

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

4th International Radio Electronic Forum
(IREF'2011)
PROCEEDINGS

Том II
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»
(МКТСТ'2011)

Volume II
INTERNATIONAL CONFERENCE
«TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND TECHNOLOGIES »
(ICTST'2011)

18-21 октября 2011г.

Харьков, Украина

October 18-21, 2011

Kharkov, Ukraine

Харьков
2011

УДК 621.37/.39

4-й Международный радиоэлектронный форум «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития» МРФ-2011. Сборник научных трудов. Том II. Международная конференция «Телекоммуникационные системы и технологии». – Харьков: АНПРЭ, ХНУРЭ. 2011. – 448 с.

В сборник включены научные доклады участников Международной конференции «Телекоммуникационные системы и технологии» (МКТСТ) 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 «Проблемы телекоммуникаций»
<http://pt.journal.kh.ua>

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

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

Факс: (057) 7021-113

E-mail: innov@kture.kharkov.ua

akad@kture.kharkov.ua

- © Академия наук прикладной радиоэлектроники, 2011
- © Харьковский национальный университет радиоэлектроники, 2011

МЕТОД КОРРЕКЦИИ КВАДРАТУРНОГО РОЗБАЛАНСА

Цыбулев Р.А., Слюсар В.И.

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 new method of correction of I/Q unbalance of receivers. This new method use a I/Q demodulators for each quadrature channels. The results of computational modeling are given.

Рассмотренный в [1] метод совместной коррекции квадратурных и межканальных неидентичностей характеристик приемных каналов цифровой антенной решетки (ЦАР) предполагает предварительный расчет корректирующих коэффициентов по контрольно-гармоническому сигналу в соответствии с выражением:

$$p1_r = z_r - p_r \cdot t_r, \quad q1_r = q_r \cdot t_r, \quad p2_r = q_r \cdot z_r, \quad q2_r = p_r \cdot z_r + t_r, \quad (1)$$

где q_r, p_r - коэффициенты коррекции квадратурного розбаланса [2], z_r, t_r - коэффициенты коррекции межканальных неидентичностей приемных модулей ЦАР [3].

Собственно процедура коррекции заключается в весовом взвешивании отсчетов АЦП по выходам квадратурных каналов с помощью коэффициентов (1). При этом результат совместной коррекции указанных неидентичностей имеет вид:

$$C_r = (A1_r \cdot p1_r + B2_r \cdot p2_r) - (B1_r \cdot q1_r - A2_r \cdot q2_r), \\ S_r = (B1_r \cdot p2_r - A2_r \cdot p1_r) + (A1_r \cdot q2_r + B2_r \cdot q1_r), \quad (2)$$

где $A1_r, B1_r, A2_r, B2_r$ - напряжения двух соседних во времени отсчетов (с четными и нечетными номерами следования) по выходам АЦП квадратурных аналоговых каналов g -го приемника ЦАР; C_r, S_r - квадратурные составляющие откорректированных напряжений сигналов.

Недостатком метода является использование при формировании откорректированных квадратурных напряжений сигналов C_r, S_r в (2) соседних во времени отсчетов (с четными и нечетными номерами следования) в качестве квадратурных составляющих напряжений сигнальных отсчетов отдельно взятого квадратурного подканала (см. $A1_r, B1_r, A2_r, B2_r$). Такое допущение справедливо только для частоты сигнала f_0 , удовлетворяющей условию:

$$f_0 = \frac{4}{(2k-1)} f_d, \quad (3)$$

f_d - частота дискретизации АЦП, $k=1; 2; \dots$

В случае доплеровских сдвигов частоты, использования широкополосных сигналов, а также воздействия активных шумовых помех условие (3) невыполнимо, вследствие чего коррекция квадратурного розбаланса выполняется с погрешностью.

