



ISSN 2073-7394

# СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ



ВИПУСК 2(26)

Полтава  
2013



Полтавський національний технічний  
університет імені Юрія Кондратюка

# СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

Випуск 2(26)

Заснований

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

у 2007 році

Наукове періодичне видання,  
в якому відображені результати  
наукових досліджень з розробки та  
удосконалення систем управління,  
навігації та зв'язку у різних  
проблемних галузях.

**Засновник:**

Полтавський Національний технічний  
університет імені Юрія Кондратюка

**Адреса редакційної колегії:**

Україна, 36011, м. Полтава,  
Першотравневий проспект, 24

**Телефон:** +38 (066) 706-18-30  
(консультації, прийом статей).

**E-mail:**

kozelnkova@mail.ru

**Інформаційний сайт:**

<http://www.pntu.edu.ua>

**Реферативна інформація**

зберігається: у загальнодержавній  
реферативній базі даних  
„Україніка наукова” та публікується  
у відповідних тематичних серіях  
УРЖ „Джерело”.

**Голова:**

КОЗЕЛКОВ Сергій Вікторович (д-р техн. наук, проф.)

**Заступники голови:**

ГАЛАЙ Василь Миколайович (канд. техн. наук, доц.)

ШУЛЬГА Олександр Васильович (канд. техн. наук, доц.)

**Члени:**

ІЛЮШКО Віктор Михайлович (д-р техн. наук, проф.)

ІЛЬІН Олег Юрійович (д-р техн. наук, проф.)

КАЛІННИКОВ Володимир Геннадійович (д-р фіз.-мат. наук, проф.)

КОРОБКО Богдан Олегович (канд. техн. наук, доц.)

КОШОВИЙ Микола Дмитрович (д-р техн. наук, проф.)

КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д-р техн. наук, проф.)

КУЧУК Георгій Анатолійович (д-р техн. наук, с.н.с.)

ЛАДАНЮК Анатолій Петрович (д-р техн. наук, проф.)

МАШКОВ Віктор Альбертович (д-р техн. наук, проф.)

МАШКОВ Олег Альбертович (д-р техн. наук, проф.)

МОРГУН Олександр Андрійович (д-р техн. наук, проф.)

МУРАВЬОВ Володимир В'ячеславович (д-р іст. наук, проф.)

ПЕШЕХОНОВ Володимир Григорович (академік РАН, д-р техн. наук, проф.)

СІЛЬВЕСТРОВ Антон Миколайович (д-р техн. наук, проф.)

СТАСЄВ Юрій Володимирович (д-р техн. наук, проф.)

СУХАНОВ Костянтин Георгійович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ХРАЩЕВСЬКИЙ Рімвідас Вілімович (д-р техн. наук, доц.)

ХОРОШКО Володимир Олексійович (д-р техн. наук, проф.)

ЦАРЬОВ Віктор Михайлович (канд. техн. наук, с.н.с.)

ЧОРНИЙ Олексій Петрович (д-р техн. наук, проф.)

**Відповідальний секретар:**

КОЗЕЛКОВА Катерина Сергіївна (д-р техн. наук, с.н.с.)

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор

Затверджений до друку науково-технічною радою Полтавського національного технічного університету  
імені Юрія Кондратюка (протокол № 12 від 20 червня 2013 року)

Занесений до "Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати  
дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук", затвердженого наказом Мініс-  
терства освіти і науки, молоді та спорту України від 25.01.2013 р., № 54

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 19512-93/2ПР від 16.11.2012 р.

# З М І С Т

## НАВІГАЦІЯ

<i>Козелкова Е.С.</i> Формування зондувальних просторово-часових сигналів заданої структури з використанням багатоканальних скануючих систем .....	3
<i>Шульга О.В., Ясько Г.Г.</i> Використання псевдосупутникових радіонавігаційних систем для розпізнавання й управління рухом наземних транспортних засобів .....	7

## КОНТРОЛЬ КОСМІЧНОГО І ПОВІТРЯНОГО ПРОСТОРУ

<i>Кожухов А.М., Кожухов Д.М.</i> Анализ возможностей использования телескопа АЗТ-8 Национального центра управления и испытаний космических средств для наблюдения астероидов .....	12
<i>Храцевський Р.В.</i> Класифікація проблемних ситуацій системи планування розподілу повітряного простору .....	18

## ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

<i>Гавриленко В.В., Ковальчук О.П., Лимарченко О.С.</i> Вплив сил Коріоліса на динаміку трубопроводу з рідиною при різних способах його закріплення .....	22
<i>Жураковский Б.Ю.</i> Каскадно-комбіновані методи стиснення при передачі даних у системах управління .....	25
<i>Коробчинский М.В.</i> Теоретичні особливості графічних моделей в описі інформаційних компонент розподіленої системи управління рухомими об'єктами .....	28
<i>Пекуровський Г.В.</i> Визначення оптимальних координат розміщення сенсорів та виконавчих пристроїв на консольній балці при синтезі адаптивної системи автоматичного управління активною компенсацією вібрації .....	35
<i>Пугач Н.В., Коновалов В.И.</i> Нанометрические измерения глубины и скорости травления тонких пленок на основе интерферометра Майкельсона .....	37
<i>Харитонова Л.В., Васильев И.Ю., Куценко О.Г., Уварова Т.В.</i> Аналітичне дослідження статичної стійкості оболонкових елементів транспортних систем .....	41
<i>Шефер О.В., Галай В.М.</i> Урахування пружних деформацій у процесі керування складними технічними системами ...	48
<i>Шульга А.В., Зубрицкий О.А., Нелюба Д.Н., Данник А.И.</i> Экспериментальные исследования зажигания металлгалогенных источников света в зависимости от различных факторов с целью создания систем управления работой навигационными приборами видимого спектра излучения .....	54
<i>Дзисюк О.В., Козлов Ю.В.</i> Аналітичний огляд стану метрологічних досліджень НВЧ-мультиметрів .....	58
<i>Калугин Д.С., Селезньов С.В., Телюков С.В., Безверхий А.М.</i> Розрахунок потужності ненависних перешкод, створюваних надширококуговою радіотехнічною системою для вузькокугової станції виявлення цілі .....	61
<i>Котляр С.С.</i> Аналіз похибок вимірювальних перетворювачів температури .....	65

## ОРГАНІЗАЦІЙНЕ УПРАВЛІННЯ

<i>Одноралов І.В.</i> Технологічний ризик і його вплив на ефективність використання фінансового ресурсу .....	68
<i>Лецинский В.А.</i> О задаче алгебро-логического описания понятий .....	75
<i>Раскин Л.Г.</i> Метод решения задачи определения оптимального состава боевых средств оперирующих группировок ..	79

## ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ

<i>Гринкевич Г.О.</i> Розробка алгоритму ортогонального частотного мультиплексування для безпроводових телекомунікаційних систем .....	83
<i>Краснобаев В.А., Горбенко Р.А.</i> Проколы маршрутизации в беспроводных сенсорных сетях .....	87
<i>Палій С.В.</i> Користувачі інформаційно-організаційного середовища підготовки іноземців, як джерело знань .....	92
<i>Болюбаш О.О.</i> Взаємозв'язок між потужністю сигналу базової станції та середньою затримкою пакета даних в мережі в випадку активації процедури хендверу .....	96
<i>Греков В.Ф., П'янков А.А., Орлов С.В.</i> Оптимізація розподілу обсягу завдань між виконавцями методом динамічного програмування .....	99
<i>Громико І.О.</i> Випереджаюча активна стратегія захисту інформації з прикладом апаратної реалізації на флеш-носіях .....	101
<i>Кучук Г.А., Косенко В.В., Давікоза О.П., Калкаманов С.А.</i> Методика синтезу інформаційної технології управління мережевим трафіком .....	105
<i>Ландсман В.А., Дзюндзюк В.Б.</i> Інформаційне суспільство: нові можливості та загрози .....	110
<i>Рубан І.В., Прибыльнов Д.В., Лошаков Е.С.</i> Модель низкоскоростной атаки типа «Отказ в обслуживании» .....	115

## ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЯ НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ

<i>Миргород О.В.</i> Неразрушающий метод контроля качества строительных материалов и зданий при реконструкции после чрезвычайных ситуаций .....	118
<i>Попов В.М., Чуб И.А., Новожилова М.В.</i> Модель адаптивной системы техногенной безопасности региона .....	120
<i>Свид І.В.</i> Методи підвищення завадозахищеності запитальних систем спостереження повітряного простору .....	124

## ЗВ'ЯЗОК

<i>Васильев К.А., Слюсарь В.И., Волошко С.В.</i> Дополнительное уплотнение сигналов N-OFDM на основе преобразования Хартли с амплитудно-импульсной модуляцией различной полярности .....	127
<i>Макаренко А.О.</i> Використання засобів комп'ютерної математики при моделюванні безпроводових систем зв'язку .....	130
<i>Криховецький Г.Я., Загайнов С.О., Поляков А.О.</i> Метод динамічної зміни стратифікованої топологічної структури мережі зв'язку .....	137

