

## SCIENTIFIC JOURNAL

6(97)/2018

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., 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. Blaunstein  
 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, Saratov, 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  
 V. Melekhin

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

PhD, Professor, Grenada, West Indies  
 Y. Podolyokin

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

PhD, Professor, Wollongong, Australia  
 A. Shalyto

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

Dr. Sc., Professor, Tomsk, 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. Zeffman  
 Dr. Sc., Professor, Vologda, Russia

Editor: A. Larionova

Proofreader: T. Zvertanovskaya

Design: M. Chernenko, Y. Umnitsina

Layout and composition: Y. Umnitsina

Contact information

The Editorial and Publishing Center, SUAI

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

Website: <http://i-us.ru/en>, e-mail: 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 № FS77-49181 from March, 30, 2012.

© Corporate authors, 2018

**THEORETICAL AND APPLIED MATHEMATICS**

**Balonin N. A., Sergeev M. B.** *Helping Hadamard conjecture to become a theorem. Part 1* 2

**Vassiliev N. N., Parasidis I. N., Providas E.** *Exact solution method for Fredholm integro-differential equations with multipoint and integral boundary conditions. Part 1. Extention method* 14

**Edneral V. F., Timofeevskaya O. D.** *Normal form method in search for periodic solutions of ordinary differential equations. Case of the fourth order* 24

**INFORMATION PROCESSING AND CONTROL**

**Favorskaya M. N., Buryachenko V. V.** *Background extraction method for analysis of natural images captured by camera traps* 35

**Voronin A. V., Maltsev G. N., Sokhen M. Yu.** *Data visualization quality in a geographic information system using golden ratio properties* 46

**SYSTEM AND PROCESS MODELING**

**Maksimenko V. A., Kuc A. K., Pisarchik A. N., Hramov A. E.** *Mathematical modeling of visual sensory information processing using multi-channel EEG signals* 58

**HARDWARE AND SOFTWARE RESOURCES**

**Sadovnikov S. A.** *Software system for numerical simulation of broadband laser gas analysis of the atmosphere* 66

**INFORMATION SECURITY**

**Khlobystova A. O., Abramov M. V., Tulupiyev A. L., Zolotin A. A.** *Search for the shortest trajectory of a social engeneering attack between a pair of users in a graph with transition probabilities* 74

**INFORMATION CHANNELS AND MEDIUM**

**Sergeev A. M., Blaunstein N. Sh.** *Evolution of multiple-access networks — cellular and non-cellular — in historical perspective. Part 3* 82

**Shchekotov M. S.** *Method of indoor navigation and collaborative semi-automatic Wi-Fi radiomap construction* 95

**CONTROL IN SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS**

**Skobelev P. O., Lakhin O. I., Mayorov I. V., Simonova E. V.** *Adaptive multi-agent planning of industrial resources based on ontology* 105

**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

*Contents of the journal «Informatsionno-upravliaiushchie sistemy (Information and Control Systems)» for 2018* 118

123

Submitted for publication 01.11.18. Passed for printing 14.12.18. Format 60×84<sub>1/8</sub>.  
 Prototype SchoolBookC. Digital printing.

Layout original is made at the Editorial and Publishing Center, SUAI.  
 67, B. Morskaya, 190000, St. Petersburg, Russia  
 Printed from slides at the Editorial and Publishing Center, SUAI.  
 67, B. Morskaya, 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:  
 № 15385 — semiannual subscript.

6(97)/2018

РЕЦЕНЗИРУЕМОЕ ИЗДАНИЕ

**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. Безруко,  
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. Кристодолу,  
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  
В. Ф. Мелехин,  
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ  
А. А. Милютина  
д-р наук, профессор, Гренада, Вест-Индия  
Ю. Ф. Подголёкин,  
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ  
Т. Сутико<sup>1</sup>  
д-р наук, доцент, Джокарта, Индонезия  
Д. Себерри,  
д-р наук, проф., Волонгтон, Австралия  
А. В. Смирнов,  
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ  
М. Н. Фаворская,  
д-р техн. наук, проф., Красноярск, РФ  
Л. Фортuna,  
д-р наук, проф., Катания, Италия  
А. Л. Фрадков,  
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ  
В. И. Хиженко,  
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ  
А. Е. Храмов,  
д-р техн. наук, проф., Саратов, РФ  
А. А. Шалыто,  
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ  
А. А. Шелупанов,  
д-р техн. наук, проф., Томск, 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>

# ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

- Балонин Н. А., Сергеев М. Б.** Как гипотезе Адамара помочь стать теоремой. Часть 1 2
- Vassiliev N. N., Parasidis I. N., Providas E.** Exact solution method for Fredholm integro-differential equations with multipoint and integral boundary conditions. Part 1. Extention method 14
- Еднерал В. Ф., Тимофеевская О. Д.** Поиск периодических решений обыкновенных дифференциальных уравнений с помощью метода нормальной формы. Случай уравнений четвертого порядка 24

## ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

- Favorskaya M. N., Buryachenko V. V.** Background extraction method for analysis of natural images captured by camera traps 35
- Воронин А. В., Мальцев Г. Н., Сохен М. Ю.** Наглядность визуализации данных в геоинформационной системе при использовании свойств золотого сечения 46

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

- Максименко В. А., Куц А. К., Писарчик А. Н., Храмов А. Е.** Математическое моделирование процессов обработки визуальной сенсорной информации по многоканальным сигналам ЭЭГ 58

## ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

- Садовников С. А.** Программно-алгоритмическая система для численного моделирования широкополосного лазерного газоанализа атмосферы 66

## ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

- Хлыбыстова А. О., Абрамов М. В., Тулупьев А. Л., Золотин А. А.** Поиск кратчайшей траектории социоинженерной атаки между парой пользователей в графе с вероятностями переходов 74

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ И СРЕДЫ

- Sergeev A. M., Blaunstein N. Sh.** Evolution of multiple-access networks – cellular and non-cellular – in historical perspective. Part 3 82
- Щекотов М. С.** Метод навигации и колаборативного полуавтоматического построения карт сигналов Wi-Fi внутри помещений 95

## УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

- Скobelев П. О., Лахин О. И., Майоров И. В., Симонова Е. В.** Адаптивное мультиагентное планирование производственных ресурсов на основе онтологии 105

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

- Содержание журнала «Информационно-управляющие системы» за 2018 г. [№ 1–6] 123

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, 2018

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 ученоей степени кандидата наук, на соискание ученоей степени доктора наук.

Сдано в набор 01.11.18. Подписано в печать 14.12.18. Формат 60 × 841/8.  
Гарнитура SchoolBookC. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 14,7. Уч.-изд. л. 20,2. Тираж 1000 экз (1-й завод 120 экз.). Заказ № 547.  
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»:  
№ 15385 — полугодовой индекс.