.н., проф. Чмиленко Ф.О.  
д.т.н., проф. Шептун Ю.Д.  
к.т.н, доц. Городничий В.В.  
к.т.н., доц. Лабуткіна Т.В.  
к.т.н., доц. Ліннік А.К.  
к.т.н., доц. Паслен В.В.  
к.ф.-м.н., доц. Сохач Ю.В.  
к.е.н., доц. Федорова В.А.  
к.т.н, доц. Шевцов В.Ю.  
к.т.н. Міліх М.М  
к.т.н. Фокін А.А.  
Демченко В.А.  
Желтов П.М.  
Мозговий Д.К.

**Верстка оригінал-макету:**

провідний спец. Саковський Л.І.

Відповідальність за рецензування опублікованих матеріалів несуть координатори наукових напрямків конференції

А.И. Жуков<sup>2</sup>, инженер;  
 В.И. Слюсар<sup>1</sup>, д.т.н., профессор; М.В. Бондаренко<sup>2</sup>, инженер  
<sup>1</sup>ЦНИИ ВВТ ВС Украины, <sup>2</sup>ООО «Пульсар»  
 E-mail: max7701@mail.ru

## ОЦЕНКА ДЖИТТЕРА АЦП В МНОГОКАНАЛЬНЫХ СИСТЕМАХ

В многоканальных радиотехнических системах с АЦП (например, цифровых антенных решетках) измерение джиттера можно выполнять независимо в каждом канале с помощью одной из известных измерительных процедур. В случае, если дисперсии аддитивного шума и джиттера в различных каналах АЦП системы можно считать одинаковыми по величине, может быть синтезирован алгоритм измерения джиттера, учитывающий эту особенность и использующий одновременно отсчеты всех каналов.

Рассмотрим систему из  $P$  каналов АЦП, на входы которой поступает гармонический сигнал известной частоты. Считая джиттер малым, представим сигнал на выходе АЦП  $p$ -го канала в виде разложения отсчетов в ряд Тейлора в окрестности моментов дискретизации с сохранением членов первого порядка малости:

$$u_{p,k} \approx A_p \sin(2\pi n m^{-1} k + \phi_p) + 2\pi f \tau_{p,k} A_p \cos(2\pi n m^{-1} k + \phi_p) + \eta_{p,k} \quad (1)$$

где  $A_p$  и  $\phi_p$  — амплитуда и начальная фаза сигнала в  $p$ -м канале (различны в каждом канале и неизвестны),  $f$  — частота входного сигнала,  $k$  — номер отсчета,  $\tau_{p,k}$  — отсчеты джиттера с дисперсией  $\sigma_\tau^2$ ,  $\eta_{p,k}$  — отсчеты аддитивного шума с дисперсией  $\sigma_\eta^2$ . Длина выборки  $N = mM$  ( $m > 2$ );  $n, m, M$  — натуральные числа.

Представим алгоритм оценки джиттера (дисперсии  $\sigma_\tau^2$ ) в виде двух этапов. На первом этапе в каждом канале оценивается амплитуда входного сигнала и его начальная фаза.

Оценка дисперсий джиттера и аддитивного шума получается на втором этапе минимизацией следующей целевой функции

$$F = \sum_{p=0}^{P-1} \sum_{k=0}^{m-1} \left( Q_{p,k} - \left( \hat{A}_p 2\pi f \cos(2\pi n m^{-1} k + \hat{\phi}_p) \right)^2 \sigma_\tau^2 - \sigma_\eta^2 \right)^2 = \min, \quad (2)$$

где  $Q_{p,k} = (M-1)^{-1} \sum_{i=0}^{M-1} \left( u_{p,mi+k} - M^{-1} \sum_{j=0}^{M-1} u_{p,mj+k} \right)^2$ ;  $\hat{A}_p$ ,  $\hat{\phi}_p$  — оценки амплитуды и начальной фазы входного сигнала в каждом канале АЦП, соответственно. Окончательно, оценки для  $\sigma_\tau^2$  и  $\sigma_\eta^2$  имеют вид:

$$\hat{\sigma}_\tau^2 = \frac{2PH_1 - H_3H_4}{\pi^2 f^2 m (PH_2 - 2H_3^2)}, \quad \hat{\sigma}_\eta^2 = \frac{H_2H_4 - 4H_1H_3}{m(PH_2 - 2H_3^2)}, \quad (3)$$

где  $H_1 = \sum_{p=0}^{P-1} \sum_{k=0}^{m-1} \hat{A}_p^2 Q_{p,k} \cos^2(2\pi n m^{-1} k + \hat{\phi}_p)$ ,  $H_2 = \sum_{p=0}^{P-1} \hat{A}_p^4 (3 + \delta_{m,4} \cos(4\hat{\phi}_p))$ ,

$H_3 = \sum_{p=0}^{P-1} \hat{A}_p^2$ ,  $H_4 = \sum_{p=0}^{P-1} \sum_{k=0}^{m-1} Q_{p,k}$ ,  $\delta_{m,4}$  — дельта-символ Кронекера.

Работоспособность алгоритма проверялась численным моделированием.