



# Известия СПбГЭТУ «ЛЭТИ»

Ежемесячный журнал

2'2021

## Учредитель:

Федеральное государственное  
автономное образовательное  
учреждение высшего  
образования  
«Санкт-Петербургский  
государственный  
электротехнический  
университет „ЛЭТИ“  
им. В. И. Ульянова (Ленина)»  
(СПбГЭТУ «ЛЭТИ»)  
197376, Санкт-Петербург,  
ул. Проф. Попова, 5  
Тел.: (812) 346-44-87  
Факс.: (812) 346-27-58

## Свидетельство о регистрации

ПИ № ФС2-8390  
от 04.12.2006 г. выдано  
Управлением Федеральной  
службы по надзору  
за соблюдением  
законодательства в сфере  
массовых коммуникаций  
и охране культурного наследия  
по Северо-Западному  
федеральному округу

## Редакционный совет:

**Кутузов В. М.**, д-р техн. наук, профессор – председатель  
**Гайворонский Д. В.**,  
канд. техн. наук, доцент – заместитель председателя  
**Зубков В. И.**, д-р физ.-мат. наук, профессор – главный редактор  
**Кострин Д. К.**,  
канд. техн. наук, доцент – ответственный секретарь

**Аббакумов К. Е.**, д-р техн. наук, профессор  
**Алексеев В. В.**, д-р техн. наук, профессор  
**Белов М. П.**, д-р техн. наук, профессор  
**Вендик О. Г.**, д-р техн. наук, профессор  
**Герасимов И. В.**, д-р техн. наук, профессор  
**Гусаров В. В.**, д-р хим. наук, чл.-кор. РАН  
**Имаев Д. Х.**, д-р техн. наук, профессор  
**Корляков А. В.**, д-р техн. наук, профессор  
**Куприянов М. С.**, д-р техн. наук, профессор  
**Лысенко Н. В.**, д-р техн. наук, профессор  
**Молдовян Н. А.**, д-р техн. наук, профессор  
**Пронин М. В.**, д-р техн. наук, профессор  
**Путов В. В.**, д-р техн. наук, профессор  
**Советов Б. Я.**, д-р техн. наук, профессор  
**Соломонов А. В.**, д-р физ.-мат. наук, профессор  
**Степанов О. А.**, д-р техн. наук, профессор  
**Ухов А. А.**, д-р техн. наук, профессор  
**Фахми Ш. С.**, д-р техн. наук, профессор  
**Филатов Ю. В.**, д-р техн. наук, профессор  
**Холод И. И.**, д-р техн. наук, доцент  
**Шестопалов М. Ю.**, д-р техн. наук, профессор  
**Юлдашев З. М.**, д-р техн. наук, профессор

**ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС  
ПО ОБЪЕДИНЕННОМУ КАТАЛОГУ  
«ПРЕССА РОССИИ». ТОМ 1  
«ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ» 45821**

Подписка производится  
в любом почтовом отделении России

*Журнал включен 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, в соответствии  
с требованиями приказа Минобрнауки  
России от 25 июля 2014 г. № 793*

## Редакция:

197376, Санкт-Петербург,  
ул. Проф. Попова, 5  
СПбГЭТУ «ЛЭТИ»  
Тел.: (812) 234-10-13  
E-mail: izvestiya-leti@yandex.ru  
www.izv.eltech.ru



# Izvestiya SPbGETU «LETI»

*Proceedings of Saint Petersburg Electrotechnical University Journal*

**2'2021**

*Monthly journal*

## ***Editorial Board of the Journal:***

**Kutuzov V. M.**, D. Sc. in Engineering, Prof. – chairman

**Gaivoronskii D. V.**,

Ph. D. in Engineering, Associate Prof. – deputy chairman

**Zubkov V. I.**,

D. Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Prof. – editor in chief

**Kostrin D. K.**,

Ph. D. in Engineering, Associate Prof. – executive secretary

**Abbakumov K. E.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Alekseev V. V.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Belov M. P.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Vendik O. G.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Gerasimov I. V.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Gusarov V. V.**, D. Sc. in Chemistry, Corresponding Member  
of Russian Academy of Sciences

**Imaev D. H.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Kholod I. I.**, D. Sc. in Engineering, docent

**Korlyakov A. V.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Kuprianov M. S.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Lysenko N. V.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Moldovyan N. A.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Pronin M. V.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Putov V. V.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Sovetov B. Ya.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Solomonov A. V.**, D. Sc. in Physical and Mathematical Sciences, Prof.

