

Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ)

---

Научный журнал

**ТРУДЫ**  
**УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ СВЯЗИ**

Том 5

№ 1

Санкт-Петербург

2019

### Описание журнала

Научный 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 (распоряжение Минобрнауки РФ № 21-р от 12.02.2019), по специальностям:

- 05.11.07 Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы
- 05.11.18 Приборы и методы преобразования изображений и звука
- 05.12.04 Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения
- 05.12.07 Антенны, СВЧ-устройства и их технологии
- 05.12.13 Системы, сети и устройства телекоммуникаций
- 05.12.14 Радиолокация и радионавигация
- 05.13.01 Системный анализ, управление и обработка информации
- 05.13.18 Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ
- 05.13.19 Методы и системы защиты информации, информационная безопасность

Выпускается с 1960 года. Выходит 4 раза в год.

### Редакционный совет

- Розанов Н.Н.** д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. РАН, начальник отдела теоретических исследований Института лазерной физики «ГОИ им. С.И. Вавилова»
- Кучерявый Е.** PhD, Технологический университет Тампере, Финляндия
- Гошек И.** PhD, Технологический университет г. Брно, Чешская республика
- Тиамийу О.А.** PhD, Университет Илорина, Нигерия
- Козин И.Д.** д.ф.-м.н., проф., профессор кафедры телекоммуникационных систем Алматинского университета энергетики и связи, Республика Казахстан
- Самуйлов К.Е.** д.т.н., проф., заведующий кафедрой прикладной информатики и теории вероятностей РУДН
- Степанов С.Н.** д.т.н., проф., заведующий кафедрой «Сети связи и системы коммутации» МТУСИ
- Росляков А.В.** д.т.н., проф., заведующий кафедрой автоматической электросвязи ПГУТИ
- Кучерявый А.Е.** д.т.н., проф., заведующий кафедрой сетей связи и передачи данных СПбГУТ
- Канаев А.К.** д.т.н., проф., заведующий кафедрой «Электрическая связь» ПГУПС
- Новиков С.Н.** д.т.н., проф., заведующий кафедрой безопасности и управления в телекоммуникациях СибГУТИ
- Дворников С.В.** д.т.н., проф., профессор кафедры радиосвязи ВАС
- Коржик В.И.** д.т.н., проф., профессор кафедры защищенных систем связи СПбГУТ
- Ковалгин Ю.А.** д.т.н., проф., профессор кафедры радиосвязи и вещания СПбГУТ
- Владыко А.Г.** к.т.н., директор НИИ «Технологии связи» СПбГУТ

### Редакционная коллегия

Главный редактор **Бачевский С.В.**, д.т.н., проф.  
 Зам. главного редактора **Буйневич М.В.**, д.т.н., проф.  
 Ответственный редактор **Татарникова И.М.**  
 Выпускающий редактор **Яшугин Д.Н.**

### Регистрационная информация

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: № 77-17986 от 07.04.2004

Подписной индекс по каталогу «Издания органов НТИ» Агентства «Роспечать»: 59983

Размещение в РИНЦ (elibrary.ru) по договору: № 59-02/2013R от 20.02.2013

### Контактная информация

- |   |   |
|---|---|
| <b>Учредитель и издатель:</b> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М.А. Бонч-Бруевича» (СПбГУТ) | <b>Адрес:</b> 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, 22/1, к. 334/2<br><b>Тел.:</b> +7 (812) 326-31-63, м. т. 2022, +79643759970<br><b>E-mail:</b> <a href="mailto:tuzs@spbгут.ru">tuzs@spbгут.ru</a><br><b>Web:</b> <a href="http://tuzs.sut.ru">http://tuzs.sut.ru</a><br><b>ВК:</b> <a href="http://vk.com/spbtuzs">http://vk.com/spbtuzs</a> |
|---|---|

### Description

Scientific journal. The journal is included in the List of reviewed scientific publications, in which the main scientific results of dissertations for the degree of candidate of science and for the degree of doctor of science should be published (order of the Ministry of Education and Science of Russia No 21-r of 12 February 2019) in the field of:

- 05.11.07 Optical and optoelectronic devices and complexes
- 05.11.18 Devices and methods of transformation of images and sound
- 05.12.04 Radio engineering, including television systems and devices
- 05.12.07 Antennas, microwave devices and its technologies
- 05.12.13 Systems, networks and devices of telecommunications
- 05.12.14 Radiolocation and radio navigation
- 05.13.01 System analysis, management and information processing
- 05.13.18 Mathematical modelling, numerical methods and complexes of programs
- 05.13.19 Methods and systems of information security, cybersecurity

Since 1960. Published 4 times per year.

