

---

---

# НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК НОВОСИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

---

---

ISSN 1814-1196

№ 2 (71)

2018

УДК 681.51(06)  
Н 76

## Редакционная коллегия

### Главный редактор

*Денисов Владимир Иванович*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

### Заместители главного редактора

*Вострецов Алексей Геннадьевич*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

*Лемешко Борис Юрьевич*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

*Шокин Юрий Иванович*, академик, д-р физ.-мат. наук, проф., Институт вычислительных технологий СО РАН, г. Новосибирск

### Ответственный секретарь

*Воевода Александр Александрович*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

### Члены редколлегии

*Алаин Бриллиард*, д-р, проф., Университет Мюлуза, Франция

*Алексеев Сергей Владимирович*, академик, д-р физ.-мат. наук, проф., Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск

*Алиферов Александр Иванович*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

*Виралайнен Вели Матти*, проф., Технологический университет Лаппеэнранта, Финляндия

*Воронин Владимир Викторович*, д-р техн. наук, доцент, ТОГУ, г. Хабаровск

*Воропай Николай Иванович*, чл.-корр. РАН, д-р техн. наук, проф., Институт систем энергетики им. Мелентьева СО РАН, г. Иркутск

*Воскобойников Юрий Евгеньевич*, д-р физ.-мат. наук, проф., Сибстрин, г. Новосибирск

*Гайдук Анатолий Романович*, д-р техн. наук, проф., ЮФУ, г. Таганрог

*Гозбенко Валерий Ерофеевич*, д-р техн. наук, проф., ИрГУПС, г. Иркутск

*Григорьев Юрий Дмитриевич*, д-р техн. наук, проф., СПбГЭТУ «ЛЭТИ», г. Санкт-Петербург

*Зиновьев Геннадий Степанович*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

*Крюков Андрей Васильевич*, д-р техн. наук, проф., ИрГУПС, г. Иркутск

*Лути Серджио*, д-р, проф., Падуанский университет, Италия

*Лисицина Лилия Ивановна*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

*Мухомад Юрий Федорович*, д-р техн. наук, проф., ИрГУПС, г. Иркутск

*Неизвестный Игорь Георгиевич*, д-р физ.-мат. наук, проф., Институт физики полупроводников СО РАН, г. Новосибирск

*Нейман Владимир Юрьевич*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

*Ронжин Андрей Леонидович*, д-р техн. наук, проф., СПИИРАН, г. Санкт-Петербург

*Рубан Анатолий Иванович*, д-р техн. наук, проф., СФУ, г. Красноярск

*Рылов Анатолий Игоревич*, д-р физ.-мат. наук, Институт математики им. С.Л. Соболева СО РАН, г. Новосибирск

*Степанов Олег Андреевич*, д-р техн. наук, проф., Университет ИТМО, г. Санкт-Петербург

*Фомин Василий Михайлович*, д-р физ.-мат. наук, проф., Институт теоретической и прикладной механики СО РАН, г. Новосибирск

*Хабаров Валерий Иванович*, д-р техн. наук, проф., СГУПС, г. Новосибирск

*Ханова Анна Алексеевна*, д-р техн. наук, проф., АГТУ, г. Астрахань

*Хи Жаохуи*, Харбинский университет науки и технологии, Китай

*Хлебников Михаил Владимирович*, д-р физ.-мат. наук, ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва

*Чичиндаев Александр Васильевич*, д-р техн. наук, проф., НГТУ, г. Новосибирск

*Шандаров Станислав Михайлович*, д-р физ.-мат. наук, проф., ТУСУР, г. Томск

Адрес редакции: 630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20, НГТУ, VII корп., ком. 409, 417

Тел. (383) 346-56-88, тел., факс (383) 344-49-98

E-mail: [ucit@ucit.ru](mailto:ucit@ucit.ru)

Web Site: <http://journals.nstu.ru/vestnik/>

Editorial Address: 20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation

16+

УДК 681.51(06)

© Коллектив авторов, 2018

© Новосибирский государственный  
технический университет, 2018

---

---

**НАУЧНЫЙ ВЕСТНИК  
НОВОСИБИРСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО  
ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА**

---

---

ISSN 1814-1196

№ 2 (71)

2018

**СОДЕРЖАНИЕ**

*ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ*

<b>Ивойлов А.Ю., Жмудь В.А., Трубин В.Г., Саблина Г.В.</b> О выборе частоты дискретизации системы балансировки двухколесного робота.....	7
<b>Николаев В.Н., Гусев С.А.</b> Математическое моделирование теплового состояния негерметизированного отсека беспилотного летательного аппарата.....	23
<b>Ханова А.А., Мунтянова А.А., Аверьянова К.И.</b> Моделирование конфигурации сложных систем на основе сетей Петри.....	39

*ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ  
И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ*