**Stepanov O. A.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Uhov A. A.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Fahmi S. S.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Filatov Yu. V.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Shestopalov M. Yu.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

**Yuldashev Z. M.**, D. Sc. in Engineering, Prof.

## **Founder:**

Saint Petersburg Electrotechnical  
University (ETU)

Journal is registered  
in Federal Service for Media Law  
Compliance and Cultural Heritage  
in the North-West Federal Region  
(ПИ № ФС2 – 8390 of 04.12.2006)

*On the resolution of the Higher Attestation Committee  
under the Russian Federation Ministry of Education  
the Journal is included in the «List of Periodical  
and Scientific and Technical Publications Issued  
in the Russian Federation where the Doctoral  
Theses Key Results shall be published*

## Содержание

**ФИЗИКА**

- Горяинов В. С., Хасенова М., Антоненко К. Г., Бузников А. А. Лабораторный измеритель гидрооптических характеристик на основе волоконно-оптического спектрометра ..... 5
- Соколов А. Н., Щедринский М. З., Рыбас К. В., Бебяков В. М., Колдыба А. И., Силькова В. А., Сухарев К. Н., Розанов Л. Н. Многофункциональный высоковакуумный агрегат для криовакуумных систем космического применения ..... 14

**ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ**

- Дубенецкий В. А., Цехановский В. В. Модель управления производством на основе сети заказов ..... 20
- Кораблёв Ю. А. Разработка нечеткой отказоустойчивой системы управления процессом транспорта газа ..... 26
- Копкин Е. В., Попов Д. В., Мышко В. В. Квазиоптимальный алгоритм выбора многозначных диагностических признаков на основе учета ценности информации, получаемой в процессе анализа технического состояния объекта ..... 31
- Соколов А. П., Голубев В. О. Система автоматизированного проектирования композиционных материалов. Часть 3. Графоориентированная методология разработки средств взаимодействия пользователь–система ..... 43
- Черёмухин А. Д., Шамин А. А., Колбанёв М. О., Цехановский В. В. Анализ результативности метода опорных векторов при статистической обработке больших данных ..... 58

**ЭЛЕКТРОТЕХНИКА**

- Белов М. П., Чыонг Д. Д. Синтез системы управления электроприводом экзоскелета с наблюдением и компенсацией возмущения с нейронной сетью ..... 69
- Джабер А. И., Аль-Махтури Ф. Ш., Самохвалов Д. В. Потери мощности в ветроустановке в режиме поддержания максимума мощности при векторном управлении синхронным генератором ..... 77

**Сведения об авторах** ..... 83

**Правила представления рукописей авторами** ..... 87

Редактор  
Н. В. Лукина  
Комп. верстка  
И. С. Беляевой

Подписано в печать 25.02.21.  
Формат 60 × 84 1/8.  
Бумага офсетная. Печать цифровая.  
Гарнитура «Times New Roman».  
Уч.-изд. л. 11,44. Печ. л. 11,0.  
Тираж 300 экз. (1-й завод 1–120 экз.)  
Заказ 11.

**Издательство СПбГЭТУ «ЛЭТИ»**  
197376, Санкт-Петербург,  
ул. Проф. Попова, 5  
Тел. / факс: (812) 346-28-56

# Contents

## PHYSICS

- Goryainov V. S., Khasenova M., Antonenko K. G., Buznikov A. A.* A laboratory setup for measuring hydro-optical properties using a fiber optics spectrometer..... 5
- Sokolov A. N., Schedrinsky M. Z., Rybas K. V., Bebyakov V. M., Koldyba A. I., Sinkova V. A., Sukharev K. N., Rozanov L. N.* Multifunctional high-vacuum plant for cryovacuum systems in aerospace applications ..... 14

## INFORMATICS, COMPUTER TECHNOLOGIES AND CONTROL

- Dubenetsky V. A., Tsekhanovsky V. V.* Production management model based on a network of orders ..... 20
- Korablev Yu. A.* Development of a fuzzy fault-tolerant gas transport process control system ..... 26
- Kopkin E. V., Popov D. V., Myshko V. V.* Quasioptimal algorithm of the choice of multiple-valued diagnostic signs on the basis of the account of value of the information received in the course of the analysis of the technical state of an object..... 31
- Sokolov A. P., Golubev V. O.* The system of computer-aided design of composite materials. Part 3. Graph-based methodology for developing user-system interaction tools ..... 43
- Cheremuhin A. D., Shamin A. A., Kolbanev M. O., Tsehanovsky V. V.* Using SVM to study dynamics of factors affecting the profitability of agricultural organizations..... 58

## ELECTRICAL ENGINEERING

- Belov M. P., Truong D. D.* Synthesis for exoskeleton electric drive control system with an observer and compensation of disturbances with the neural network..... 69
- Jaber A. I., Almahturi F. Sh., Samokhvalov D. V.* Power losses in a wind power plant with maximum power point tracking and vector control of a synchronous generator ..... 77

*Information about the authors* ..... 83

*Rules of presentation and preparation of manuscripts offered for journal publication* ..... 87

Editor  
N. V. Lukina  
DTP Professional  
I. S. Belyaeva

Editorial address:  
Saint Petersburg Electrotechnical  
University (ETU),  
5, Prof. Popov Str., 197376,  
St. Petersburg, Russia  
Tel.: +7 (812) 234-10-13  
E-mail: [izvestiya-leti@yandex.ru](mailto:izvestiya-leti@yandex.ru)  
[www.izv.eltech.ru](http://www.izv.eltech.ru)