Для расширения полосы частот, в которой коррекция квадратурного розбаланса выполнялась бы с допустимой погрешностью, в докладе предлагается новый метод, основанный на выполнении процедуры I/Q-демодуляции сигнальных отсчетов в режиме «скользящего окна» в каждом квадратурном подканале. Структурная схема устройства, реализующего предложенный метод коррекции, представлена на рис.1. Указанная последовательность операций над сигналами может быть выполнена на основе программируемой логической интегральной схемы (ПЛИС), например, типа FPGA фирмы Xilinx. Такой вариант обработки позволяет формировать квадратурные составляющие сигналов $A1_r, B1_r$ и $A2_r, B2_r$ в широкой полосе частот, ограниченной лишь размерностью демодулятора. В качестве алгоритма I/Q-демодуляции рекомендуется использовать его вариант, изложенный в [4] для 8-отсчетного «скользящего окна», либо обобщение [4] на случай демодуляторов большой размерности, представленное в [5].

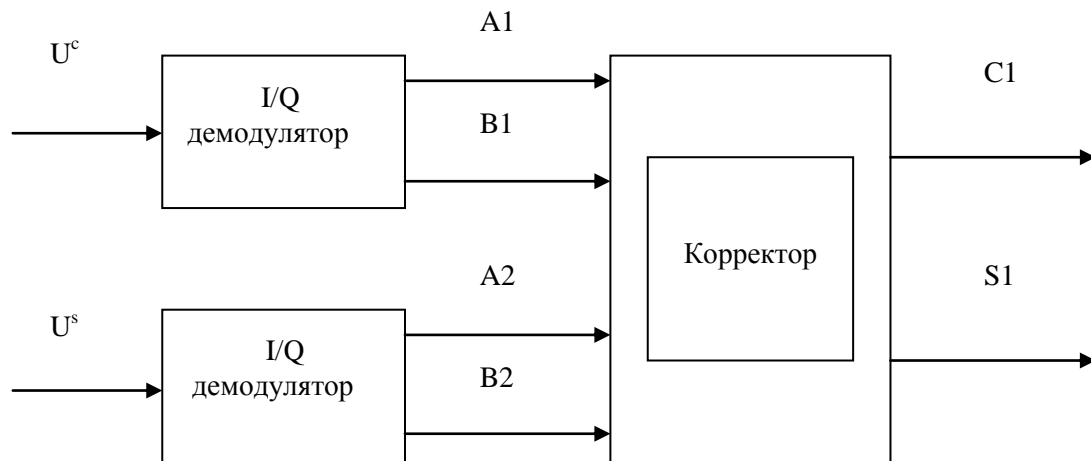


Рис. 1. Квадратурная коррекция отсчетов АЦП

Литература:

1. Слюсар В.И., Цыбулев Р.А. Метод интегрированной коррекции межканальных и квадратурных неидентичностей приемных каналов антенной решетки ММО.// VII міжнародна науково-технічна конференція студентства і молоді „Світ інформації та телекомунікацій – 2010” (15- 16 квітня 2010 р.). – Київ: ДУІКТ. - С. 52 – 53. – www.slyusar.kiev.ua/DUIKT_kniga_buklet3.pdf.
2. Патент України на корисну модель № 33257. МПК7 G 01 S7/36, H 03 D13/00. Спосіб корекції квадратурного розбалансу з використанням додаткового стробування відліків аналого-цифрового перетворювача. // Слюсар В.І., Масесов М.О., Солощев О.М. - Заявка на видачу патенту України на корисну модель № u200802467 від 26.02.2008. - Патент опубліковано 10.06.2008, бюл. № 11.
3. Слюсар В.И., Покровский В.И., Сахно В.Ф. Патент РФ № 2103768, H01Q3/36, G01R29/10. Способ коррекции амплитудно-фазовых характеристик первичных каналов плоской цифровой антенной решетки. - 1992. - Опубл. 27.01.98, бюл. № 3.
4. Jan-Erik Eklund and Ragnar Arvidsson. A Multiple Sampling, Single A/D Conversion Technique for Demodulation in CMOS.// IEEE Journal of Solid-State Circuits, Vol. 31, No. 12, December 1996. - Pp. 1987 - 1994. - http://iroi.seu.edu.cn/jssc9697/data/31_12_08.PDF.
5. Слюсар В.И., Малярчук М.В., Бондаренко М.В. Методика синтеза I/Q-демодуляторов произвольной размерности.// III-й Міжнародний науково-технічний симпозиум "Нові технології в телекомунікаціях"- (ДУІКТ- КАРПАТИ '2010, с. Вишків). – Київ: Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій. - 2 - 5 лютого 2010. - С. 53 - 55. - www.slyusar.kiev.ua/VYSHKIV_2010_2.pdf.

