

2(99)/2019

PEER REVIEWED JOURNAL

INFORMATSIONNO- UPRAVLIAYUSHCHIE SISTEMY (INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS)

Founder

«Information and Control Systems», Ltd.

PublisherSaint-Petersburg State University
of Aerospace Instrumentation**Editor-in-Chief**

M. Sergeev

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

Deputy Editor-in-Chief

E. Krouk

Dr. Sc., Professor, Moscow, Russia

Executive secretary

O. Muravtsova

Editorial Board

S. Andreev

PhD, Tampere, Finland

V. Anisimov

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

B. Bezruchko

Dr. Sc., Professor, Saratov, Russia

N. Blaustein

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

C. Christodoulou

PhD, Professor, Albuquerque, New Mexico, USA

A. Dudin

Dr. Sc., Professor, Minsk, Belarus

I. Dumer

PhD., Professor, Riverside, USA

M. Favorskaya

Dr. Sc., Professor, Krasnoyarsk, Russia

L. Fortuna

PhD, Professor, Catania, Italy

A. Fradkov

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

A. Hramov

Dr. Sc., Professor, Innopolis, Russia

L. Jain

PhD, Professor, Canberra, Australia

V. Khimenko

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

G. Maltsev

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

G. Matvienko

Dr. Sc., Professor, Tomsk, Russia

A. Myllari

PhD, Professor, Grenada, West Indies

Y. Podoplyokin

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

J. Seberry

PhD, Professor, Wollongong, Australia

A. Shalyto

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

A. Shepeta

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

Yu. Shokin

RAS Academician, Dr. Sc., Novosibirsk, Russia

A. Smirnov

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

T. Sutikno

PhD, Associate Professor, Yogyakarta, Indonesia

Z. Yuldashev

Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

R. Yusupov

RAS Corr. Member, Dr. Sc., Professor, Saint-Petersburg, Russia

A. Zeifman

Dr. Sc., Professor, Volgda, Russia

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

The Editorial and Publishing Center, SUAI

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

Website: <http://i-us.ru/en>, e-mail: i.us.spb@gmail.com

Tel.: +7 - 812 494 70 02

THEORETICAL AND APPLIED MATHEMATICS**Vassiliev N. N., Parasidis I. N., Providas E.** Exact solution method for Fredholm integro-differential equations with multipoint and integral boundary conditions. Part 2. Decomposition-extension method for squared operators 2**Khimenko V. I.** Probabilistic analysis of two-dimensional vector random processes on the phase plane 10**INFORMATION PROCESSING AND CONTROL****Konovalev P. A., Kornilova A. V., Korolev D. M., Reneva G. V., Fradkov A. L., Shirokolobov I. Yu., Yarosh D. S.** A team of soccer robots for RoboCup competitions in SSL league: system and algorithms 19**Ivanko D. V., Ryumin D. A., Karpov A. A., Zelezny M.** Measuring the effect of high-speed video data on the audio-visual speech recognition accuracy 26**Rukavitsyn A. N.** Data clustering in distributed monitoring systems 35**SYSTEM AND PROCESS MODELING****Klucharev A. A., Fomenkova A. A.** Mathematical model of a fixed-biomass anaerobic bioreactor as a control object 44**HARDWARE AND SOFTWARE RESOURCES****Gordeyev A. V., Andreyeva A. V.** OpenLDAP directory service structure as a search filter 52**INFORMATION SECURITY****Novikova E. S., Kotenko I. V.** Open challenges in visual analytics for security information and event management 57**INFORMATION CODING AND TRANSMISSION****Sovetov B. Ya., Tatarnikova T. M., Poymanova E. D.** Organization of multi-level data storage 68**Belim S. V., Rakitskiy Yu. S.** Using families of orthogonal functions for coding messages in a chaotic masking scheme 76**INFORMATION INSTRUMENTATION AND EDUCATION****Komarov V. A., Sarafanov A. V., Tumkovskiy S. R.** Multi-user distributed information-control systems as an element of modern digital educational environment 83**CHRONICLES AND INFORMATION**

Computer Assisted Mathematics – CAM-2019 95

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

96

Submitted for publication 27.02.19. Passed for printing 17.04.19. Format 60x84_{1/8}.
Phototype SchoolBookC. Digital 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, RussiaThe 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 «Pressa Rossii» catalogue.
№ 15385 — semiannual subscript.

