

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
УПРАВЛЕНИЕ ИНФОРМАТИЗАЦИИ
Аппарата Губернатора и Правительства Нижегородской области
Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования
НИЖЕГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
им. Р.Е. АЛЕКСЕЕВА

Институт радиоэлектроники и информационных технологий

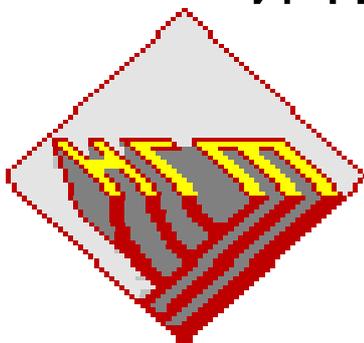
РОССИЙСКОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО РАДИОТЕХНИКИ,
ЭЛЕКТРОНИКИ И СВЯЗИ им. А.С. ПОПОВА

**III МЕЖДУНАРОДНЫЙ ФОРУМ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ
«IT FORUM 2020 / ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО»**

XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ

**XVI МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКАЯ
КОНФЕРЕНЦИЯ**

**«ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ
И ТЕХНОЛОГИИ» ИСТ–2010**



МАТЕРИАЛЫ КОНФЕРЕНЦИИ

НИЖНИЙ НОВГОРОД 2010

УДК 621:681

ББК 32.97

И638

В сборнике представлены материалы докладов XVI Международной научно-технической конференции, проведенной в рамках III Международного форума информационных технологий «IT FORUM 2020 / ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЩЕСТВО» 23 апреля 2010 г. дирекцией Института радиоэлектроники и информационных технологий при поддержке аппаратом Губернатора и Правительства Нижегородской области, ректоратом НГТУ им. Р.Е. Алексеева и Нижегородским областным правлением РНТО РЭС им. А.С. Попова.

Публикуемые материалы представляют тематику, круг научных интересов и состояние исследований представителей научных и высших учебных заведений Белоруссии, Вьетнама, КНР, Южной Кореи, Судана, Украины, Чехии и 17 городов России - преподавателей, научных сотрудников, докторантов, аспирантов, магистрантов и студентов-участников НИРС, а также сотрудников МГТУ им. Н.Э.Баумана, МГУ им. М.В.Ломоносова, МГУП, МГУПИ, Московского государственного областного университета им. Н.К.Крупской, Владимирского государственного университета, Ижевского государственного технического университета, Рязанского государственного радиотехнического университета, Воронежского института МВД России, Южного федерального университета, Новороссийской морской государственной академии им. адм. Ф.Ф.Ушакова, Ульяновского государственного технического университета, Уральского государственного технического университета, Омского государственного технического университета, Томского государственного политехнического университета, Нижегородского государственного технического университета им. Р.Е. Алексеева, Нижегородского государственного университета им. Н.И. Лобачевского, Волжской государственной академии водного транспорта, Нижегородской государственной консерватории, Нижегородского филиала ГУ ВШЭ, Нижегородского государственного лингвистического университета, Волго-Вятского филиала МТУСИ, ИПФ РАН, ИПУ РАН, НИИИС им. Ю.Е.Седакова, НИРФИ, НИФТИ, НИПИ «Сириус-2», НПП «Полет», ННИПИ «Кварц», Нижегородского института информационных технологий, ОАО «Мобильные ТелеСистемы», ООО «Теком», ГК «Мера», ГК «Тэлма софт», ООО «МераЛабс», ООО «Интермодуль», ОАО «Гипрогазцентр», ООО «Газпром трансгаз Нижний Новгород», РФЯЦ-ВНИИЭФ, ОАО «ЦНИТИ «Техномаш», ОАО «ВолгаТелеком», ООО «НИЦ СВТ», ЗАО «НПП «Салют-27» и представителей других организаций.