Р		У	
Радько П.Н.	180, 183	Уткін Ю.В.	355
Разруцький Т.Ю.	12	Ф	
Рвачева Н.В.	71	Федоров А.В.	352
Роздымаха Е.А.	352	Федюшин А.Ю.	393
Ролік О.І.	12	Х	
Романчук В.І.	121	Хайдара Абдалла.....	143
Романчук Е.Ю.	429	Халава Саид Фауаз.....	279
Романюк В.А.	204	Хафиз Мухаммад И.....	271
Руккас К.М.	46, 145,149	Хуссейн Я.Т.	287
С		Ц	
Сабурова С.А.	91	Цопа А.И.	268,408
Семенець В.В.	167	Цыбулев Р.А.	218
Семеняка М.В.	125	Ч	
Сенокосова А.В.	344	Черныш В.И.	305
Серков А.А.	40	Чипига А.Ф.	344
Симоненко А.В.	76	Чичмар С.В.	379
Склярєнко С.Е.	422	Ш	
Скороход А.Н.	242	Шаповалов И.В.	434
Слюсар В.И.	212, 215, 218	Шахтарин Б.И.	187
Слюсар Д.В.	215	Шинкаренко И.В.	408
Слюсар І.І.	355	Шматков С.И.	46, 50
Смирнов Н.И.	29	Шокало В.М.	404
Снегуров А.В.	426,429,431	Шостко И.С.	240
Снігур П.О.	210	Шпатар П.М.	390
Сокол Г.В.	128	Щ	
Старкова Е.В.	136	Щебенюк В.С.	46
Стрелковская И.В.	36	Ю	
Стрельницький А.А.	404	Юпиков О.А.	191
Стромов А.В.	207	Я	
Стрюк О.Ю.	132	Ягудина Е.В.	404
Сырцов С.Л.	369	Янко А.С.	355
Т		Яремко О.М.	261
Твердохлеб В.И.	369	Ярыгина Т.Е.	307
Теленик С.Ф.	12		
Теплицкая С.Н.	287		
Тиртишніков О.І.	167		
Тихонов В.И.	54		
Ткаченко В.М.	159		
Ткаченко Е.А.	431		
Торба А.А.	357		
Тоцький О.С.	379		
Тулла Е.Н.	94		
Тур Б.С.	117		
Тютюник В.В.	200		

