

5(108)/2020

PEER REVIEWED JOURNAL

# 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

Dr. Sc., 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

M. Buzdalov

PhD, Researcher, Saint-Petersburg, Russia

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. Matvienko

Dr. Sc., Professor, Tomsk, Russia

A. Myllari

PhD, Professor, Grenada, West Indies

Y. Podoplyokin

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

K. Samouylov

Dr. Sc., Professor, Moscow, 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, Vologda, Russia

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

The Editorial and Publishing Center, SUAI

67, B. Morskaia, 190000, Saint-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

**THEORETICAL AND APPLIED MATHEMATICS****Nguyen Nang Hung Van, Pham Minh Tuan, Do Phuc Hao, Pham Cong Thang, Tachibana Kanta.** Human action recognition method based on conformal geometric algebra and recurrent neural network 2**INFORMATION PROCESSING AND CONTROL****Zotin A. G., Favorskaya M. N.** Application of bar coding for digital watermarking of video sequences based on frequency transforms 12**Solovyeva E. B., Abdullah A.** Controlling system based on neural networks with reinforcement learning for robotic manipulator 24**INFORMATION AND CONTROL SYSTEMS****Osipov V. Yu., Miloserdov D. I.** Neural network event forecasting for robots with continuous training 33**SYSTEM AND PROCESS MODELING****Sovetov B. Ya., Tatarnikova T. M., Poymanova E. D.** Storage scaling management model 43**INFORMATION INSTRUMENTATION AND EDUCATION****Kurkin S. A., Grubov V. V., Maksimenko V. A., Pitsik E. N., Khranova M. V., Hramov A. E.** System for monitoring and adjusting the learning process of primary schoolchildren based on the EEG data analysis 50**CONTROL IN MEDICAL AND BIOLOGICAL SYSTEMS****Shcherban I. V., Kosenko P. O., Shcherban O. G., Lobzenko P. V.** Method of automatic search for odor-induced patterns in bioelectric activity of a rat olfactory bulb 62**Lobantsev A. A., Gusarova N. F., Vatian A. S., Kapitonov A. A., Shalyto A. A.** Comparative assessment of text-image fusion models for medical diagnostics 70**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS**

80

5(108)/2020

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,  
д-р 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  
М. В. Буздалов,  
канд. техн. наук, научный сотрудник, Санкт-Петербург, РФ  
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. 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  
К. Е. Самуйлов,  
д-р техн. наук, проф., Москва, РФ  
Д. Себерри,  
д-р наук, проф., Волонгонг, Австралия  
А. В. Смирнов,  
д-р техн. наук, проф., Санкт-Петербург, РФ  
Т. Сутикнуоу,  
д-р наук, доцент, Джокьякарта, 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. Шалыто,  
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

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

*Nguyen Nang Hung Van, Pham Minh Tuan, Do Phuc Hao, Pham Cong Thang, Tachibana Kanta. Human action recognition method based on conformal geometric algebra and recurrent neural network*

2

## ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

*Зотин А. Г., Фаворская М. Н. Применение штрихкодирования для цифрового маркирования видеопоследовательностей на основе частотных преобразований*

12

*Solovyeva E. B., Abdullah A. Controlling system based on neural networks with reinforcement learning for robotic manipulator*

24

## ИНФОРМАЦИОННО-УПРАВЛЯЮЩИЕ СИСТЕМЫ

*Осипов В. Ю., Миросердов Д. И. Нейросетевое прогнозирование событий для роботов с непрерывным обучением*

33

## МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМ И ПРОЦЕССОВ

*Sovetov B. Ya., Tatarnikova T. M., Poymanova E. D. Storage scaling management model*

43

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ОБРАЗОВАНИЕ

*Kurkin S. A., Grubov V. V., Maksimenko V. A., Pitsik E. N., Khranova M. V., Hramov A. E. System for monitoring and adjusting the learning process of primary schoolchildren based on the EEG data analysis*

50

## УПРАВЛЕНИЕ В МЕДИЦИНЕ И БИОЛОГИИ

*Shcherban I. V., Kosenko P. O., Shcherban O. G., Lobzenko P. V. Method of automatic search for odor-induced patterns in bioelectric activity of a rat olfactory bulb*

62

*Lobantsev A. A., Gusarova N. F., Vatian A. S., Kapitonov A. A., Shalyto A. A. Comparative assessment of text-image fusion models for medical diagnostics*

70

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

80

Журнал входит в БД SCOPUS 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 01.09.20. Подписано в печать 19.10.20. Формат 60×84 1/8.

Гарнитура SchoolBookC. Печать цифровая.  
Усл. печ. л. 10,0. Уч.-изд. л. 13,8. Тираж 1000 экз (1-й завод 50 экз.). Заказ № 352.

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 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, 2020