

5(78)/2015

REFEREED EDITION

# INFORMATSIONNO- UPRAVLIAIUSHCHIE SISTEMY (INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS)

**Founder**

«Information and Control Systems», Ltd.

**Publisher**Saint-Petersburg State University  
of Aerospace Instrumentation**Editor-in-Chief**

M. Sergeev

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

**Deputy Editor-in-Chief**

E. Krouk

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

**Executive secretary**

O. Muravtsova

**Editorial Council**

C. Christodoulou

PhD, Professor, Albuquerque, New Mexico, USA

L. Chubraeva

RAS Corr. Member, Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

L. Fortuna

PhD, Professor, Catania, Italy

A. Fradkov

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

V. Kozlov

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

B. Meyer

Dr. Sc., Professor, Zurich, Switzerland

A. Ovodenko

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Y. Podoplyokin

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Yu. Shokin

RAS Academician, Dr. Sc., Phys.-Math., Novosibirsk, Russia

V. Simakov

Dr. Sc., Tech., Professor, Moscow, Russia

V. Vasilev

RAS Corr. Member, Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

R. Yusupov

RAS Corr. Member, Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

**Editorial Board**

V. Anisimov

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

B. Bezruchko

Dr. Sc., Phys.-Math., Saratov, Russia

N. Blaunstein

Dr. Sc., Phys.-Math., Professor, Beer-Sheva, Israel

A. Dudin

Dr. Sc., Tech., Professor, Minsk, Belarus

I. Dumer

PhD., Professor, Riverside, USA

V. Khimenko

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

G. Maltsev

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

V. Melekhin

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

A. Shalyto

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

A. Shepeta

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

A. Smirnov

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

Z. Yuldashev

Dr. Sc., Tech., Professor, St. Petersburg, Russia

A. Zeifman

Dr. Sc., Phys.-Math., Vologda, Russia

**Editor:** A. Larionova**Proofreader:** T. Zvertanovskaia**Design:** N. Karavaeva, M. Chernenko**Layout and composition:** N. Karavaeva**Contact information**

The Editorial and Publishing Center, SUAI

67, B. Morskaia, 190000, St. Petersburg, Russia

Website: <http://i-us.ru/en>, E-mail: [ius.spb@gmail.com](mailto:ius.spb@gmail.com)

Tel.: +7 - 812 494 70 02

The Journal was registered in the Ministry of Press,  
Broadcasting and Mass Media of the Russian Federation.  
Registration Certificate JD № 77-12412 from April, 19, 2002.  
Re-registration in the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom,  
Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR)  
due to change of the founder: «Information and Control Systems», Ltd.,  
JD № F577-49181 from March, 30, 2012.

**THEORETICAL AND APPLIED MATHEMATICS**

**Balonin N. A., Djokovic D. Z.** Negaperiodic Golay Pairs  
and Hadamard Matrices

2

**INFORMATION PROCESSING AND CONTROL**

**Krasilnikov N. N., Krasilnikova O. I.** Methods of Converting 2D Images  
and Videos into Stereoscopic Format

18

**Lyamin A. V., Cherepovskaya E. N.** Experimental Studies of Biometric  
User Identification Based on the Data of Eye Tracker Tobii X2-30

26

**Yastrebov V. A., Veselov A. I., Gilmudinov M. R.** Basic Methods and  
Principles of Developing Image Inpainting Algorithms

34

**INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS**

**Khimenko V. I.** Laser Information Systems: Developing a Statistical Theory

43

**Ardashov A. A., Arseniev V. N., Silantyev S. B.** Processing Miscellaneous  
Statistical Information about Control System Accuracy Characteristics

55

**Muromtsev D. Yu., Gribkov A. N., Kurkin I. A.** Knowledge Base of an  
Intelligent Information Control System for a Multidimensional Object

60

**SYSTEM AND PROCESS MODELING**

**Barkovsky E. A., Sokolov A. V.** Optimal Control of Two Parallel FIFO  
Queues on an Infinite Time

65

**Grankin M. A.** Model for Estimating the Average Number of Backlogged  
Users of M2M Systems in 5G Mobile Networks

72

**HARDWARE AND SOFTWARE RESOURCES**

**Kosmynina N. A., Legalov A. I., Barkov A. V., Lapin A. A.** Spacecraft  
Control Language Development

82

**Ponomarev A. V.** Decentralized Recommendation System Architecture  
Based on Locality-Sensitive Hashing

91

**INFORMATION CODING AND TRANSMISSION**

**Malichenko D. A.** Heuristic Algorithm for Calculating the Size of Tiers  
in a Hierarchical Storage System

100

**INFORMATION CHANNELS AND MEDIUM**

**Gurevich V. E., Egorov S. G.** Performance Analysis of Nonlinear  
Distortions of RF Signal in Wireless CDMA Downlink with Quadrature  
Amplitude Modulation

106

**SYSTEM ANALYSIS**

**Vostrikov A. A., Sergeev M. B., Litvinov M. Yu.** Masking of Digital  
Visual Data: the Term and Basic Definitions

116

**CONTROL IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS**

**Grigorieva X. V.** Pareto Optimality in a Static Competitive  
Decision-Making Model

124

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

130

Submitted for publication 03.09.15. Passed for printing 20.10.15. Format 60×84<sub>1/8</sub>.  
Offset paper. Phototype SchoolBookC. Offset printing.

Layout original is made at the Editorial and Publishing Center, SUAI.  
67, B. Morskaia, 190000, St. Petersburg, Russia  
Printed from slides at the Editorial and Publishing Center, SUAI.  
67, B. Morskaia, 190000, St. Petersburg, Russia

The journal is distributed by subscription. Subscription can be made in the Editorial and publishing  
center, SUAI as well as in any post office based on «Rospechat» catalogue:  
№ 48060 — annual subscript, № 15385 — semiannual subscript.