<b>Будко Р.Ю., Чернов Н.Н., Будко А.Ю.</b> Распознавание мышечных усилий по сигналу лицевой электромиограммы в режиме реального времени.....	59
<b>Гибин И.С., Козик В.И., Нежевенко Е.С., Сидоренко В.М., Хатункин В.В.</b> Микрозеркальный модулятор для инфракрасных имитационно-моделирующих стендов.....	75
<b>Левин В.Е., Олегин И.П., Гришанов А.Н.</b> Расчет подкрепленных композитных цилиндрических оболочек с применением многосеточных конечных элементов.....	85

*ЭНЕРГЕТИКА*

<b>Белицын И.В., Орлов Д.В., Хрипков В.В.</b> Методика оценки влияния индуктивных помех на отключенную линию электропередачи.....	101
<b>Большанин Г.А.</b> Расчет постоянных интегрирования при передаче электрической энергии потребителю .....	115
<b>Зырянов В.М., Кирьянова Н.Г., Митрофанов Н.А.</b> Применение устройств ограничения высших гармоник на основе батарей статических конденсаторов в автономной энергосистеме.....	131
<b>Миронова Н.В., Елистратов С.Л., Овчинников Ю.В., Томилов В.Г.</b> Повышение термодинамической эффективности рабочих циклов пароконденсационных тепловых насосов .....	143

<b>Полуянович Н.К., Дубяго М.Н.</b> Анализ характеристик и исследование теплового про- боя изоляционных материалов, вызванного частичными разрядами.....	157
<b>Танфильев О.В., Филиппова Т.А., Танфильева Д.В.</b> Особенности параметрирования автоматики ликвидации асинхронного хода в неполнофазных режимах .....	175
<b>Правила для авторов</b> .....	188

Корректор *Л.Н. Киншт*  
Компьютерная верстка *С.И. Ткачева*

Налоговая льгота – Общероссийский классификатор продукции  
Издание соответствует коду 95 2000 ОК 005-93 (ОКП)

---

Журнал зарегистрирован Комитетом РФ по печати. Свидетельство о регистрации  
средства массовой информации ПИ № 77–1599 от 10 февраля 2000 г.  
Журнал реферирован в ВИНТИ (<http://www.2.viniti.ru>)  
Лицензия ИД 04303 от 20.03.01. Подписано в печать 13.06.2018.  
Формат 70 × 108 1/16. Бумага офсетная. Тираж 300 экземпляров.  
Уч.-изд. л. 16,8. Печатных листов 12,0. Издательский № 145. Заказ № 809.  
Цена договорная

---

Отпечатано в типографии  
Новосибирского государственного технического университета  
630073, г. Новосибирск, пр. К. Маркса, 20

---

# SCIENCE BULLETIN OF THE NOVOSIBIRSK STATE TECHNICAL UNIVERSITY

---

ISSN 1814-1196

№ 2 (71)

2018

УДК 681.51(06)  
H 76

## Editorial board

### Chief editor

*Denisov V. I.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

### Deputy chief editor

*Vostretsov A. G.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

*Lemeshko B. Yu.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

*Shokin Yu. I.*, D. Sc. (Phys. & Math.), Institute of Computational Technologies, Novosibirsk, RF

### Executive Secretary

*Voevoda A. A.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

### The members of the editorial Board

*Brillard Alain*, D. Sc. (Eng.), Universite de Haute Alsace, Mulhouse, France

*Aliferov A. I.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

*Alekseenko S. V.*, D. Sc. (Phys. & Math.), Institute of Thermophysics, Novosibirsk, RF

*Virolainen Veli Matti*, professor, Lappeenranta Teknillinen Yliopisto, Finland

*Voronin V. V.*, D. Sc. (Eng.), Pacific National University, Khabarovsk, RF

*Voropay N. I.*, Corresponding Member, Russian Academy of Sciences, D. Sc. (Eng.), Melentiev Energy Systems Institute, Irkutsk, RF

*Voskoboinikov Yu. E.*, D. Sc. (Phys. & Math.), Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering, Novosibirsk, RF

*Gaiduk A. R.*, D. Sc. (Eng.), Southern Federal University, Taganrog, RF

*Gozbenko V. E.*, D. Sc. (Eng.), Irkutsk State Transport University, Irkutsk, RF

*Grigor'ev Yu. D.*, D. Sc. (Eng.), Saint-Petersburg Electrotechnical University "LETI", Saint-Petersburg, RF

*Zinoviev G. S.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

*Kryukov A. V.*, D. Sc. (Eng.), Irkutsk State Transport University, Irkutsk, RF

*Lupi Sergio*, D. Sc. (Eng.), Universita degli Studi di Padova, Padua, Italy

*Lisitsina L. I.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

*Mukhopad Yu. F.*, D. Sc. (Eng.), Irkutsk State Transport University, Irkutsk, RF

*Neizvestnyi I. G.*, D. Sc. (Phys. & Math.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

