

681.5
С 40 **I**NFORMATION

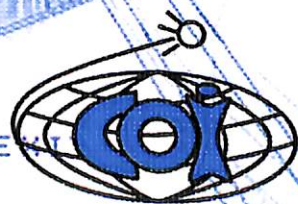
ISSN 1681-7710

PROCESSING

SYSTEMS

СИСТЕМИ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

ВИПУСК 2 (161)



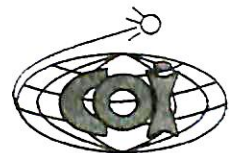
Харків - 2020

6P1.5
C40

ISSN 1681-7710



МІНІСТЕРСТВО ОБОРОНИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПОВІТРЯНИХ СИЛ ІМЕНІ ІВАНА КОЖЕДУБА



Системи обробки інформації

Щоквартальне
наукове видання

Випуск 2 (161)

Заснований
у березні 1996 року

У збірнику відображено результати досліджень з розробки нових інформаційних технологій як для рішення традиційних задач збору, обробки та відображення даних, так і для побудови систем обробки інформації у різних проблемних галузях. Збірник призначений для наукових працівників, викладачів, докторантів, ад'юнктів, аспірантів, а також курсантів та студентів старших курсів відповідних спеціальностей.

Засновник і видавець:
Харківський національний
університет Повітряних Сил
імені Івана Кожедуба

61023, м. Харків-23,
вул. Сумська, 126.
а/с 11800

Телефон:
+38 (057) 704-91-97
+38 (067) 998-02-70

E-mail редколегії:
editor@journal-hnups.com.ua

Інформаційний сайт:
journal-hnups.com.ua

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ
В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ
—+—
ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ
В СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ
—+—
МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ
—+—
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ
—+—
ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ
ТА КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА
—+—
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ДЛЯ ЗАПОБІГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ
—+—
МЕТРОЛОГІЯ,
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ
ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ



БІБЛІОТЕКА ХУПС

№ 132.081

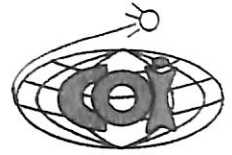
НАВЧАЛЬНИЙ ФОНД

Харків • 2020



MINISTRY OF DEFENCE OF UKRAINE
IVAN KOZHEDUB KHARKIV NATIONAL
AIR FORCE UNIVERSITY

ISSN 1681-7710



Information Processing Systems

Quarterly
scientific publication

Issue 2 (161)

Founded in March, 1996

The journal Information Processing Systems was founded in 1996 and became first information platform for Ukrainian specialists in the field of data-processing system. The objective of journal is to publish research finding on the development of new information technologies both for solving traditional problems such as harvesting, manipulating and presentation of data and for building data-processing system in different fields.

Founder and publisher:
Ivan Kozhedub Kharkiv National
Air Force University

Address: a/c 11800,
Sumska street 126,
Kharkiv, 61023,
Ukraine

Phone: +38 (057) 704-91-97
+38 (067) 998-02-70

E-mail:
editor@journal-hnups.com.ua

Website:
journal-hnups.com.ua

INFORMATION PROCESSING
IN COMPLEX ENGINEERING SYSTEMS



INFORMATION PROCESSING
IN COMPLEX ORGANIZATIONAL SYSTEMS



MATHEMATICAL MODELS AND METHODS



INFORMATION TECHNOLOGIES
AND CONTROL SYSTEMS



INFORMATION SECURITY
AND CYBERSECURITY



INFORMATION TECHNOLOGIES
IN EMERGENCY PREVENTION
AND MITIGATION



METROLOGY,
INFORMATION AND MEASUREMENT
TECHNOLOGIES AND SYSTEMS



Kharkiv • 2020

З М І С Т

C O N T E N T S

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

- Дзигора О.М., Таршин В.А., Залевський Г.С.*
Цифроаналоговий метод формування сигналів
із адаптивно змінюваними параметрами 7
- Мартинчук О.О., Зубрицький Г.М.,
Лі Сюань, Мартинчук О.О.*
Деякі обмеження оцінювання пропускної
здатності ММО-каналу подвійної
поляризації (engl.) 16

ОБРОБКА ІНФОРМАЦІЇ В СКЛАДНИХ ОРГАНІЗАЦІЙНИХ СИСТЕМАХ

- Калачова В.В., Ткачук С.С.,
Меренті Є.О., Третьак Д.В.*
Багатокритеріальний синтез організаційної
структури білінгвової інформаційної системи
методом аналізу ієрархій 22
- Сорока М.Ю., Сало Н.А., Матиущенко О.Г.*
Інтелектуальна навчальна система підготовки
диспетчерів управління повітряним рухом 29

МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ

- Гадецька С.В., Дубницький В.Ю.,
Кушнерук Ю.І., Ходирев О.І.*
Планування експерименту при розв'язанні
оберненої задачі побудови толерантних
(референсних) інтервалів 37
- Годзь С.В., Можаровський В.М.*
Математична модель визначення загального
обсягу навчальних годин комплексної
програми бойової підготовки військового
формування типу з'єднання (частина)
будь-якого ступеня готовності 47
- Засядько А.А.*
Способи спрощення задачі нелінійного
програмування на основі класифікації
обмежень 59

ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ

- Мартовицький В.О., Рубан І.В., Лукова-Чуйко Н.В.,
Кортяк Є.Ю., Кругликов Є.О.*
Модель моніторингу мережної інфраструктури
на основі стандарту FIPA (engl.) 71
- Кулик І.А., Шевченко М.С.*
Розробка інформаційно-керуючих систем
на основі двійкової біноміальної системи
числення 78

INFORMATION PROCESSING IN COMPLEX ENGINEERING SYSTEMS

- Dzihora O., Tarshyn V., Zalevsky G.*
Digital-analog method of forming a signals with
adaptively changed parameters 7
- Martynchuk A., Zubrytskyi H.,
Li Xuan, Martynchuk O.*
Some limitations of evaluating
dual-polarized MIMO
channel capacity 16

INFORMATION PROCESSING IN COMPLEX ORGANIZATIONAL SYSTEMS

- Kalachova V., Tkachuk S.,
Merenti Y., Tretyak D.*
Multi-criterion synthesis of the organizational
structure of the billing information system by the
method of analysis of hierarchies 22
- Soroka M., Salo N., Matiushchenko O.*
Intelligent training system for training
management controllers by air traffic 29

MATHEMATICAL MODELS AND METHODS

- Gadetska S., V Dubnitskiy.,
Kushneruk Yu., Khodyrev A.*
Design of experiment in inverse
problem solution of tolerance
(reference) intervals buildup 37
- Hodz S., Mozharovskyi V.*
Mathematical model for determining
the total volume of teaching hours
of the complete combat training program
for military formation of tactic formation (unit)
type of any degree of readiness 47
- Zasjadko A.*
Methods of simplifying the problem
of nonlinear programming on the basis
of classification of limitations 59

INFORMATION TECHNOLOGIES AND CONTROL SYSTEMS

- Martovitsky V., Ruban I., Lukova-Chuiko N.,
Kortyak E., Kruglikov Y.*
Model monitoring network infrastructure
based on standard FIPA 71
- Kulyk I., Shevchenko M.*
Development of information-management
systems on basis of binary binomial
number systems 78

**ЗАХИСТ ІНФОРМАЦІЇ
ТА КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА**

Борисенко О.А., Горішняк А.О., Бережна О.В., Сердюк В.В., Яковлев М.М.
Оцінка завадостійкості кодування десяткових цифр рівноважними комбінаціями 86

Дудикевич В.Б., Микитин Г.В., Галунець М.О.
Системна модель інформаційної безпеки “розумного міста” 93

**ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ДЛЯ ЗАПОБИГАННЯ ТА ЛІКВІДАЦІЇ
НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЙ**

Тютюник В.В., Черногор Л.Ф., Калугін В.Д., Агазаде Т.Х.
Інформаційно-технічний метод моніторингу та прогнозування рівня сейсмічної небезпеки локальної території Земної кулі 99

**МЕТРОЛОГІЯ,
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ
ТЕХНОЛОГІЇ ТА СИСТЕМИ**

Альошин Г.В., Коломійцев О.В., Акулінін Г.В., Клівець С.І.
Параметричний та структурний оптимальний синтез багатомасштабних радіотехнічних інформаційно-вимірювальних систем 114

Алфавітний покажчик 122

**INFORMATION SECURITY
AND CYBERSECURITY**

Borysenko O., Horishniak A., Berezhna O., Serdiuk V., Yakovlev M.
Noise immunity estimation of decimal digit encoding by equilibrium combinations 86

Dudykevych V., Mykytyn G., Halunets M.
Systemic model of “smart city” information security 93

**INFORMATION TECHNOLOGIES
IN EMERGENCY PREVENTION
AND MITIGATION**

Tiutiunyk V., Chernogor L., Kalugin V., Agazade T.
Information and technical method of monitoring and forecasting the seismic danger of the local territory of the Earth 99