Организационный комитет:

В.П.Кириенко(председатель), М.К.Богдалова(зам.председателя), А.Б.Лоскутов, М.В.Ширяев, В.Г.Баранов, Ю.Г.Белов, В.И.Есипенко, В.В.Кондратьев, И.Н.Мерзляков, В.Р.Милов, С.Н.Митяков, С.Л.Моругин, С.Б.Раевский, А.Г.Рындык, С.Г.Сажин, Э.С.Соколова, М.В.Ульянов, В.П.Хранилов, В.Л.Ягодкин

© Нижегородский государственный
технический университет
им. Р.Е. Алексеева, 2010

СОДЕРЖАНИЕ

ПАПКА СЕКЦИЯ 1	страницы
РАДИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ И УСТРОЙСТВА.....	5
(Файлы 01_1_с_5_26, 01_2_с_27_56)	
ПАПКА СЕКЦИЯ 2	
ПРОЕКТИРОВАНИЕ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ УСТРОЙСТВ ВЧ- И СВЧ- ДИАПАЗОНОВ.....	57
(Файлы 02_1_с_57_76, 02_2_с_77_100)	
ПАПКА СЕКЦИЯ 3	
ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ.....	101
(Файлы 03_1_с_101_123, 03_2_с_124_144, 03_3_с_145_159)	
ПАПКА СЕКЦИЯ 4.1	
ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ.....	160
(Файлы 04_1_1_с_160_181, 04_1_2_с_182_203)	
ПАПКА СЕКЦИЯ 4.2	
ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ (АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ).....	204
(Файлы 04_2_1_с_204_224, 04_2_2_с_225_249, 04_2_3_с_250_272)	
ПАПКА СЕКЦИЯ 5.1	
ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ ИНФОРМАЦИИ).....	273
(Файлы 05_1_1_с_273_288, 05_1_2_с_289_308)	
ПАПКА СЕКЦИЯ 5.2	
ТЕХНИЧЕСКАЯ КИБЕРНЕТИКА (ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ).....	309
(Файлы 05_2_1_с_309_333, 05_2_2_с_334_355, 05_2_3_с_356_379)	
ПАПКА СЕКЦИЯ 6	
МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ.....	380
(Файл 06_с_380_398)	
ПАПКА ИСТ_2010_Титулы	
АЛФАВИТНЫЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	399
(Файл Алфавит_2010)	

В.И. СЛЮСАР, М.В. БОНДАРЕНКО, П.Е. СЕРДЮК, Р.А. ЦЫБУЛЕВ

(Центральный научно-исследовательский институт вооружения и военной техники
Вооруженных Сил Украины, г. Киев, Украина)

МЕТОД ОЦЕНИВАНИЯ ПОГРЕШНОСТЕЙ РАСКВАДРАТУРИВАНИЯ OFDM СИГНАЛОВ ПО УРОВНЮ ИХ КОМПЛЕКСНО-СОПРЯЖЕННОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ

При наличии погрешностей расквadrатурирования OFDM сигналов в выходном напряжении устройств обработки возникают комплексно-сопряженные составляющие (КСС) сигнала отклика. Их появление приводит к снижению скорости передачи данных за счет мешающего воздействия КСС. В докладе рассмотрен новый метод оценивания погрешностей расквadrатурирования, основанный на пересчете оценок амплитуд основного сигнала отклика и КСС в фазовую и амплитудную погрешности ортогонализации.

Пусть на выходе устройства цифровой обработки присутствует комплексный гармонический сигнал с погрешностью расквadrатурирования в одной из его квадратурных составляющих:

$$u_c^s = A \cos(\omega T s + j), \quad u_s^s = A(1+a) \sin(\omega T s + j + \gamma), \quad (1)$$

где A – амплитуда сигнала, ω , j – его частота и начальная фаза, a , γ – амплитудная и фазовая погрешности расквadrатурирования, T – период дискретизации аналого-цифрового преобразователя (АЦП), s – порядковый номер отсчета АЦП.