<b>НАШІ АВТОРИ</b> .....	141
--------------------------	-----

<b>АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК</b> .....	143
----------------------------------	-----

## Зв'язок

УДК 517.4:621.396

К.А. Васильев<sup>1</sup>, В.И. Слюсар<sup>2</sup>, С.В. Волошко<sup>1</sup><sup>1</sup> Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Полтава<sup>2</sup> Центральний НІІІ озброєння і військової техніки Збройних Сил України, Київ

## ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ УПЛОТНЕНИЕ СИГНАЛОВ N-OFDM НА ОСНОВЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ ХАРТЛИ С АМПЛИТУДНО-ИМПУЛЬСНОЙ МОДУЛЯЦИЕЙ РАЗЛИЧНОЙ ПОЛЯРНОСТИ

В статье исследованы предельные возможности частотного уплотнения сигналов N-OFDM на основе преобразования Хартли с биполярной PAM модуляцией частотных несущих. Путем имитационного моделирования проверено соответствие СКО оценок амплитуд сигналов нижней границе Крамера-Рао.

**Ключевые слова:** неортогональная частотная дискретная модуляция, преобразование Хартли, амплитудно-импульсная модуляция, нижняя граница Крамера-Рао.

## Введение

Одним из современных направлений развития цифровой обработки сигналов в системах связи является разработка и усовершенствование методов их сверхрелеевого уплотнения. Методу неортогональной частотной дискретной модуляции (N-OFDM) на основе преобразования Хартли (ПХ) с амплитудно-импульсной модуляцией несущих посвящены работы [1-3]. Благодаря применению ПХ [4], данный метод позволяет не только минимизировать используемый частотный ресурс и при этом обеспечить высокую пропускную способность в канале связи, но и снизить вычислительные затраты, упростить аппаратную реализацию метода. В указанных работах в основе процесса модуляции несущих было положено применение амплитудно-импульсной модуляции (PAM, Pulse Amplitude Modulation) [5]. Из результатов анализа, изложенных в [6], следует целесообразность применения модуляции PAM в условиях сверхрелеевого уплотнения сигналов по частоте. Однако следует отметить, что при проведении исследований на этапе кодирования передаваемых данных в качестве вектора информационных символов выбирались только положительные точки созвездия PAM. Применение амплитудно-импульсной модуляции с биполярным созвездием позволяет получить дополнительное частотное уплотнение сигналов N-OFDM в базисе функций Хартли.

Целью статьи является определение потенциальных границ частотного уплотнения сигналов N-OFDM на основе преобразования Хартли при амплитудно-импульсной модуляции несущих с биполярным созвездием, с вероятностью правильной демодуляции амплитуд 0,9973.

## Основная часть

В основу данной работы при проведении исследований было положено применение метода N-OFDM на основе ПХ, описанного ранее в [1-3]. Так, в случае PAM модуляции частотных несущих в базисе функции Хартли  $\text{cas}(\theta) = \cos(\theta) + \sin(\theta)$  [4] вектор временных отсчетов напряжений M-частотного сигнала N-OFDM с длительностью выборки T, подлежащий передаче, определяется произведением сигнальной матрицы P на вектор амплитуд сигналов A [1-3]:

$$W = P \cdot A = \begin{bmatrix} \text{cas } S_{11} & \text{cas } S_{12} & \cdots & \text{cas } S_{1M} \\ \text{cas } S_{21} & \text{cas } S_{22} & \cdots & \text{cas } S_{2M} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \text{cas } S_{T1} & \text{cas } S_{T2} & \cdots & \text{cas } S_{TM} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ \vdots \\ a_M \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где  $S_{tm} = \omega_m \tau (s_t - z_m) - t$  - временные отсчеты функции Хартли на m-ой частоте;

$\omega_m = 2\pi f_m$  - циклическая частота m-й несущей;

$\tau$  - период дискретизации цифро-аналогового преобразователя (ЦАП);

$S_t$  - порядковый номер t-го временного отсчета сигнальной выборки;

$z_m$  - смещение начала формируемой выборки относительно точки нулевой фазы m-й несущей.

В работах [1-3] при формировании вектора W в качестве значений информационного вектора A выбирались только положительные возможные значения созвездия PAM порядка Q (рис. 1) [5]. В данной работе при проведении исследований в качестве значений информационного вектора выбирались как положительные, так и отрицательные точки бипо-

лярного созвездия PAM порядка Q, представленного на рис. 2.