5(78)/2015

РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ИЗДАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННО-  
УПРАВЛЯЮЩИЕ  
СИСТЕМЫУчредитель  
ООО «Информационно-управляющие системы»

Издатель

Санкт-Петербургский государственный университет  
аэрокосмического приборостроения

Главный редактор

М. Б. Сергеев,  
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Зам. главного редактора

Е. А. Крук,  
д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Ответственный секретарь

О. В. Муравцова

Редакционный совет:

Председатель А. А. Оводенко,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

В. Н. Васильев,

чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

В. Н. Козлов,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

К. Кристоделу,

д-р наук, проф., Альбукерке, Нью-Мексико, США

Б. Мейер,

д-р наук, проф., Цюрих, Швейцария

Ю. Ф. Подоплёкин,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

В. В. Симаков,

д-р техн. наук, проф., Москва, РФ

Л. Фортуну,

д-р наук, проф., Катания, Италия

А. Л. Фрадков,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Л. И. Чубраева,

чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, С.-Петербург, РФ

Ю. И. Шокин,

акад. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф., Новосибирск, РФ

Р. М. Юсупов,

чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Редакционная коллегия:

В. Г. Анисимов,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Б. П. Безручко,

д-р физ.-мат. наук, проф., Саратов, РФ

Н. Блаунштейн,

д-р физ.-мат. наук, проф., Беэр-Шева, Израиль

А. Н. Дудин,

д-р физ.-мат. наук, проф., Минск, Беларусь

И. И. Думер,

д-р наук, проф., Риверсайд, США

А. И. Зейфман,

д-р физ.-мат. наук, проф., Вологда, РФ

Г. Н. Мальцев,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

В. Ф. Мелехин,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

А. В. Смирнов,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

В. И. Хименко,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

А. А. Шалыто,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

А. П. Шепета,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

З. М. Юлдашев,

д-р техн. наук, проф., С.-Петербург, РФ

Редактор: А. Г. Ларионова

Корректор: Т. В. Звертановская

Дизайн: Н. Н. Караваева, М. Л. Черненко

Компьютерная верстка: Н. Н. Караваева

Адрес редакции: 190000, Санкт-Петербург,

Б. Морская ул., д. 67, ГУАП, РИЦ

Тел.: (812) 494-70-02, e-mail: ius.spb@gmail.com, сайт: http://i-us.ru

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати,

телевидения и средств массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № 77-12412 от 19 апреля 2002 г.

Перерегистрирован в Роскомнадзоре.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-49181 от 30 марта 2012 г.

Журнал входит в «Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий,  
в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертации  
на соискание ученой степени доктора и кандидата наук».

© Коллектив авторов, 2015

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

*Balonin N. A., Djokovic D. Z. Negaperiodic Golay Pairs  
and Hadamard Matrices*

2

## ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

*Красильников Н. Н., Красильникова О. И. Методы конвертации  
2D-изображений и видео в стереоскопический формат*

18

*Лямин А. В., Череповская Е. Н. Экспериментальные исследования  
биометрической идентификации пользователей на основе данных  
айтрекера Tobii X2-30*

26

*Ястребов В. А., Веселов А. И., Гильмутдинов М. Р. Базовые методы  
и принципы построения алгоритмов восстановления регионов  
изображений*

34

## ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Хименко В. И. Лазерные информационные системы: принципы  
построения статистической теории*

43

*Ардашов А. А., Арсеньев В. Н., Силантьев С. Б. Метод обработки  
неоднородной статистической информации о характеристиках  
точности системы управления*

55

*Муромцев Д. Ю., Грибков А. Н., Куркин И. А. База знаний  
интеллектуальной информационно-управляющей системы  
многомерным объектом*

60

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

*Барковский Е. А., Соколов А. В. Оптимальное управление  
двумя параллельными FIFO-очередями на бесконечном времени*

65

*Гранкин М. А. Модель для оценки среднего количества активных  
абонентов в системе межмашинного взаимодействия  
в сетях 5-го поколения*

72

## ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

*Космынина Н. А., Легалов А. И., Барков А. В., Лапин А. А. Разработка  
языка управления космическими аппаратами*

82

*Пономарев А. В. Архитектура децентрализованной рекомендующей  
системы, основанной на применении локально-чувствительного  
хеширования*

91

## КОДИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

*Маличенко Д. А. Эвристический алгоритм расчета размеров памяти  
в многоуровневой системе хранения*

100

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ И СРЕДЫ

*Гуревич В. Э., Егоров С. Г. Исследование нелинейных искажений радио-  
сигнала в системе CDMA с квадратурно-амплитудной модуляцией*

106

## СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ

*Востриков А. А., Сергеев М. Б., Литвинов М. Ю. Маскирование  
цифровой визуальной информации: термин и основные определения*

116

## УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

*Григорьева К. В. Парето-оптимальность в статической  
конкурентной модели принятия решений*

124

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

130

Сдано в набор 03.09.15. Подписано в печать 20.10.15. Формат 60×84 1/8.

Бумага офсетная. Гарнитура SchoolBookC. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 15,6. Уч.-изд. л. 19,5. Тираж 1000 экз. Заказ 377.

Оригинал-макет изготовлен в редакционно-издательском центре ГУАП.

190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67.

Отпечатано с готовых диапозитивов в редакционно-издательском центре ГУАП.

190000, Санкт-Петербург, Б. Морская ул., 67.

Журнал распространяется по подписке. Подписку можно оформить  
через редакцию, а также в любом отделении связи по каталогу «Роспечать»:  
№ 48060 — годовой индекс, № 15385 — полугодовой индекс.