

Т Р У Д Ы

ДЕСЯТОЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
**СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ**

18—22 мая 2009 г.
Украина, г. Одесса

Том

I

МЕЖДУНАРОДНЫЙ МНОГООТРАСЛЕВОЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ФОРУМ
«ИНЖЕНЕРНАЯ СТРАТЕГИЯ – ИННОВАЦИЯ»



МНПК «СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ
И ЭЛЕКТРОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ»

О Р Г А Н И З А Т О Р Ы

Министерство промышленной политики Украины
Министерство образования и науки Украины
Одесский национальный политехнический университет
Издательский центр "Политехпериодика"

О Р Г А Н И З А Ц И О Н Н Ы Й К О М И Т Е Т

Белянин А. Ф., д. т. н. (ЦНИТИ «Техномаш», г. Москва, Россия)
Годованюк В. Н., д. т. н. (ЦКБ «Ритм», г. Черновцы, Украина)
Каримов А. В., д. ф.-м. н. (НПО «Физика-Солнце», г. Ташкент, Узбекистан)
Копытчук Н. Б., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса, Украина)
Малахов В. П., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса, Украина)
Мачулин В. Ф., д. ф.-м. н. (Институт физики полупроводников, г. Киев, Украина)
Николаенко Ю. Е., к. т. н. (МПП Украины, г. Киев, Украина)
Пилипенко В. А., д. т. н. (НПО «Интеграл», г. Минск, Беларусь)
Тихонова Е. А. (Издательский центр "Политехпериодика", г. Одесса, Украина)
Чмиль В. М., к. т. н. (НПП «Сатурн», г. Киев, Украина)

П Р О Г Р А М М Н Ы Й К О М И Т Е Т

Еримичой И. Н., к. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Азаров А. Д., д. т. н. (ВНТУ, г. Винница)
Антощук С. Г., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Ащеулов А. А., д. т. н. (Институт термо-
электричества, г. Черновцы)
Баранов В. В., д. т. н. (БГУИР, г. Минск)
Баранов П. Е., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Глушеченко Э. Н., к. т. н. (НПП «Сатурн»,
г. Киев)
Годлевский М. Д., д. т. н. (НГУУ «ХПИ»,
г. Харьков)
Данилов В. В., д. т. н. (ДонНУ, г. Донецк)
Дрозд А. В., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Дроздов В. А., д. ф.-м. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Казаков А. И., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Кожухар А. Т., д. т. н. (НУ "Львовская
политехника")
Крислов В. А., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Лузин С. Ю., д. т. н. («Прософт-Технолоджи»,
г. С.-Петербург)

Лукьянчук А. Г., к. т. н. (СевНТУ, г. Севастополь)
Мазурков М. И., к. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Михеева И. Л., к. т. н. («Украналит», г. Киев)
Мокрицкий В. А., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Нестеренко В. Н. (МПП Украины, г. Киев)
Нестеренко С. А., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Николаенко В. М., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Панов Л. И., к. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Перевертайло В. Л., к. ф.-м. н. (НИИ микро-
приборов, г. Киев)
Положаенко С. А., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Правда В. И., к. т. н. (НГУУ «ХПИ», г. Киев)
Прудюс И. Н., д. т. н. (НУ «Львовская политехника»)
Рюхтин В. В., к. т. н. (ЦКБ «Ритм», г. Черновцы)
Ситников В. С., д. т. н. (ОНПУ, г. Одесса)
Томашик В. Н., д. х. н. (Институт физики полу-
проводников, г. Киев)
Федорович О. Е., д. т. н. (НАУ «ХАИ», г. Харьков)
Шокало В. М., д. т. н. (ХНУРЭ, г. Харьков)

Ученые секретари конференции

Блажко Александр Анатольевич, к. т. н.,
Ефименко Анатолий Афанасьевич, к. т. н.
(ОНПУ, г. Одесса)

