

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**  
**4-го Международного радиоэлектронного форума**  
**«Прикладная радиоэлектроника.**  
**Состояние и перспективы развития»**  
**(МРФ'2011)**

**В трех томах**

**PROCEEDINGS**  
**of 4<sup>nd</sup> International Radio Electronic Forum**  
**(IREF'2011)**

**In three volumes**

**Том I**

**КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ  
СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**

**Часть 1**

**Volume I**

**CONFERENCE**

**«INTEGRATED INFORMATION RADIO ELECTRONIC SYSTEMS  
AND TECHNOLOGIES»**

**Part 1**

**18–21 октября 2011 г.**

**Харьков, Украина**

**October 18–21, 2011**

**Kharkov, Ukraine**

**Харьков  
2011**

4-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ-2011. Сборник научных трудов: материалы форума в 3-х томах. Том. I. Конференция «Интегрированные информационные радиоэлектронные системы и технологии». Ч. 1. – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ, 2011. – 404 с.

В сборник включены научные доклады участников конференции «Интегрированные информационные радиоэлектронные системы и технологии» (ИИРЭСТ) 4-го Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ-2011.

Издание подготовлено инновационно-маркетинговым отделом  
Харьковского национального университета радиоэлектроники  
и редакцией журнала «Прикладная радиоэлектроника»

61166, Украина, Харьков, просп. Ленина, 14.

Тел.: (057) 7021-397, 7021-515, 7021-735

Факс: (057) 7021-113

E-mail: [innov@kture.kharkov.ua](mailto:innov@kture.kharkov.ua)

[akad@kture.kharkov.ua](mailto:akad@kture.kharkov.ua)

© Академия наук прикладной  
радиоэлектроники,  
2011

© Харьковский национальный  
университет радиоэлектроники,  
2011

# КОМПЛЕКСНО-СОПРЯЖЕННАЯ КОМПОНЕНТА СИГНАЛА ПРИ НЕИДЕНТИЧНОСТИ ДЖИТТЕРА АЦП В КВАДРАТУРНЫХ КАНАЛАХ ФАЗОВОГО ДЕТЕКТОРА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ СТРОБИРОВАНИЕМ

Бондаренко М.В.<sup>1</sup>, Копиевская В.С.<sup>2</sup>, Слюсар В.И.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ООО «Пульсар»,

49044, г. Днепропетровск, ул. Рогалева, 9

<sup>2</sup>Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники Вооруженных Сил Украины

03040, г. Киев, Воздухофлотский проспект, 28

e-mail: swadim@inbox.ru

The given work is devoted to the research of influence of nonidentical ADC jitter at I/Q demodulator. A method of estimation of signal's conjugate components for case of nonidentical ADC jitter at I/Q demodulator is synthesized. The results of computational modeling are given.

Традиционный для радиотехнических приложений квадратурный вариант построения приемных каналов с аналого-цифровым преобразованием косинусной и синусной составляющих сигнальной смеси, как известно, нуждается в высокой идентичности характеристик передачи квадратурных аналоговых трактов. В противном случае вследствие различий в комплексных коэффициентах передачи квадратурных подканалов возникают комплексно-сопряженные компоненты (КСК) сигнальных откликов, эффект от воздействия которых аналогичен влиянию активных помех.

Вместе с тем, наряду с выдвиганием требований к идентичности указанных детерминированных характеристик приемных трактов следует обращать внимание и на их статистические параметры, формулируя требования, например, к идентичности дисперсий джиттера АЦП квадратурных подканалов. Поскольку ранее в литературе не уделялось внимания исследованию влияния неидентичности величины джиттера на уровень КСК сигнального отклика по выходу цифровых фазовых детекторов (демодуляторов), целью доклада является рассмотрение теории данного вопроса с выводом соотношений для оценки уровня КСК.