**METROLOGY,
INFORMATION AND MEASUREMENT
TECHNOLOGIES AND SYSTEMS**

Aloshin G., Kolomiitsev O., Akulinin G., Klivets S.
Parametric and structural optimal synthesis of the multiscale radiotechnical informatively-measuring systems 114

Alphabetical index 122

Обробка інформації в складних технічних системах

УДК 621.396.96

DOI: 10.30748/soi.2020.161.01

О.М. Дзігора, В.А. Таршин, Г.С. Залевський

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

ЦИФРОАНАЛОГОВИЙ МЕТОД ФОРМУВАННЯ СИГНАЛІВ ІЗ АДАПТИВНО ЗМІНЮВАНИМИ ПАРАМЕТРАМИ

Розглядаються особливості цифровоаналогового формування радіолокаційних зондувальних сигналів, що забезпечують низький рівень бічних пелюсток сигналів на виході пристрою обробки. Обговорюються можливості використання комбінованих цифровоаналогових формувачів, побудованих на основі цифрових синтезаторів прямого цифрового синтезу та квадратурних модуляторів, в уніфікованих збуджувачах радіопередавальних пристроїв перспективних багатофункціональних радіолокаційних станцій. Пропонується удосконалена математична модель пристрою квадратурного цифровоаналогового формування сигналів із складними законами модуляції параметрів.

Ключові слова: адаптація режиму зондування, квадратурний модулятор, нелінійна частотна модуляція, рівень бічних пелюсток, цифровоаналоговий метод, цифровий синтезатор сигналів.

Вступ

Постановка проблеми. Характерною тенденцією сучасного розвитку багатофункціональних радіолокаційних станцій (БФ РЛС) є оптимізація режиму зондування відповідно до вирішуваних інформаційних завдань, а також адаптація параметрів часо-частотної модуляції зондувальних сигналів (ЗС) відповідно до поточної цільової та заводової обстановки, що склалася в зоні дії РЛС [1].

Використання в сучасних РЛС складних ЗС (із лінійною частотною модуляцією (ЛЧМ) та фазовою кодовою маніпуляцією (ФКМ)) дозволяє забезпечити одночасно потрібне розділення цілей за дальністю і швидкістю, що неможливо при використанні простих сигналів [2–4]. Небажаним побічним продуктом стиснення складних сигналів є бічні пелюстки сигналу на виході пристрою обробки, високий рівень яких ускладнює виявлення й розділення сигналів від близько розташованих у просторі повітряних об'єктів, особливо при різних значеннях їх ефективної поверхні розсіювання. Особливої актуальності набуває питання спостереження сигналів, відбитих від малорозмірних, малопомітних засобів повітряного нападу, зокрема безпілотних літальних апаратів, на фоні об'єктів великих розмірів та завод. Це стало причиною, що в останній час велика увага приділяється питанням удосконалення методів та пристроїв формування, приймання та узгодженої обробки сигналів з нелінійною частотною модуляцією (НЧМ), що забезпечують низький рівень бічних пелюсток (РБП) прийнятих сигналів при їх обробці [2–8].

Різноманіття розв'язуваних інформаційних завдань, прагнення поєднувати корисні властивості різ-

них видів ЗС, потреба комплексного вирішення питань підвищення інформативності, захисту від завод і прихованості роботи сучасних багатофункціональних й спеціалізованих РЛС обумовлює доцільність використання в них уніфікованих радіопередавальних пристроїв (РПП). Такі РПП повинні забезпечувати можливість формування широкого ансамблю високостабільних простих і складних одиночних, складових (за часом) і квазішумових складових сигналів з різною базою; швидкого переходу (від імпульсу до імпульсу або від періоду до періоду) від одного виду сигналу до іншого; гнучкої зміни амплітудно-частотно-часових параметрів формованих сигналів, залежно від етапу бойової роботи й реальної цільової і заводової обстановки.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Аналізу можливостей сучасних методів формування складних ЗС присвячена значна кількість публікацій, зокрема [1; 9–19]. У роботах [14–16; 22] показано, що у дійсний час найбільш перспективними для формування складних сигналів зі змінюваними параметрами є комбіновані таблично-обчислювальні цифрові синтезатори сигналів (ЦСС).

Велика увага в літературі останній час приділяється інтегральним ЦСС серійного виробництва, що реалізують метод прямого цифрового синтезу (Direct Digital Synthesizer – DDS). Як показано в роботах [10; 14–16; 22–24], перевагами таких синтезаторів є: малий крок сітки частот, висока швидкість перебудови частоти, безперервність фази при перебудові частоти, низький рівень фазових шумів, простий алгоритм формування складних сигналів, можливість незалежного керування амплітудою, фазою