*Neiman V. Yu.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

*Ronzhin A. L.*, D. Sc. (Eng.), St. Petersburg Institute for Informatics and automation of the Russian Academy of Sciences, Saint-Petersburg, RF

*Ruban A. I.*, D. Sc. (Eng.), Siberian Federal University, Krasnoyarsk, RF

*Rylov A. I.*, D. Sc. (Phys. & Math.), Sobolev Institute of Mathematics, Novosibirsk, RF

*Stepanov O. A.*, D. Sc. (Eng.), ITMO University, Saint-Petersburg, RF

*Fomin V. M.*, D. Sc. (Phys. & Math.), Khristianovich Institut of theoretical and applied mechanics SB RAS, Novosibirsk, RF

*Khabarov V. I.*, D. Sc. (Eng.), Siberian Transport University, Novosibirsk, RF

*Khanova A. A.*, D. Sc. (Eng.), Astrakhan State Technical University, Astrakhan, RF

*Xi Zhaohui*, Harbin University of Science and Technology, China

*Khlebnikov M. V.*, D. Sc. (Phys. & Math.), Institute of Control Sciences, Moscow, RF

*Chichindaev A. V.*, D. Sc. (Eng.), Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, RF

*Shandarov S. M.*, D. Sc. (Phys. & Math.), Tomsk State University of Control Systems and Radioelectronics, Tomsk, RF

Editorial Address: 20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073, Russian Federation  
e-mail: [ucit@ucit.ru](mailto:ucit@ucit.ru)

Web Site: <http://journals.nstu.ru/vestnik/>

УДК 681.51(06)

© Authors, 2018

© Novosibirsk State Technical University, 2018

---

---

**SCIENCE BULLETIN  
OF THE NOVOSIBIRSK STATE  
TECHNICAL UNIVERSITY**

---

---

ISSN 1814-1196

№ 2 (71)

2018

**CONTENTS**

*INFORMATICS, COMPUTER ENGINEERING AND CONTROL*

<b>Ivoivov A.Yu., Zhmud V.A., Trubin V.G., Sablina G.V.</b> On the choice of the sampling frequency of A two-wheeled robot balancing system.....	7
<b>Nikolaev V.N., Gusev S.A.</b> Mathematical simulation of the thermal state of a pilotless vehicle unpressurized compartment.....	23
<b>Khanova A.A., Muntyanova A.A., Averyanova K.I.</b> Simulation of a complex system configuration on the basis of Petri nets.....	39

*INSTRUMENT MAKING, METROLOGY AND INFORMATION-MEASUREMENT  
DEVICES AND SYSTEMS*

<b>Budko R.Yu., Chernov N.N., Budko A.Yu.</b> Recognition of facial movements by facial electromyogram signals in real time .....	59
<b>Gibin I.S., Kozik V.I., Nezhevenko E.S., Sidorenko V.M., Khatunkin V.V.</b> A micro-mirror modulator for infrared simulation modeling stands .....	75
<b>Levin V.E., Olegin I.P., Grishanov A.N.</b> Calculation of reinforced composite cylindrical shells using multigrid finite elements.....	85

**POWER ENGINEERING**

<b>Belitsyn I.V., Orlov D.V., Khripkov V.V.</b> A method for assessing the effect of inductive interference on a disconnected power line .....	101
<b>Bolshanin G.A.</b> Calculation of integration constants in transmitting electric power to consumers .....	115
<b>Zyryanov V.M., Kiryanova N.G., Mitrofanov N.A.</b> The use of higher harmonics limiting devices based on static capacitor batteries in an autonomous power system .....	131

<b>Mironova N.V., Elistratov S.L., Ovchinnikov Yu.V., Tomilov V.G.</b> Increasing thermodynamic efficiency of working cycles of steam compression heat pumps.....	143
<b>Poluyanovich N.K., Dubyago M.N.</b> Analysis of Characteristics and Investigation of Thermal Breakdown of Insulating Materials Caused by Partial Discharges .....	157
<b>Tanfilev O.V., Filippova T.A., Tanfileva D.V.</b> Out-of-step detection setting principles in open-phase operating conditions.....	175
<b>Rules for authors</b> .....	188

Editor *L.N. Kinsht*  
Computer imposition *S.I. Tkacheva*

---

The journal is registered by Russian Federation Committee on the press.  
The certificate on registration of mass media of PI No. 77-1599 of February 10, 2000.  
Journal referenced in VINITI (<http://www.viniti.ru>)  
License ID 04303 from 20.03.2001. Signed in print 13.06.2018. Format 70 × 108 1/16  
Offset Paper. Circulation is 300 copies. Educational-ed. liter. 16,8. printed pages 12,0.  
Publishing number 145. Order number 809.

---

It is printed in printing house of Novosibirsk State Technical University  
20 K. Marx Prospekt, Novosibirsk, 630073