Пусть на входах квадратурного аналого-цифрового преобразователя (АЦП) присутствует комплексный гармонический сигнал

$$u(t) = A \cos(\omega t + \phi) + jA \sin(\omega t + \phi). \quad (1)$$

Предположим, что сигнал (1) дискретизируется АЦП с джиттером. Запишем результат дискретизации в виде:

$$u_n = A \cos(\omega n(T + \tau_{C,n}) + \phi) + \eta_{C,n} + jA \sin(\omega n(T + \tau_{K,n}) + \phi) + j\eta_{K,n}, \quad (2)$$

где  $\tau_{C,n}$  и  $\tau_{K,n}$  - отсчеты джиттера в синфазном и квадратурном каналах, соответственно;  $\eta_{C,n}$ ,  $\eta_{K,n}$  - отсчеты аддитивного шума в синфазном и квадратурном каналах;  $T$  - период дискретизации АЦП;  $j = \sqrt{-1}$ .

Опишем результат работы цифрового фазового детектора с дополнительным стробированием [1] следующим образом:

$$U_m = \sum_{k=0}^{N-1} u_{k+mN} \exp(-j\omega_0 T(k + Nm)), \quad (3)$$

где  $\omega_0$  - частота опорного сигнала на выходе цифрового гетеродина.

Рассмотрим математическое ожидание величины  $U_m$

$$E\{U_m\} = \sum_{k=0}^{N-1} E\{u_{k+mN}\} \exp(-j\omega_0 T(k + Nm)). \quad (4)$$

Учитывая выражение, полученное в [2]:

$$E\{A \sin(\omega n(T + \tau) + \phi)\} = A \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_\tau^2) \sin(\omega T n + \phi), \quad (5)$$

и предполагая, что дисперсии величин  $\tau_{C,n}$  и  $\tau_{K,n}$  равны, соответственно,  $\sigma_{C,\tau}^2$  и  $\sigma_{K,\tau}^2$ , а средние значения  $\tau_{C,n}$ ,  $\tau_{K,n}$  и отсчетов аддитивного шума равны нулю, перепишем выражение (4) в следующем виде:

$$E\{U_m\} = \sum_{k=0}^{N-1} \left( A \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{C,\tau}^2) \cos(\omega T(k + Nm) + \phi) + jA \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{K,\tau}^2) \sin(\omega T(k + Nm) + \phi) \right) \exp(-j\omega_0 T(k + Nm)). \quad (6)$$

Раскрывая скобки, преобразуем (6) к виду:

$$\begin{aligned} E\{U_m\} &= A \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{C,\tau}^2) \sum_{k=0}^{N-1} \cos(\omega T(k + Nm) + \phi) \cos(\omega_0 T(k + Nm)) + \\ &+ A \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{K,\tau}^2) \sum_{k=0}^{N-1} \sin(\omega T(k + Nm) + \phi) \sin(\omega_0 T(k + Nm)) - \\ &+ jA \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{K,\tau}^2) \sum_{k=0}^{N-1} \sin(\omega T(k + Nm) + \phi) \cos(\omega_0 T(k + Nm)) - \\ &- jA \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{C,\tau}^2) \sum_{k=0}^{N-1} \cos(\omega T(k + Nm) + \phi) \sin(\omega_0 T(k + Nm)). \end{aligned} \quad (7)$$

Используя известные тригонометрические тождества [3], преобразуем (7) следующим образом:

$$\begin{aligned} E\{U_m\} &= \frac{A}{2} \left( \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{C,\tau}^2) + \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{K,\tau}^2) \right) \sum_{k=0}^{N-1} \cos((\omega - \omega_0) T(k + Nm) + \phi) + \\ &+ \frac{A}{2} \left( \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{C,\tau}^2) - \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{K,\tau}^2) \right) \sum_{k=0}^{N-1} \cos((\omega + \omega_0) T(k + Nm) + \phi) + \\ &+ j \frac{A}{2} \left( -\exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{C,\tau}^2) + \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{K,\tau}^2) \right) \sum_{k=0}^{N-1} \sin((\omega + \omega_0) T(k + Nm) + \phi) \\ &+ j \frac{A}{2} \left( \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{K,\tau}^2) + \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{C,\tau}^2) \right) \sum_{k=0}^{N-1} \sin((\omega - \omega_0) T(k + Nm) + \phi). \end{aligned} \quad (8)$$