<i>Корниенко С.А.</i> ФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРИМЕНЯЕМЫЕ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ОСНОВНЫХ СВОЙСТВ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ РАДИОКОНТРОЛЯ	176
<i>Нечаев Ю.Б., Дворжакова И.О., Малютин А.А., Радько П.Н.</i> ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТЬ СИСТЕМ ДКМВ СВЯЗИ С ММО	180
<i>Нечаев Ю.Б., Дворжакова И.О., Малютин А.А., Радько П.Н.</i> ПОСТРОЕНИЕ СИГНАЛЬНЫХ СОЗВЕЗДИЙ ДЛЯ СИСТЕМ ДКМВ СВЯЗИ С ММО	183
<i>Шахтарин Б.И., Асланов Т.Г.</i> СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗДЕЙСТВИЯ ПОМЕХ НА СИСТЕМЫ СИНХРОНИЗАЦИИ	187
<i>Юпиков О.А.</i> МНОГОЛУЧЕВОСТЬ В ЗЕРКАЛЬНЫХ РАДИОТЕЛЕСКОПАХ: ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ В ШИРОКОМ ПОЛЕ ОБЗОРА	191
<i>Белокуров А.А., Вотяков О.И., Кузниченко В.С., Петров В.Л., Писаренко Г.Г.</i> МЕТОДЫ АНАЛИЗА OFDM СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЧЕСКОГО РАДИОМОНИТОРИНГА	196
<i>Прусский А.В., Калугин В.Д., Кальной С.Е., Тютюник В.В.</i> ФОРМИРОВАНИЕ ЭФФЕКТА ПРОВОДИМОСТИ В МНОГОКОМПОНЕНТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫХ ПЛЕНОЧНЫХ СЕНСОРНЫХ СТРУКТУРАХ В ГАЗОВЫХ СРЕДАХ	200
<i>Коваленко І.Г, Романюк В.А.</i> МЕТОД ЗБЕРЕЖЕННЯ ЕНЕРГОРЕСУРСУ НЕОДНОРІДНИХ СЕНСОРНИХ РАДІОМЕРЕЖ З НАДЛИШКОВОЮ КІЛЬКІСТЮ ВУЗЛІВ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ЗАДАНОЇ ЯКОСТІ ПОКРИТТЯ РАЙОНУ МОНИТОРИНГУ	204
<i>Нечаев Ю.Б., Баев А.Д., Стромов А.В.</i> МОДЕЛИРОВАНИЕ МАРШРУТИЗАЦИИ В СВЕРХБОЛЬШОЙ СЕНСОРНОЙ СЕТИ С ОЦЕНКОЙ ЭНЕРГОПОТРЕБЛЕНИЯ	207
<i>Лепіх Я.І., Карпенко А.О., Снігур П.О.</i> ВИМІРЮВАЛЬНИЙ СТЕНД ДЛЯ ДОСЛІДЖЕНЬ АКУСТОЕЛЕКТРОННИХ ДАТЧИКІВ КУТА ПОВОРОТУ	210
<i>Зинченко А.А., Слюсар В.И.</i> РАДИОЛОКАЦИОННЫЙ И СВЯЗНОЙ РЕЖИМЫ МОБИЛЬНЫХ СТАНЦИЙ СВЯЗИ И РАДИОЛОКАЦИИ С ЦИФРОВЫМИ АНТЕННЫМИ РЕШЕТКАМИ	212
<i>Слюсар Д.В., Слюсар В.І.</i> МАТРИЧНА МОДЕЛЬ ВІДГУКУ БАГАТОСЕКЦІЙНОЇ ЦАР У СКЛАДІ ПРАМІДАЛЬНОЇ НАНОСХЕМИ	215
<i>Цыбулев Р.А., Слюсар В.И.</i> МЕТОД КОРРЕКЦИИ КВАДРАТУРНОГО РОЗБАЛАНСА	218
<i>Алексейцев К.Ф., Валковой В.С., Вдовичено Е.И., Дудник Л.А., Жартовский Д.Н., Кузниченко В.С., Нестеров Л.А.</i> СИНХРОНИЗАЦИЯ СИГНАЛОВ С ПСЕВДОСЛУЧАЙНОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ РАБОЧЕЙ ЧАСТОТЫ НА ОСНОВЕ СИГНАЛЬНОГО ПРОЦЕССОРА	220
<i>Величко Д.А., Вдовичено Е.И.</i> ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ВХОДНОГО СИГНАЛА РЕТРАНСЛЯЦИОННОГО ИЗМЕРИТЕЛЯ ЦИФРОВЫМИ МЕТОДАМИ	222

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

Том II
МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
«ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ»
(МКТСТ'2011)

Ответственные за выпуск

Дохов А.И.
Поповский В.В.
Булавина Е.С.

Материалы сборника публикуются в авторском варианте
без редактирования

Подписано к печати 06.10.2011. Формат 60 × 84 1/8. Бумага офсетная.
Усл. печ. л. 51,6. Тираж 180 экз. Зак. 2-816. Цена договорная.

61166 Украина, Харьков, просп. Ленина, 14

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