Покажем, что такой сигнал может быть представлен в виде суммы двух комплексно-сопряженных экспонент. Для этого перепишем u_c^s и u_s^s в следующем виде:

$$u_c^s = \frac{A}{2} \exp(jj) \exp(j\omega T s) + \frac{A}{2} \exp(-jj) \exp(-j\omega T s),$$

$$u_s^s = \frac{A(1+a)}{2j} \exp(j(j+\gamma)) \exp(j\omega T s) - \frac{A(1+a)}{2j} \exp(-j(j+\gamma)) \exp(-j\omega T s).$$

В результате выразим исходный сигнал в виде комплексного числа:

$$u_c^s + ju_s^s = \frac{A}{2} \exp(jj) \exp(j\omega T s) + \frac{A}{2} \exp(-jj) \exp(-j\omega T s) + \frac{A(1+a)}{2} \exp(j(j+\gamma)) \exp(j\omega T s) - \frac{A(1+a)}{2} \exp(-j(j+\gamma)) \exp(-j\omega T s). \quad (2)$$

Перегруппируем слагаемые в выражении (2):

$$u_c^s + ju_s^s = \left(\frac{A}{2} \exp(jj) + \frac{A(1+a)}{2} \exp(j(j+\gamma)) \right) \exp(j\omega T s) + \left(\frac{A}{2} \exp(-jj) - \frac{A(1+a)}{2} \exp(-j(j+\gamma)) \right) \exp(-j\omega T s).$$

Отсюда,

$$u_c^s + ju_s^s = (A1^C + jA1^S) \exp(j\omega T s) + (A2^C + jA2^S) \exp(-j\omega T s), \quad (3)$$

где, с учетом обозначений $C = A \cos j$, $S = A \sin j$,

$$A1^C = \operatorname{Re} \left(\frac{A}{2} \exp(jj) + \frac{A(1+a)}{2} \exp(j(j+\gamma)) \right) = \frac{C}{2} (1 + (a+1) \cos(\gamma)) - \frac{S}{2} (a+1) \sin(\gamma), \quad (4)$$

$$A1^S = \operatorname{Im} \left(\left(A \cos \left(\frac{\gamma}{2} \right) + \frac{Aa}{2} \exp \left(j \frac{\gamma}{2} \right) \right) \exp \left(j \left(\frac{\gamma}{2} + j \right) \right) \right) = \frac{C}{2} (a+1) \sin(\gamma) + \frac{S}{2} (1 + (a+1) \cos(\gamma)), \quad (5)$$

$$A2^C = \operatorname{Re} \left(\left(A \sin \left(\frac{\gamma}{2} \right) \exp \left(j \frac{\gamma}{2} \right) - \frac{Aa}{2} \exp \left(-j \left(\frac{\gamma}{2} - \gamma \right) \right) \right) \exp \left(-j \left(\frac{\gamma}{2} + j \right) \right) \right) = \frac{C}{2} (1 - (a+1) \cos(\gamma)) + \frac{S}{2} (a+1) \sin(\gamma), \quad (6)$$

$$A2^S = \text{Im} \left(\left(A \sin \left(\frac{y}{2} \right) \exp \left(j \frac{p}{2} \right) - \frac{Aa}{2} \exp \left(-j \left(\frac{y}{2} - p \right) \right) \right) \exp \left(-j \left(\frac{y}{2} + j \right) \right) \right) = \frac{C}{2} (a+1) \sin(y) + \frac{S}{2} (-1 + (a+1) \cos(y)). \quad (7)$$

Выражения (4) – (7) позволяют установить взаимосвязь амплитуд основной и комплексно-сопряженной составляющих сигнала с погрешностями его расквadrатурирования:

$$\sqrt{(A1^C)^2 + (A1^S)^2} = \frac{A}{2} \sqrt{2 + a(a+2) + 2(a+1) \cos(y)}, \quad (8)$$

$$\sqrt{(A2^C)^2 + (A2^S)^2} = \frac{A}{2} \sqrt{2 + a(a+2) - 2(a+1) \cos(y)}. \quad (9)$$

Используя выражения (4) - (9) для формирования системы уравнений, можно получить выразить неизвестные значения A, a, j и y через измеренные величины $A1^C, A1^S, A2^C, A2^S$.