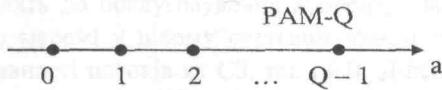


Рис. 1. Однополярное созвездие PAM

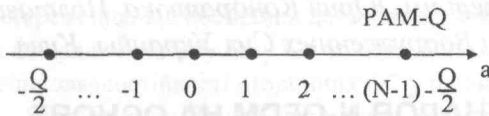


Рис. 2. Биполярное созвездие PAM

Переход от однополярного созвездия PAM к биполярному несложно выполнить на этапе кодирования с помощью простой операции с вектором информационных значений:

$$A^* = [a_1 \ a_2 \ \dots \ a_M]^T - \frac{Q}{2}. \quad (2)$$

При обработке принятого сигнала несложно будет осуществить аналогичную обратную операцию.

Такой подход никаким образом не модифицирует предложенный ранее метод N-OFDM на основе ПХ с PAM модуляцией несущих, а лишь усовершенствует этап подготовки исходных данных для модуляции. В результате максимальное значение вектора W, подлежащего передаче, уменьшается приблизительно в 2 раза. Таким образом, при использовании биполярного созвездия PAM имеем запас по помехоустойчивости, поскольку для согласования вектора W с динамическим диапазоном ЦАП межсимвольный интервал [3] должен быть увеличен вдвое.

В остальном, исследования проводились при тех же условиях и ограничениях, что и в работе [3]. При проведении вычислительного эксперимента значения вектора, подлежащего передаче, не выходили за пределы 12-разрядного ЦАП. В качестве шума был использован вектор отсчетов напряжений с нормальным распределением. Расчёты проводились для 100 реализаций процесса передачи фиксированного текстового сообщения. Для оптимальной демодуляции амплитуд несущих была использована матричная форма записи метода наименьших квадратов [3, 7].

$$\hat{X} = (P^T \cdot P)^{-1} \cdot P^T \cdot U, \quad (3)$$

где U = W + N – вектор отсчетов принятого сигнала N-OFDM на выходе аналого-цифрового преобразователя, N – вектор отсчетов шума.

Степень частотного уплотнения при неортогональной расстановке частотных несущих оценивалась в долях от интервала между ортогональными несущими [3]:

$$\xi = \frac{\Delta f}{\Delta F}, \quad (4)$$

где Δf – интервал между ближайшими неортого-

нальными частотами;

$\Delta F = (T \cdot \tau)^{-1}$  – интервал между ортогональными частотами.

Задача определения границ частотного уплотнения сигналов N-OFDM на основе преобразования Хартли с вероятностью правильного приёма 0,9973 сводилась к нахождению минимальной величины ξ, при которой ещё выполняется условие [3]:

$$\Delta a \geq 6 \cdot \sigma_{a_m}, \quad (9)$$

где Δa – межсимвольный интервал [3];

$\sigma_{a_m}$  – среднеквадратическое отклонение (СКО) оценок амплитуд на m-й несущей.

Как и в [3], результаты вычислений СКО оценок амплитуд сигналов N-OFDM проверялись на соответствие нижней границе Крамера-Рао (НГКР) [8]. На рис. 3 представлены графики СКО оценок амплитуд, НГКР и пределов доверительного интервала для 8-частотного сигнала N-OFDM на основе ПХ с биполярной PAM-256 при длине выборке T=512, частотном уплотнении ξ=34,1%. Поскольку значения СКО не выходят за пределы доверительного интервала НГКР [3], полученные результаты являются потенциально точными.

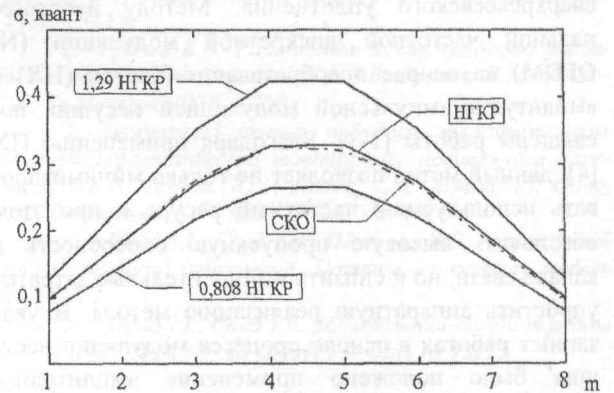


Рис. 3. Графики СКО и НГКР сигнала N-OFDM на основе ПХ при биполярной PAM

В табл. 1 приведены СКО оценок амплитуд 8-частотных сигналов N-OFDM на основе ПХ с биполярной PAM модуляцией частотных несущих, а также потенциальные границы частотного уплотнения с вероятностью правильного приёма 0,9973 по 100 реализациям при формировании сигналов 12-разрядным ЦАП. Из анализа результатов частотного уплотнения, полученных в данной работе и в [3], следует, что при различном порядке модуляции выигрыш от применения биполярной PAM составил от 2,2 до 3,5 %. Так для 8-частотного сигнала N-OFDM с биполярной PAM-256 и длиной выборки 512 частотное уплотнение составило ξ=34,1 %. Тогда как аналогичный сигнал N-OFDM с однополярной PAM в работе [3] был уплотнен лишь до величины 36,9 %.