Для сокращения записи введем обозначения

$$B(1 + \alpha) = \frac{A}{2} \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{C,\tau}^2); \quad B = \frac{A}{2} \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{K,\tau}^2). \quad (9)$$

Окончательно перепишем (8) как

$$\begin{aligned} E\{U_m\} &= B(2 + \alpha) \sum_{k=0}^{N-1} \cos((\omega - \omega_0) T(k + Nm) + \phi) + B\alpha \sum_{k=0}^{N-1} \cos((\omega + \omega_0) T(k + Nm) + \phi) - \\ &- jB\alpha \sum_{k=0}^{N-1} \sin((\omega + \omega_0) T(k + Nm) + \phi) + jB(2 + \alpha) \sum_{k=0}^{N-1} \sin((\omega - \omega_0) T(k + Nm) + \phi) = \quad . \quad (10) \\ &= B(2 + \alpha) \sum_{k=0}^{N-1} \exp(j(\omega - \omega_0) T(k + Nm) + \phi) + B\alpha \sum_{k=0}^{N-1} \exp(-j(\omega + \omega_0) T(k + Nm) + \phi) \end{aligned}$$

Используя формулы [4, п.1.341, пп.1 и 3] для сумм экспонент, преобразуем выражение (10):

$$E\{U_m\} = B(2 + \alpha) \frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega - \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega - \omega_0)\right)} \exp\left(j \frac{(\omega - \omega_0)T}{2} (2Nm + N - 1) + \phi\right) +$$

$$+B\alpha \frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega + \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega + \omega_0)\right)} \exp\left(-j\frac{(\omega + \omega_0)T}{2}(2Nm + N - 1) + \phi\right). \quad (11)$$

Здесь первое слагаемое соответствует основной составляющей сигнала, а второе – комплексно-сопряженной. Из (11) получаем отношение амплитуд основной и комплексно-сопряженной составляющих при неидентичных дисперсиях джиттера в квадратурных каналах АЦП:

$$S = \frac{B(2 + \alpha) \frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega - \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega - \omega_0)\right)}}{B\alpha \frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega + \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega + \omega_0)\right)}} = \frac{(2 + \alpha) \frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega - \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega - \omega_0)\right)}}{\alpha \frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega + \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega + \omega_0)\right)}}, \quad (12)$$

$$\text{где } 1 + \alpha = \frac{\frac{A}{2} \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{c,\tau}^2)}{\frac{A}{2} \exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{k,\tau}^2)}; \quad \alpha = \frac{\exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{c,\tau}^2)}{\exp(-2^{-1} \omega^2 \sigma_{k,\tau}^2)} - 1.$$

При одинаковых дисперсиях джиттера в квадратурах  $\sigma_{c,\tau}^2 = \sigma_{k,\tau}^2$ , и  $\alpha=0$ . В результате отношение  $S$  в (12) будет стремиться к бесконечности, что соответствует нулевому значению КСК. Если рассматривать в качестве показателя неидентичности джиттера в квадратурах величину  $\alpha$ , то при условии  $\sigma_{c,\tau}^2 + \sigma_{k,\tau}^2 = \text{const}$  бесконечное увеличение  $\alpha$  позволяет получить предел выражения для  $S$ , который при фиксированной частоте сигнала определяется значением:

$$\lim_{\alpha \rightarrow \infty} S = \lim_{\alpha \rightarrow \infty} \left( \frac{\frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega - \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega - \omega_0)\right)}}{\frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega + \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega + \omega_0)\right)}} + \frac{\alpha \frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega - \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega - \omega_0)\right)}}{\alpha \frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega + \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega + \omega_0)\right)}} \right) = \frac{\frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega - \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega - \omega_0)\right)}}{\frac{\sin\left(\frac{NT}{2}(\omega + \omega_0)\right)}{\sin\left(\frac{T}{2}(\omega + \omega_0)\right)}}. \quad (13)$$