Искомая система уравнений имеет вид:

$$\begin{cases} A1^C = \frac{C}{2} (1 + (a+1) \cos(y)) - \frac{S}{2} (a+1) \sin(y), \\ A1^S = \frac{C}{2} (a+1) \sin(y) + \frac{S}{2} (1 + (a+1) \cos(y)), \\ A2^C = \frac{C}{2} (1 - (a+1) \cos(y)) + \frac{S}{2} (a+1) \sin(y), \\ A2^S = \frac{C}{2} (a+1) \sin(y) + \frac{S}{2} (-1 + (a+1) \cos(y)), \end{cases} \quad (10)$$

Решая систему (10) относительно неизвестных A, j, a, y , получаем оценки:

$$\begin{aligned} C &= A1^C + A2^C, \quad S = A1^S - A2^S, \\ A &= \sqrt{C^2 + S^2}, \quad j = \arctan \left(\frac{S}{C} \right), \end{aligned} \quad (11)$$

$$a_{1,2} = -1 - \frac{\sqrt{(A1^C - A2^C)^2 + (A1^S + A2^S)^2}}{\sqrt{(A1^C + A2^C)^2 + (A1^S - A2^S)^2}}, \quad (12) \quad a_{3,4} = -1 + \frac{\sqrt{(A1^C - A2^C)^2 + (A1^S + A2^S)^2}}{\sqrt{(A1^C + A2^C)^2 + (A1^S - A2^S)^2}}, \quad (13)$$

$$y_{1,3} = \arctan \left(2 \frac{A1^C A2^S + A1^S A2^C}{(A1^C)^2 + (A1^S)^2 - (A2^C)^2 - (A2^S)^2} \right), \quad (14)$$

$$y_{2,4} = -\arctan \left(2 \frac{A1^C A2^S + A1^S A2^C}{(A1^C)^2 + (A1^S)^2 - (A2^C)^2 - (A2^S)^2} \right). \quad (15)$$

После численной проверки из указанного множества оценок для неизвестных погрешностей расквadrатурирования a и y выбираем в качестве истинных значений выражения (13) и (14), т.е., оценки $a_{3,4}$ и $y_{1,3}$ соответственно. При практических расчетах в функции арктангенса необходимо учитывать квадрант угла по знакам синуса и косинуса. В системах программирования подобная функция чаще всего называется atan2 , ArcTan2 и т.д.

Результаты моделирования предложенного метода в пакете Mathcad подтвердили работоспособность оценок (13), (14) и доказали возможность их эффективного применения для анализа погрешностей расквadrатурирования OFDM сигналов в реальных устройствах. Расчет оценок фазовой и амплитудной погрешностей указанным способом для всех поднесущих позволяет адаптировать порядок их QAM модуляции, что снизить информационные потери при передаче данных. Представленный метод также иллюстрирует возможность получения оценок истинной амплитуды и фазы сигнала (выражения (11)) в присутствии погрешностей расквadrатурирования, что может быть использовано для демодуляции сообщений при условии многочастотного обобщения метода.

E-mail: swadim@inbox.ru

**ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ
ИСТ-2010**

**МАТЕРИАЛЫ
XVI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Ответственный за выпуск: директор ИРИТ **В.Г.Баранов**
Редактирование и компьютерная верстка: **В.П.Хранилов**

Подписано в печать 23.03.10. Формат CD.
Электронное издание. Гарнитура Times New Roman.
Усл. печ. л. 25,0. Уч.-изд. л. 42,5. Тираж 300 экз. Заказ .

Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева.
Институт радиоэлектроники и информационных технологий НГТУ
Адрес университета:
603950, ГСП-41, Н.Новгород, ул.Минина, 24.