Таблиця 1

СКО оценок амплитуд 8-частотных сигналов N-OFDM на основе ПХ с биполярной РАМ модуляцией частотных несущих с вероятностью правильного приёма 0,9973 по 100 реализациям при передаче 12-ти разрядным ЦАП

Модуляция несущих	$\xi$ , %	$\Delta f$ , кГц	Количество отсчётов	Номер несущей	СКО	НГКР	Пределы доверительного интервала НГКР		Межсимвольный интервал $\Delta a$
							нижняя	верхняя	
РАМ-16	26,5	207,03125	128	5	5,20351	5,61476	4,53673	7,24304	32
	25,6	100,000	256	5	5,20946	5,1307	4,14561	6,6186	
	24,3	47,46094	512	4	5,26857	5,42673	4,3848	7,00049	
РАМ-64	31,3	244,53125	128	5	1,30261	1,41678	1,14476	1,82764	8
	30,2	117,96875	256	5	1,33211	1,32625	1,07161	1,71087	
	28,9	56,44531	512	4	1,31278	1,33767	1,08084	1,72559	
РАМ-256	36,7	286,71875	128	4	0,33299	0,35366	0,28576	0,45622	2
	35,5	138,671875	256	4	0,33092	0,32831	0,26528	0,42352	
	34,1	66,60156	512	4	0,32677	0,32715	0,26434	0,42202	

## Выводы

Таким образом, в данной статье исследованы предельные возможности частотного уплотнения сигналов N-OFDM на основе ПХ с биполярной РАМ модуляцией несущих с вероятностью правильного приёма 0,9973. Выигрыш в частотном уплотнении несущих от применения биполярной РАМ при разном порядке модуляции составил от 2,2 до 3,5 %.

## Список литературы

1. Слюсар В. И. Метод неортогональной частотной дискретной модуляции сигналов на основе базисных функций Хартли / В. И. Слюсар, К. А. Васильев // Телекоммуникационные технологии и сети: 2-й Международный радиоэлектронный форум „Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития”, 19-23 сентября 2005 г.: тезисы докл. – Х., 2005. – С. 224–226.
2. Слюсар В. И. Исследование возможностей частотного уплотнения сигналов N-OFDM на основе базисных функций Хартли / В. И. Слюсар, К. А. Васильев, Ю. В. Уткин // Радиоэлектронные и компьютерные системы. – 2006. – № 6 (18). – С. 215 – 218.
3. Слюсар В. И. Потенциальные границы частотного уплотнения сигналов N-OFDM на основе базисных

функций Хартли / В. И. Слюсар, К. А. Васильев // Радиоэлектроника. Изв. высш. учеб. заведений. – 2008. – Т. 51. – № 3. – С. 21 – 27.

4. Брейсуэлл Р. Преобразование Хартли / Р. Брейсуэлл; пер. с англ. – М.: Мир, 1990. – 175 с.

5. Прокис Дж. Цифровая связь / Дж. Прокис; пер. с англ.; под ред. Д. Д. Кловского. – М.: Радио и связь, 2000. – 800 с.

6. Васильев К. А. Исследование границ частотного уплотнения сигналов N-OFDM на основе преобразования Хартли с различными видами модуляции частотных несущих / К. А. Васильев // Системы обработки информации. – 2012. – Вып. № 7 (105). – С. 51 – 54.

7. Слюсар В. И. Метод неортогональной дискретной частотной модуляции сигналов для узкополосных каналов связи / В. И. Слюсар, В. Г. Смоляр // Радиоэлектроника (Изв. высш. учеб. завед.). – 2004. – Т. 47. – № 4. – С. 53 – 59.

8. Бакут П. А. Методы определения границ точности в задачах оценивания неизвестных параметров / П. А. Бакут, В. П. Логинов, Ю. П. Шумилов // Зарубежная радиоэлектроника. – 1978. – № 5. – С. 3 – 36.

Поступила в редколлегию 21.05.2013

Рецензент: канд. техн. наук В. Г. Смоляр, Полтавский национальный технический университет им. Юрия Кондратюка, Полтава.