Для оценки степени влияния неидентичности джиттера в квадратурных каналах АЦП на величину отношения  $S$  был проведен расчет соотношения (12) в пакете Mathcad для различных исходных данных при изменении частоты входного сигнала в пределах основного «лепестка» амплитудно-частотной характеристики (АЧХ) цифрового фазового детектора с дополнительным стробированием. Пример результатов расчета представлен в логарифмическом масштабе на рис. 1. По горизонтальной оси отложено смещение входного сигнала (амплитудой 10 квантов АЦП) по частоте относительно центральной частоты цифрового фазового детектора, равной 100 МГц, с дискретом в 1/250 ширины основного «лепестка» АЧХ. По вертикальной оси представлено расчетное значение величины  $S$  (12). Частота дискретизации задана равной 400 МГц (соответствует ¼ периода центральной частоты фазового детектора, то есть 2,5 нс). В процессе расчетов фиксировалась сумма дисперсий  $\sigma_{c,\tau}^2 + \sigma_{k,\tau}^2$ . В результате достаточно было варьировать величиной дисперсии джиттера лишь в одной из квадратурных составляющих сигнала, тогда как значе-

ние для дисперсии в другой квадратуре рассчитывалось по теореме Пифагора. Рис. 1 соответствует случаю  $\sigma_{C,\tau}^2 + \sigma_{K,\tau}^2 = 1 \times 10^{-24}$  с. Сплошная линия на рис. 1 получена при условии СКО джиттера  $\sigma_{C,\tau} = 0,01$  пс и  $\sigma_{K,\tau} = \sqrt{1 - 0,01^2} \approx 0,99995$  пс (неидентичность СКО джиттера в квадратурах составляет примерно 99,995 раз), а штриховая линия -  $\sigma_{C,\tau} = 0,707$  пс и  $\sigma_{K,\tau} = \sqrt{1 - 0,707^2} \approx 0,70721$  пс (дисперсия джиттера в квадратурах близка к равенству, неидентичность СКО равна примерно 1,000302 раза). Как видно, значение S уменьшается с увеличением неидентичности джиттера в квадратурах АЦП, однако это снижение ограничивается по уровню пределом (13).

Таким образом, используя полученное выражение (12), можно сформулировать требования к относительной величине неидентичностей  $\alpha$  дисперсий джиттера квадратурных АЦП, задавшись допустимым уровнем величины КСК на выходе цифрового фазового детектора в полосе частот.

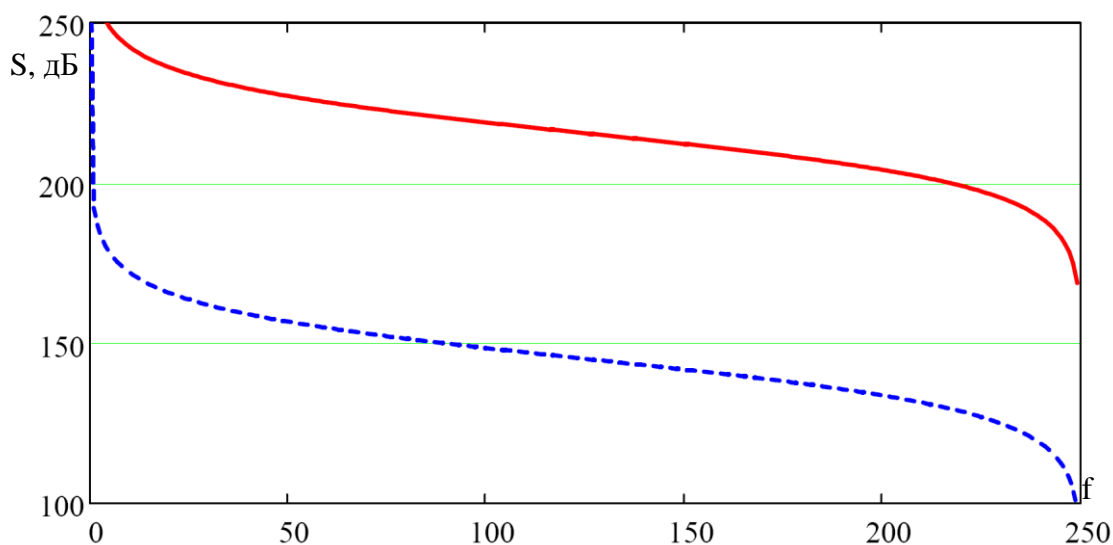


Рис. 1.

