

2(111)/2021

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. Umritsina**Layout and composition:** Y. Umritsina**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

**THEORETICAL AND APPLIED MATHEMATICS****Tsilika K. D.** Decomposition of abstract linear operators  
on Banach spaces 2**Sivak S. A., Royak M. E., Stupakov I. M., Voznuk E. S., Aleksashin A. S.**  
The implementation of the boundary element method to the Helmholtz  
equation of acoustics 13**INFORMATION PROCESSING AND CONTROL****Pham C. T., Tran T. T. T., Nguyen T. C., Vo D. H.** Second-order total  
generalized variation based model for restoring images with mixed  
Poisson – Gaussian noise 20**HARDWARE AND SOFTWARE RESOURCES****Mihajlenko K. I., Lukin M. A., Stankevich A. S.** A method for decompilation  
of AMD GCN kernels to OpenCL 33**INFORMATION SECURITY****Moldovyan D. N., Moldovyan N. A.** A post-quantum digital signature  
scheme on groups with four-dimensional cyclicity 43**INFORMATION CODING AND TRANSMISSION****Yankovskii N. A., Pastushok I. A.** On multiplexing data streams using  
trellis-coded modulation in centralized wireless networks 52**INFORMATION CHANNELS AND MEDIUM****Vorobev A. V., Pilipenko V. A., Vorobeva G. R., Khristodulo O. I.**  
Development and application of problem-oriented digital twins  
for magnetic observatories and variation stations 60**CHRONICLES AND INFORMATION****X All-Russia Science&Technology Conference: Problems  
of Advanced Micro- and Nanoelectronic Systems Development –  
MES-2021** 72**INFORMATION ABOUT THE AUTHORS** 73

2(111)/2021

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. Сутикну,

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. 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, 2021

## ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ И ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА

*Tsilika K. D. Decomposition of abstract linear operators  
on Banach spaces*

2

*Sivak S. A., Royak M. E., Stupakov I. M., Voznuk E. S., Aleksashin A. S.  
The implementation of the boundary element method to the Helmholtz  
equation of acoustics*

13

## ОБРАБОТКА ИНФОРМАЦИИ И УПРАВЛЕНИЕ

*Pham C. T., Tran T. T. T., Nguyen T. C., Vo D. H. Second-order total  
generalized variation based model for restoring images with mixed  
Poisson – Gaussian noise*

20

## ПРОГРАММНЫЕ И АППАРАТНЫЕ СРЕДСТВА

*Mihajlenko K. I., Lukin M. A., Stankevich A. S. A method for decompila-  
tion of AMD GCN kernels to OpenCL*

33

## ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

*Moldovyan D. N., Moldovyan N. A. A post-quantum digital signature  
scheme on groups with four-dimensional cyclicity*

43

## КОДИРОВАНИЕ И ПЕРЕДАЧА ИНФОРМАЦИИ

*Yankovskii N. A., Pastushok I. A. On multiplexing data streams using  
trellis-coded modulation in centralized wireless networks*

52

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ КАНАЛЫ И СРЕДЫ

*Vorobev A. V., Pilipenko V. A., Vorobeva G. R., Khristodulo O. I.  
Development and application of problem-oriented digital twins  
for magnetic observatories and variation stations*

60

## ХРОНИКА И ИНФОРМАЦИЯ

*X Всероссийская с международным участием научно-техническая  
конференция «Проблемы разработки перспективных  
микро- и нанoeлектронных систем» — МЭС-2021*

72

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

73

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 02.03.21. Подписано в печать 23.04.21. Формат 60×84/8.

Гарнитура SchoolBookC. Печать цифровая.

Усл. печ. л. 9,0. Уч.-изд. л. 12,4. Тираж 1000 экз (1-й завод 50 экз.). Заказ № 142.

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.

Распространяется бесплатно.