## ДОДАТКОВЕ УЩІЛЬНЕННЯ СИГНАЛІВ N-OFDM НА ОСНОВІ ПЕРЕТВОРЕННЯ ХАРТЛІ З АМПЛІТУДНО-ІМПУЛЬСНОЮ МОДУЛЯЦІЄЮ РІЗНОЇ ПОЛЯРНОСТІ

К.О. Васильев, В.І. Слюсар, С.В. Волошко

У статті досліджені граничні можливості частотного ущільнення сигналів N-OFDM на основі перетворення Хартлі з биполярною РАМ модуляцією частотних несущих. Шляхом імітаційного моделювання перевірена відповідність СКВ оцінок амплітуд сигналів нижній границі Крамера-Рао.

**Ключові слова:** неортогональна частотна дискретна модуляція, перетворення Хартлі, амплітудно-імпульсна модуляція, нижня границя Крамера-Рао.

## ADDITIONAL MULTIPLEXING OF N-OFDM SIGNALS ON THE BASIC OF THE HARTLEY TRANSFORM WITH PULSE AMPLITUDE MODULATION OF DIFFERENT POLARITY

K.A. Vasilyev, V.I. Slyusar, S.V. Voloshko

In article limiting possibilities of a frequency multiplexing of the signals N-OFDM on the basis of the Hartley transform with bipolar PAM modulation of the frequency carriers are investigated. By a simulation modelling correspondence root-mean-square error of estimations of amplitudes of signals to lower boundary of Kramer-Rao is checked up.

**Keywords:** non-orthogonal frequency division multiplexing, Hartley transform, pulse amplitude modulation, lower boundary of Kramer-Rao.

## НАШІ АВТОРИ

- БЕЗВЕРХИЙ**  
Андрій Миколайович Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, ад'юнкт
- БОЛЮБАШ**  
Олексій Олексійович Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник НДВ НЦ ПС
- ВАСИЛЬЄВ**  
Костянтин Олександрович Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Полтава, кандидат технічних наук, доцент кафедри
- ВАСИЛЬЄВ**  
Ігор Юрійович Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ, кандидат фіз.-мат. наук, старший науковий співробітник
- ВОЛОШКО**  
Сергій Володимирович Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка, Полтава, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, доцент кафедри
- ГАВРИЛЕНКО**  
Валерій Володимирович Національний транспортний університет, Київ, доктор фіз.-мат. наук, професор, завідувач кафедри
- ГАЛАЙ**  
Василь Миколайович Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та електропривода
- ГОРБЕНКО**  
Роман Анатолійович Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, аспірант
- ГРЕКОВ**  
Володимир Пилипович Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, кандидат технічних наук, доцент, старший науковий співробітник НДВ НЦ ПС
- ГРИНКЕВИЧ**  
Ганна Олександрівна Державний Університет Телекомунікацій, Київ, кандидат технічних наук, ст. викладач кафедри Телекомунікаційних Систем
- ГРОМИКО**  
Ігор Олексійович Харківський національний університет ім. В.Н. Каразіна, Харків, кандидат технічних наук, доцент, професор кафедри
- ДАВІКОЗА**  
Олександр Петрович Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця, начальник служби автоматизованих та інформаційних систем
- ДАННИК**  
Олександр Іванович Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, асистент кафедри автоматики та електропривода
- ДЗИСЮК**  
Олександр Васильович Метрологічний центр військових еталонів Збройних Сил України, Харків, начальник
- ДЗЮНДЗЮК**  
Вячеслав Борисович Національна академія державного управління при Президентові України, Харків, доктор державного управління, професор, завідувач кафедри
- ЖУРАКОВСКИЙ**  
Богдан Юрійович Державний університет інформаційно-комунікаційних технологій, Київ, доктор технічних наук, доцент, завідувач кафедрою
- ЗАГАЙНОВ**  
Сергій Олександрович Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, начальник відділення заступник начальника ІОЦ
- ЗУБРИЦЬКИЙ**  
Олег Олександрович Полтавський юридичний інститут Харківського національного університету «Юридична академія ім. Ярослава Мудрого», Полтава, кандидат технічних наук, доцент кафедри
- КАЛКАМАНОВ**  
Салім Аюпович Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова, Харків, доктор технічних наук, професор, професор кафедри
- КАЛУГІН**  
Денис Сергійович Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник НДВ НЦ ПС
- КОВАЛЬЧУК**  
Оксана Петрівна Національний транспортний університет, Київ, асистент кафедри інформаційних систем і технологій
- КОЖУХОВ**  
Дмитро Михайлович Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, слухач
- КОЖУХОВ**  
Олександр Михайлович Центр контролю космічного простору Національного центру управління і випробування космічних засобів, Євпаторія, інженер станції
- КОЗЕЛКОВА**  
Катерина Сергіївна Національний університет оборони України імені Івана Черняховського, Київ, доктор технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
- КОЗЛОВ**  
Юрій Валентинович Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків, кандидат технічних наук, старший викладач кафедри метрології та вимірювальної техніки
- КОНОВАЛОВ**  
Володимир Іванович Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, кандидат фіз.-мат. наук, доцент, доцент кафедри автоматики та електропривода
- КОРОБКО**  
Олексій Анатолійович Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, магістрант
- КОРОБЧИНСКИЙ**  
Максим Володимирович Воєнно-дипломатична академія, Київ, кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, вчений секретар вченої ради