#### Литература.

1. Слюсар В.И. Синтез алгоритмов измерения дальности M источников при дополнительном стробировании отсчетов АЦП.// Известия вузов. Сер. Радиоэлектроника.- 1996. - Том 39, № 5. - С. 55 - 62.
2. T. M. Souders, D. R. Flach, and C. Hagwood, G. Yang. The Effects of Timing Jitter in Sampling Systems. // IEEE Trans. on Instrumentation and Measurement. Vol. 39. No. 1. February 1990, pp.80 - 85.
3. Бронштейн И.Н., Семендяев К.А. Справочник по математике и учащихся вузов. - 13-е изд. - М.: Наука. - Гл. ред. физ.-мат. лит., 1986. - 544 с.
4. Градштейн И.С., Рыжик И.М. Таблицы интегралов, сумм, рядов и произведений. - 4-е изд. - М.: Государственное издательство физико-математической литературы, 1963. — 1100 с.

## АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ ДОКЛАДОВ

Castro D.E. ....	76	Дохов А.И. ....	56, 86
Espadas V.E. ....	76	Дудкин С.А. ....	26
Laurukevich U. ....	7		
Lukin K.A. ....	41	<b>Е</b>	
Pushkov A. ....	7	Евсеев Д.Б. ....	160
Shkvarko Y.V. ....	76	Ермак Г.П. ....	287
Vovshin B. ....	7		
Vylegzhanin I. ....	7	<b>Ж</b>	
		Жила С.С. ....	237
<b>А</b>		Жилин Е.И. ....	299, 301
Алферов Н.Е. ....	244	Журавлёв М.Н. ....	203
Аль-Самарай Ш.Ф.А. ....	366		
Артох А. В. ....	315	<b>З</b>	
Атаманский Д.В. ....	13	Заболотный С.В. ....	164
Атрошенко Л.М. ....	391	Зайченко А.Н. ....	248, 359
Ашихмин А.В. ....	51	Залевский Г.С. ....	125
		Зарицкий В.И. ....	86, 140, 172, 392
<b>Б</b>		Зарудный А.А. ....	318, 321
Бабаков М.Ф. ....	140, 172	Зеленский А.А. ....	387
Бабкин С.И. ....	241	Земляченко А.Н. ....	387
Багдасарян С.Т. ....	195	Зинин В.П. ....	203
Балан М.Г. ....	90	Зуйков В.А. ....	90
Баранчиков Д.А. ....	352		
Барингольц Т.В. ....	109	<b>И</b>	
Басецкий В.Л. ....	318, 321	Ильин М.А. ....	371, 374
Безрук В.М. ....	82		
Белов Е.Н. ....	82	<b>К</b>	
Бзот В.Б. ....	184	Кальной С.Е. ....	301, 304
Благодарный В.Г. ....	36	Каложный Н.М. ....	56
Блишун А.П. ....	323	Калотчик В.С. ....	168
Богословский А.В. ....	325	Канцедал В.М. ....	132
Болховская О.В. ....	129	Карачевцев А.М.	
Бондаренко И.С. ....	281	Карлов Д.В. ....	192
Бондаренко М.В. ....	355	Карпова Л.В. ....	261
Бречка М.М. ....	125	Карташов В.М. ....	241, 258
Брюховецкий А.Б. ....	188	Катюшин Е.А. ....	392
Буйлов Е.Н. ....	199	Килимник О.М. ....	234
Букин А.В. ....	281	Климішен О.О. ....	192
Бурдаков С.Н. ....	359	Кобзев А.В. ....	184
Бутрым Т.В. ....	299	Коваль В.В. ....	211
Буян М.И. ....	172	Кожухов А.М. ....	188
		Козарь А.И. ....	331
<b>В</b>		Козьмин В.А. ....	51
Варавин А.В. ....	287	Копиевская В.С. ....	355
Василец В.А. ....	125	Коротеев Д.Е. ....	114
Васильев А.С. ....	287	Коротков В.В. ....	301, 304
Васильев В.А. ....	195	Корытцев И.В. ....	371
Верещак А.П. ....	248	Костяшкин С.И. ....	391
Власенко В.П. ....	188	Кравченко В.Ф. ....	61
Войтович О.А. ....	82	Кравченко О.В. ....	61
Волосюк В.К. ....	61, 237	Красногорский М.Г. ....	391
Воронцов М.Н. ....	230	Кривенко С.С. ....	387
		Кривов'яз А.Т. ....	26
<b>Г</b>		Кривоносов Н.Г. ....	203
Гавриш А.С. ....	211	Крылов Б.Н. ....	20
Галкин С.А. ....	56	Крючков И.В. ....	114
Гарячий Д.А. ....	160	Кузнецов И.Е. ....	98
Гимпилевич Ю.Б. ....	362	Кукуш В. Д. ....	101
Голубцов М.Е. ....	114, 327	Куликов А.Л. ....	348
Гомозов А.В. ....	366	Куля Д.Н. ....	241
Горельников С.А. ....	306	Купко В.С. ....	391
Горобец Н.Н. ....	391		
Горшков С.А. ....	207, 265, 269	<b>Л</b>	
Готовчиц И.В. ....	20	Лега Ю.Г. ....	211
Грецких Д.В. ....	366	Леховицкий Д.И. ....	13, 86
Гузь В.И. ....	109	Липатов В.П. ....	109
Гуцев Р.А. ....	168	Литвинов А.И. ....	376
		Литвин-Попович А.И. ....	160
<b>Д</b>		Логвинов Ю. Ф. ....	222, 226, 383
Данилин А.Б. ....	248, 359	Лукин В.В. ....	387
Диков Е.Н. ....	188	Лукин К.А. ....	132
Донец И.В. ....	180	Лукьянчук А.Г. ....	362
Дорошенко В.А. ....	315, 323	Луценко В.И. ....	140, 172