МЕТОД ОЦЕНКИ ГРАНИЧНЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ДВУХЭТАПНОЙ ДЕМОДУЛЯЦИИ N-OFDM СИГНАЛОВ

Д. т. н. В. И. Слюсар, С. В. Волошко

ЦНИИ вооружения и военной техники Вооруженных сил Украины, г. Полтава;
Военный институт телекоммуникаций и информатизации НТУУ „КПИ”, г. Киев
Украина

swadim@inbox.ru; woloshko@mail.ru

Поляризационно-пространственное разделение сигналов является одной из ключевых возможностей, предоставляемых технологией цифрового диаграммообразования. Как показано в [1], для демодуляции сигналов двойной поляризации в формате неортогональной частотной дискретной модуляции (N-OFDM) может использоваться матричное описание отклика цифровой антенной решетки (ЦАР), в основе которого лежит учет поляризационных характеристик направленности (ХН) вторичных пространственных лучей в матричном описании откликов частотных фильтров.

В [2] авторами предложен альтернативный вариант обработки, сводящийся к двухэтапной демодуляции N-OFDM сигналов, представленных в отсчетах аналого-цифрового преобразователя (АЦП). На первом этапе для выбранных угловых направлений приема в каждом временном отсчете производится оценивание обобщенных амплитуд сигналов обеих поляризаций по выходам приемных лучей ЦАР. Далее указанные оценки обобщенных амплитуд используются в роли напряжений сигналов для синтеза частотных фильтров с помощью процедуры быстрого преобразования Фурье (БПФ). Завершающий этап демодуляции сводится к оптимальному оцениванию амплитуд сигналов по выходам частотных фильтров БПФ.

Учитывая, что предложенный метод двухэтапной демодуляции N-OFDM сигналов является новым, представляет интерес определение обеспечиваемых им граничных возможностей частотного уплотнения сигналов. С этой целью целесообразно применить аппарат нижней границы Крамера-Рао (НГКР) для расчета дисперсий оценивания амплитуд сигналов. Если представить вектор напряжений N-OFDM сигналов U по выходу ЦАР как $U = QW + n$, где Q — матрица значений ХН, W — вектор обобщенных амплитуд сигналов, n — вектор напряжений шумов, то выражение для НГКР дисперсий оценок вектора составляющих обобщенных амплитуд может быть записано в виде $\sigma_W^2 \geq \sigma_n^2 \text{diag}[Q^T Q]^{-1}$, где σ_n^2 — дисперсия шумов в отдельно взятом временном отсчете по выходу вторичного канала. При условии, что отклики частотных фильтров БПФ можно выразить в виде $\hat{W}_{FFT} = FA + n_W$, где \hat{W}_{FFT} — вектор напряжений откликов частотных фильтров, A — вектор амплитуд сигналов, n_W — шумовой вектор, в качестве дисперсий оценок вектора амплитуд, соответствующих НГКР, следует рассматривать выражение $\sigma_A^2 \geq \sigma_W^2 N \text{diag}[F^T F]^{-1}$, где N — размерность БПФ. В конечном виде выражение для НГКР-оценок искомых амплитудных составляющих сигналов можно записать в виде $\sigma_A^2 \geq \sigma_n^2 \text{diag}[Q^T Q]^{-1} N \text{diag}[F^T F]^{-1}$. Полученный результат позволяет провести сопоставительный анализ точности одно- и двухэтапной процедур демодуляции, что является целью уже дальнейших исследований.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Слюсар В. И., Волошко С. В. Поляризационно-пространственное разделение сигналов в канале связи с цифровым формированием луча // В сб. Труды 9-й Междунар. науч.-практ. конф. «Современные информационные и электронные технологии» (19—23 мая 2008 г.).— Одесса.— 2008.— С. 246.
2. Слюсар В. И., Волошко С. В. Двухэтапная процедура демодуляции N-OFDM-сигналов двойной поляризации по выходам цифровой антенной решетки // В сб. «Матер. 13-го Междунар. молодежного форума "Радиоэлектроника и молодежь в XXI веке" (30 марта — 1 апреля 2009 г.).— Харьков: ХНУРЭ.— 2009.