- КОСЕНКО** ДП «Харківський науково-дослідний інститут технології машинобудування», Харків,  
*Віктор Васильович* кандидат технічних наук, доцент, директор
- КОТЛЯР** Генеральний штаб Збройних Сил України, Київ,  
*Сергій Семенович* кандидат технічних наук, начальник Озброєння Збройних Сил України
- КРАСНОБАЄВ** Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава,  
*Віктор Анатолійович* доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри
- КРИХОВЕЦЬКИЙ** Інститут спеціального зв'язку та захисту інформації НТУ України «КПІ», Київ,  
*Георгій Яремович* кандидат технічних наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник
- КУЦЕНКО** Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ,  
*Олексій Григорович* кандидат фіз.-мат. наук, доцент
- КУЧУК** Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків, доктор технічних  
*Георгій Анатолійович* наук, старший науковий співробітник, провідний науковий співробітник НДВ НЦ ПС
- ЛАНДСМАН** Національна академія державного управління при Президентові України, Харків,  
*Вадим Аркадійович* кандидат педагогічних наук, директор Харківського регіонального інституту
- ЛЕЩІНСЬКИЙ** Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків,  
*Володимир Олександрович* кандидат технічних наук, доцент кафедри програмної інженерії ХНУРЕ
- ЛИМАРЧЕНКО** Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ,  
*Олег Степанович* доктор технічних наук, професор
- ЛОШАКОВ** Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків,  
*Євген Сергійович* ад'юнкт
- МАКАРЕНКО** Державний Університет Телекомунікацій, Київ,  
*Анатолій Олександрович* кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри Телекомунікаційних Систем
- МИРГОРОД** Національний університет цивільного захисту України, Харків,  
*Оксана Володимирівна* кандидат технічних наук, доцент кафедри
- НЕЛЮБА** Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава,  
*Дмитро Миколайович* кандидат технічних наук, старший викладач кафедри автоматизації та електропривода
- НОВОЖИЛОВА** Харківський національний університет будівництва та архітектури, Харків,  
*Марина Володимирівна* доктор фізико-математичних наук, професор, завідувач кафедри
- ОДНОРАЛОВ** Департамент розробок і закупівлі озброєння та військової техніки Міністерства оборони  
*Ігор Васильович* України, кандидат технічних наук, в.о. директора департаменту
- ОРЛОВ** Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
*Сергій Володимирович* кандидат технічних наук, старший науковий співробітник НДВ НЦ ПС
- П'ЯНКОВ** Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,  
*Анатолій Андрійович* кандидат технічних наук, старший науковий співробітник НДВ НЦ ПС
- ПАЛІЙ** Київський національний університет будівництва і архітектури, Київ,  
*Сергій Володимирович* асистент кафедри інформатики.
- ПЕКУРОВСЬКИЙ** Національний авіаційний університет, м. Київ  
*Гліб Валерійович* аспірант
- ПОЛЯКОВ** Харківський національний економічний університет, Харків,  
*Андрій Олександрович* кандидат технічних наук, доцент кафедри
- ПОПОВ** Національний університет цивільного захисту України, Харків,  
*Вадим Михайлович* кандидат технічних наук, доцент, проректор
- ПРИБИЛЬНОВ** Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків,  
*Дмитро Вікторович* ад'юнкт
- ПУГАЧ** Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава,  
*Микола Володимирович* кандидат технічних наук, доцент кафедри
- РАСКІН** Національний технічний університет «ХПІ», Харків,  
*Лев Григорович* доктор технічних наук, професор
- РУБАН** Харківський університет Повітряних Сил імені Івана Кожедуба, Харків,  
*Ігор Вікторович* доктор технічних наук, професор, начальник кафедри
- СЕЛЕЗНЬОВ** Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків,  
*Сергій Володимирович* кандидат технічних наук, старший науковий співробітник НДВ НЦ ПС
- СЛЮСАРЬ** Центральний науково-дослідний інститут озброєння і військової техніки ЗСУ, Київ,  
*Вадим Іванович* доктор технічних наук, професор, головний науковий співробітник
- ТЕЛЮКОВ** Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків,  
*Сергій Миколайович* кандидат технічних наук, викладач кафедри
- УВАРОВА** Національний університет оборони України імені Івана Черняхівського, Київ,  
*Тетяна Володимирівна* старший науковий співробітник