Луценко И. В. ....	140, 172
Лю Чан .....	105
Любич И.В. ....	311
Любчик В.Р. ....	234

**М**

Макаров А.Л. ....	248, 359
Максимов Н.И. ....	20
Малюков В.М. ....	391
Мартыничук А.А. ....	290
Марюх В.А. ....	244
Матюшенко А.Н. ....	277
Мельков С.М. ....	311
Миколушко А.М. ....	94
Михайлюк Ю.П. ....	297
Могила А.А. ....	176
Монаков А.А. ....	256
Мочалин Е.В. ....	306
Мурга В.В. ....	306, 311

**Н**

Нахмансон Г.С. ....	252
Начаров Д. В. ....	297
Нетребенко К.А. ....	82
Нефедов С.И. ....	114, 117, 120
Николаев А.И. ....	69
Николаев И.М. ....	56
Носова А.Д. ....	219

**О**

Обытоцкий Д.А. ....	109
Олейников А. Н. ....	101
Олейников В.Н. ....	160
Оргиш П.И. ....	269, 335
Остапова А.М. ....	192

**П**

Павликов В.В. ....	61, 237
Павлова О.Л. ....	380
Панфилов А.В. ....	129
Панченко А.Ю. ....	105, 244
Парахневич А.В. ....	207
Пархоменко Н.Г. ....	180
Пашенко С.В. ....	241
Педенко Ю.А. ....	215, 226
Перунов Ю.М. ....	30
Петров В.А. ....	380
Петрухин А.А. ....	348
Певцов Г.В. ....	192
Пичугин М.Ф. ....	219
Пономаренко Н.Н. ....	387
Попов И.В. ....	287

**Р**

Разиньков С.Н. ....	136, 325
Разсказовский В. Б. ....	90, 222, 226, 383
Рачков Д.С. ....	13, 86, 150, 154, 392
Резниченко Н.Г. ....	90
Рембовский А.М. ....	51
Родионов В.В. ....	144
Руднев Г.А. ....	82
Русов Ю.С. ....	327
Рябуха В.П. ....	154