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 № FS77-49181 from March, 30, 2012. © Corporate authors, 2019

2(99)/2019

РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ИЗДАНИЕ

ИНФОРМАЦИОННО-
УПРАВЛЯЮЩИЕ
СИСТЕМЫ

Учредитель
ООО «Информационно-управляющие системы»
Издатель
Санкт-Петербургский государственный университет
аэрокосмического приборостроения
Главный редактор
М. Б. Сергеев,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
Зам. главного редактора
Е. А. Крук,
д-р техн. наук, проф., Москва, РФ
Ответственный секретарь
О. В. Муравцова
Редакционная коллегия:
С. Д. Андреев,
канд. техн. наук, Тампере, Финляндия
В. Г. Анисимов,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
Б. П. Безручко,
д-р физ.-мат. наук, проф., Саратов, РФ
Н. Блаунштейн,
д-р физ.-мат. наук, проф., Беэр-Шева, Израиль
Л. С. Джайн,
д-р наук, проф., Канберра, Австралия
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
К. Кристоделу,
д-р наук, проф., Альбукерке, Нью-Мексико, США
Г. Н. Мальцев,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
Г. Г. Матвиенко,
д-р физ.-мат. наук, проф., Томск, РФ
А. А. Мюллери
д-р наук, профессор, Гренада, Вест-Индия
Ю. Ф. Подоплёкин,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
Д. Себерри,
д-р наук, проф., Волонгонг, Австралия
А. В. Смирнов,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
Т. Суткиноу
д-р наук, доцент, Джокарта, Индонезия
М. Н. Фаворская,
д-р техн. наук, проф., Красноярск, РФ
Л. Фортуна,
д-р наук, проф., Катания, Италия
А. Л. Фрадков,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
В. И. Хименко,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
А. Е. Храмов,
д-р физ.-мат. наук, Иннополис, РФ
А. А. Шальто,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
А. П. Шепета,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
Ю. И. Шокин,
акад. РАН, д-р физ.-мат. наук, проф., Новосибирск, РФ
З. М. Юлдашев,
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
Р. М. Юсупов,
чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ
Редактор: А. Г. Ларионова
Корректор: Т. В. Звертановская
Дизайн: М. Л. Черненко, Ю. В. Умницына
Компьютерная верстка: Ю. В. Умницына
Адрес редакции: 190000, Санкт-Петербург,
Б. Морская ул., д. 67, ГУАП, РИЦ
Тел.: (812) 494-70-02, эл. адрес: ius.spb@gmail.com,
сайт: http://i-us.ru

Журнал зарегистрирован в Министерстве РФ по делам печати,
телерадиовещания 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.
© Коллектив авторов, 2019

ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

Vassiliev N. N., Parasidis I. N., Providas E. Exact solution method for Fredholm integro-differential equations with multipoint and integral boundary conditions. Part 2. Decomposition-extension method for squared operators

2

Хименко В. И. Вероятностный анализ двумерных векторных случайных процессов на фазовой плоскости

10

ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

Коновалов П. А., Корнилова А. В., Королев Д. М., Ренева Г. В., Фрадков А. Л., Широколов И. Ю., Ярош Д. С. Команда роботов-футболистов для соревнований RoboCup в лиге SSL: система и алгоритмы

19

Иванько Д. В., Рюмин Д. А., Карпов А. А., Железны М. Исследование влияния высокоскоростных видеоданных на точность распознавания аудиовизуальной речи

26

Рукавицын А. Н. Кластеризация данных в распределенных системах мониторинга

35

МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

Ключарёв А. А., Фоменкова А. А. Математическая модель анаэробного биореактора с закрепленной биомассой как объекта управления

44

ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

Гордеев А. В., Андреев А. В. Структура каталога как фильтр поиска записей службы каталогов OpenLDAP

52

ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

Новикова Е. С., Котенко И. В. Открытые задачи визуального анализа в системах управления информационной безопасностью

57

КОДИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

Советов Б. Я., Татарникова Т. М., Пойманова Е. Д. Организация многоуровневого хранения данных

68

Белии С. В., Ракицкий Ю. С. Использование семейств ортогональных функций для кодирования данных в схеме хаотической маскировки

76

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИЕ

Комаров В. А., Сарафанов А. В., Тумковский С. Р. Многопользовательские распределенные измерительно-управляющие системы как элемент современной цифровой образовательной среды

83

ХРОНИКА И ИНФОРМАЦИЯ

Международная конференция по компьютерной математике — SAM-2019

95

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

96

Журнал входит в БД SCOPUS, в RSCI на платформе Web of Science и в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Сдано в набор 27.02.19. Подписано в печать 17.04.19. Формат 60×84/8.
Гарнитура SchoolBookC. Печать цифровая.
Усл. печ. л. 11,7. Уч.-изд. л. 16,2. Тираж 1000 экз (1-й завод 84 экз.). Заказ № 148.
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 в любом отделении связи по каталогу «Пресса России»: № 15385 — полугодовой индекс.