<b>ХАРИТОНОВА</b> <i>Леся Василівна</i>	Національний транспортний університет, Київ, кандидат фізико-математичних наук, доцент
<b>ХРАЩЕВСЬКИЙ</b> <i>Рімвідас Вілімович</i>	Кіровоградська льотна академія Національного авіаційного університету, Кіровоград, доктор технічних наук, доцент, професор кафедри
<b>ЧУБ</b> <i>Ігор Андрійович</i>	Національний університет цивільного захисту України, Харків, доктор технічних наук, доцент, начальник кафедри
<b>ШЕФЕР</b> <i>Олександр Віталійович</i>	Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, кандидат технічних наук, доцент кафедри автоматики та електропривода
<b>ШУЛЬГА</b> <i>Олександр Васильович</i>	Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри автоматики та електропривода
<b>ЯСЬКО</b> <i>Галина Григорівна</i>	Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава, магістрант

## АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК

Безверхий А.М.	61	Кожухов Д.М.	12	Орлов С.В.	99
Боллобаш О.О.	96	Кожухов О.М.	12	П'янков А.А.	99
Васильєв І.Ю.	41	Козелкова К.С.	3	Палій С.В.	92
Васильєв К.О.	127	Козлов Ю.В.	58	Пекуровський Г.В.	35
Волошко С.В.	127	Коновалов В.І.	37	Поляков А.О.	137
Гавриленко В.В.	22	Коробчинский М.В.	28	Попов В.М.	120
Галай В.М.	48	Косенко В.В.	105	Прибильнов Д.В.	115
Горбенко Р.А.	87	Котляр С.С.	65	Пугач М.В.	37
Греков В.Ф.	99	Краснобаєв В.А.	87	Раскін Л.Г.	79
Гринкевич Г.О.	83	Криховецький Г.Я.	137	Рубан І.В.	115
Громико І.О.	101	Куценко О.Г.	41	Свид І.В.	124
Давікоза О.П.	105	Кучук Г.А.	105	Селєзньов С.В.	61
Данник А.І.	54	Ландсман В.А.	110	Слюсарь В.І.	127
Дзисюк О.В.	58	Лещинський В.О.	75	Телюков С.В.	61
Дзюндзюк В.Б.	110	Лимарченко О.С.	22	Уварова Т.В.	41
Жураковский Б.Ю.	25	Лошаков Є.С.	115	Харитонова Л.В.	41
Загайнов С.О.	137	Макаренко А.О.	130	Хращевський Р.В.	18
Зубрицкий О.А.	54	Миргород О.В.	118	Чуб І.А.	120
Калкаманов С.А.	105	Нелюба Д.М.	54	Шефер О.В.	48
Калугін Д.С.	61	Новожилова М.В.	120	Шульга О.В.	7, 54
Ковальчук О.П.	22	Одноралов І.В.	68	Ясько Г.Г.	7

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ**  
**ЗБІРНИК НАУКОВИХ ПРАЦЬ**  
**Випуск 2 (26)**

Відповідальна за випуск *К.С. Козелкова*

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 19512-93/2ПР від 16.11.2012 р.

Комп'ютерна верстка: *Т.В. Уварова*

Оформлення обкладинки: *І.В. Ільїна*

Техн. редактор *Т.В. Уварова*

Коректор *В.В. Богомаз*

Підписано до друку 27.06.2013

Формат 60×84/8

Папір офсетний

Гарнітура «Times New Roman»

Друк – різograf

Ум.-друк. арк. – 18,0

Обл.-вид. арк. – 16,95

Ціна договiрна

Наклад 150 прим.

Зам. 627-13

Адреса редакції: Україна, 36011, м. Полтава, Першотравневий проспект, 24, тел. (066) 706-18-30  
Полтавський Національний технічний університет імені Юрія Кондратюка

Віддруковано з готових оригінал-макетів у друкарні ФОП Петров В.В.  
Єдиний державний реєстр юридичних осіб та фізичних осіб-підприємців.  
Запис № 24800000000106167 від 08.01.2009.

61144, м. Харків, вул. Гв. Широїнівців, 79в, к. 137, тел. (057) 778-60-34  
e-mail: [bookfabric@rambler.ru](mailto:bookfabric@rambler.ru)