**С**

Саваневич В.Е. ....	188
Салыпа С.В. ....	164
Самоковит В.И. ....	339
Свечников А.С. ....	348
Седьшев С.Ю. ....	168, 230
Седьшев Ю.Н. ....	339

Семеняка А.В. ....	13, 86, 154, 150, 392
Сидоров Г.И. ....	371
Слипченко Н.И. ....	105
Слободянюк П.В. ....	36
Слукин Г.П. ....	114
Слюсар В.И. ....	355
Слюсарь Н.М. ....	47
Смертенко Е.В. ....	109
Соболенко С.А. ....	219
Солонар А.С. ....	207
Сорокин В.А. ....	203
Сорох Н.О. ....	352
Сосильников В.В. ....	203
Стрелков А.И. ....	299, 301, 304
Стрелкова Т.А. ....	299, 304
Сугак А.В. ....	281
Сугак В.Г. ....	281
Супрун А.А. ....	258
Сухаревский О.И. ....	125
Сытник О.В. ....	258

**Т**

Терехов С.О. ....	26
Тихонов В.А. ....	82
Тишуков А.В. ....	285
Ткачѳв В.Н. ....	188
Ткачѳв Г.Н. ....	20
Торгонский В.В. ....	109
Трофименко Ю.В. ....	192
Тютюнник В.А. ....	339

**Ф**

Филоненко В. В. ....	277
----------------------	-----

**Х**

Хачатуров В.Р. ....	195
Хлопов Г.И. ....	82
Хоменко С.И. ....	82

**Ч**

Чень Бой ....	140
Чепинога А.В. ....	164
Чуриков Д.В. ....	61

**Ш**

Шандренко Р.В. ....	352
Шевченко А.Ф. ....	339
Шевченко В.Н. ....	180
Шинкарук О.М. ....	234, 261
Ширман Я.Д. ....	69
Широков И.Б. ....	362
Шокало В.М. ....	366
Штрунова Е.С. ....	158
Шустиков В.Ю. ....	114

**Щ**

Щелкалин В.Н. ....	273
--------------------	-----

**Э**

Эссельбах Р.В. ....	311
---------------------	-----

**Ю**

Юдин С.В. ....	160
----------------	-----

**Я**

Яновский Ф.И. ....	94
Ярыгин А.П. ....	285
Яценко Е.А. ....	344
Яценко Н.М. ....	344
Яцуценко А.Я. ....	192



Яценко Е.А., Яценко Н.М. ВОЗБУЖДЕНИЕ ТОКА В СИСТЕМЕ ВЗАИМНО ПЕРПЕНДИКУЛЯРНЫХ ВИБРАТОРОВ В АНИЗОТРОПНОЙ СРЕДЕ .....	344
Куликов А.Л., Свечников А.С., Петрухин А.А. РАДИОЛОКАЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ В ЗАДАЧАХ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ.....	348
Баранчиков Д.А., Шандренко Р.В., Сорох Н.О. СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СТЕНДА ДЛЯ ОЦИФРОВКИ ДАННЫХ С ФОТОПЛЕНКИ .....	352
Бондаренко М.В., Копиевская В.С., Слюсар В.И. КОМПЛЕКСНО-СОПРЯЖЕННАЯ КОМПОНЕНТА СИГНАЛА ПРИ НЕИДЕНТИЧНОСТИ ДЖИТТЕРА АЦП В КВАДРАТУРНЫХ КАНАЛАХ ФАЗОВОГО ДЕТЕКТОРА С ДОПОЛНИТЕЛЬНЫМ СТРОБИРОВАНИЕМ .....	355
Бурдаков С.Н., Данилин А.Б., Зайченко А.Н., Макаров А.Л. РАДИОСИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИМИ АППАРАТАМИ УКРАИНЫ.....	359
Гимпилевич Ю.Б., Лукьянчук А.Г., Широков И.Б. МЕТОД СИНТЕЗА АКТИВНОГО ФИЛЬТРА ВТОРОГО ПОРЯДКА .....	362
Гомозов А.В., Шокало В.М., Грецких Д.В., Аль-Самарай Ш.Ф.А. ВОЗМОЖНОСТЬ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ БЕСПРОВОДНОЙ ПЕРЕДАЧИ ЭНЕРГИИ К ТРУДНОДОСТУПНЫМ ОБЪЕКТАМ НА МНОГОПОЗИЦИОННОЙ СИСТЕМЕ С ФОКУСИРОВКОЙ ИЗЛУЧЕНИЯ И РЕКТЕНЕ .....	366
Ильин М.А., Корытцев И.В., Сидоров Г.И. УНИВЕРСАЛЬНЫЙ МУЛЬТИМЕДИЙНЫЙ СТРЕЛКОВЫЙ ТРЕНАЖЕР .....	371
Ильин М.А. ВЫЧИСЛЕНИЕ КООРДИНАТ ИНФРАКРАСНЫХ ВСПЫШЕК НА ФОНЕ СВЕТОВЫХ ЗАСВЕТОК .....	374
Литвинов А.И. РАЗРАБОТКА И ИССЛЕДОВАНИЕ УСТРОЙСТВА ФОРМИРОВАНИЯ ВРЕМЕННОЙ ОТМЕТКИ В ПРИЕМНОМ ТРАКТЕ ЛАЗЕРНЫХ ЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ .....	376
Павлова О.Л., Петров В.А. КОРРЕЛЯЦИОННЫЕ СВОЙСТВА СИГНАЛОВ ЗА РАДИОГОРИЗОНТОМ В ОБЛАСТИ ДИФРАКЦИИ .....	380
Разсказовский В. Б., Логвинов Ю. Ф. МОДЕЛЬ ПОЛЯ МИЛЛИМЕТРОВЫХ И САНТИМЕТРОВЫХ РАДИОВОЛН НАД МОРСКОЙ ПОВЕРХНОСТЬЮ ПРИ СИЛЬНЫХ ЗАТЕНЕНИЯХ.....	383
Зеленский А.А., Земляченко А.Н., Кривенко С.С., Лукин В.В., Пономаренко Н.Н. СЖАТИЕ ИЗОБРАЖЕНИЙ С ПОТЕРЯМИ БЕЗ ВИЗУАЛЬНО ЗАМЕТНЫХ ИСКАЖЕНИЙ: ПРИМЕНЕНИЯ, ПРОГРЕСС, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ .....	387
Атрошенко Л.М., Горобец Н.Н., Костяшкин С.И., Красногорский М.Г., Купко В.С., Малюков В.М. СОСТАВ СРЕДСТВ КАЛИБРОВКИ И ВАЛИДАЦИИ РСА КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ ПОДСПУТНИКОВОГО ПОЛИГОНА «СКРИПАЛ».....	391
Катюшин Е.А., Рачков Д.С., Семеняка А.В., Зарицкий В.И. ОПТИМИЗАЦИЯ МЕТОДИКИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ГАУССОВЫХ СЛУЧАЙНЫХ ПРОЦЕССОВ АВТОРЕГРЕССИИ .....	392
АЛФАВИТНЫЙ СПИСОК АВТОРОВ ДОКЛАДОВ .....	396

**СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ**  
4-го Международного радиоэлектронного форума  
«Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития»  
(МРФ'2011)

**Том I**  
**МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ**  
**«ИНТЕГРИРОВАННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫЕ**  
**СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»**  
**Часть 1**

**Ответственные за выпуск**

Рябуха В.П.  
Булавина Е.С.

Материалы сборника публикуются в авторском варианте  
без редактирования

Подписано к печати 30.09.2011. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная.  
Усл. печ. л. 46,97. Тираж 225 экз. Цена договорная. Зак. № 2-801.

61166 Украина, Харьков, просп. Ленина, 14

---

Отпечатано в учебно-научном издательско-полиграфическом центре ХНУРЭ  
61166 Украина, Харьков, просп. Ленина, 14