### Editorial Council

- Rozanov N.N.** DSc, prof., member-corr. RAS, Open Joint Stock Company «S.I. Vavilov State Optical Institute»
- Koucheryavy Y.** PhD, Tampere University of Technology, Finland
- Hošek I.** PhD, Brno University of Technology, Czech Republic
- Tiamiyu O.A.** PhD, University of Ilorin, Nigeria
- Kozin I.D.** DSc, prof., Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, the Republic of Kazakhstan
- Samuilov K.E.** DSc, prof., RUDN University
- Stepanov S.N.** DSc, prof., Moscow Technical University of Communication and Informatics
- Roslyakov A.V.** DSc, prof., Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics
- Koucheryavy A.E.** DSc, prof., The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication
- Kanaev A.K.** DSc, prof., Emperor Alexander I-st Petersburg State Transport University
- Novikov S.N.** DSc, prof., Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences
- Dvornikov S.V.** DSc, prof., Telecommunications Military Academy
- Korzhik V.I.** DSc, prof., The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication
- Kovalgin Yu.A.** DSc, prof., The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication
- Vladyko A.G.** PhD, The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication

### Editorial Board

Editor-in-chief **Bachevsky S.V.**, DSc, prof.  
 Deputy editor-in-chief **Buinevich M.V.**, DSc, prof.  
 Executive editor **Tatarnikova I.M.**  
 Managing editors **Yashugin D.N.**

### Registration Information

Registered by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media on 07.04.2004: № 77-17986

Subscription index for «NTI Editions» Agency «Rospechat» catalog: 59983

Accommodation in RINC (elibrary.ru) by agreement: № 59-02/2013R on 20.02.2013

### Contact Information

**Publisher:** Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education «The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications» (SPbSUT)

**Post address:** 193232, Saint-Petersburg, Prospekt Bolshevikov, 22/1  
**Phone:** +7 (812) 326-31-63, local 2022, +79643759970  
**E-mail:** [tuzs@spbgut.ru](mailto:tuzs@spbgut.ru)  
**Web:** <http://tuzs.sut.ru>  
**BK:** <http://vk.com/spbtuzs>

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

|  |  |  |   |
|--|--|--|---|
| <b>05.11.00</b>  |  | <b>ПРИБОРОСТРОЕНИЕ, МЕТРОЛОГИЯ И ИНФОРМАЦИОННО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ ПРИБОРЫ И СИСТЕМЫ</b> |   |
| <i>Ананьев В.А., Демидов В.В., Леонов С.О.,<br/>Никоноров Н.В.</i>   |  | <b>6</b>   | <i>Ananyev V., Demidov V., Leonov S.,<br/>Nikonorov N.</i>  |
| Полые антирезонансные световоды с большой эффективной площадью модового поля для работы в ближней и средней ИК-областях спектра                                    |  |  | Hollow-core antiresonant fibers with a large effective mode area for operation in the near- and mid-IR spectral regions                               |
| <i>Андреева Е.И., Былина М.С., Глаголев С.Ф.,<br/>Доценко С.Э., Чаймарданов П.А.</i>   |  | <b>15</b>  | <i>Andreeva E., Bylina M., Glagolev S., Dotsenko S.,<br/>Chaimardanov P.</i>  |
| Свойства временных оптических солитонов в оптических волокнах и возможность их использования в телекоммуникациях. Часть 4  |  |  | Properties of temporary optical solitons in optical fibers and the possibility of their use in telecommunications. Part 4                             |
| <i>Горячев Н.В., Rogozinsky Г.Г.</i>   |  | <b>25</b>  | <i>Goryachev N., Rogozinsky G.</i>  |
| Метод моделирования синтезаторов звуковых сигналов   |  |  | Modeling method of hardware sound synthesizers  |
| <i>Пахомов М.О.</i>  |  | <b>31</b>  | <i>Pakhomov M.</i>  |
| Исследование влияния электромеханических характеристик динамических громкоговорителей на слуховую заметность переходных искажений                                  |  |  | Investigation of influence of electromechanical characteristics of electrodynamic transducers on sound quality perception                             |
| <b>05.12.00</b>  |  | <b>РАДИОТЕХНИКА И СВЯЗЬ</b>  |   |
| <i>Аль Бахри М.С., Киричек Р.В., Сазонов Д.Д.</i>  |  | <b>42</b>  | <i>Al-Bahri M.S., Kirichek R., Sazonov D.</i>   |
| Моделирование системы идентификации устройств интернета вещей на базе архитектуры цифровых объектов  |  |  | A digital object architecture based internet of things devices identification system modeling   |
| <i>Зикратов И.А., Зикратова Т.В.</i>   |  | <b>48</b>  | <i>Zikratov I., Zikratova T.</i>  |
| Оптимизация зоны покрытия LTE-сетей методом динамического программирования   |  |  | Optimization of the coverage zone of cellular communication by mathematical programming   |
| <i>Ковалгин Ю.А., Сантуш В.</i>  |  | <b>56</b>  | <i>Kovalgin Y., Santos V.</i>   |
| Влияние режима работы DRM-передатчика на качество передачи аудиоконтента в диапазоне низких и средних частот   |  |  | Influence of DRM-transmitter operation mode on the quality of audio content transmission in the low and medium frequency range                        |
| <i>Мухизи С., Парамонов А.И.</i>   |  | <b>64</b>  | <i>Muhizi S., Paramonov A.</i>  |
| Метод классификации и приоритизации трафика в программно-конфигурируемых сетях   |  |  | A traffic classification and prioritization model in software-defined networks  |
| <i>Симонина О.А., Цанк В.В.</i>  |  | <b>71</b>  | <i>Simonina O., Zank V.</i>   |
| Исследование влияния защитного интервала на показатели качества в сетях WI-FI  |  |  | Research of the impact of the guard interval on the WI-FI quality parameters  |
| <i>Фокин Г.А.</i>  |  | <b>78</b>  | <i>Fokin G.</i>   |
| Принципы и технологии цифровой связи на основе программно-конфигурируемого радио: обзор современных тенденций в области создания комплекса подготовки специалистов |  |  | Principles and technologies of digital communication based on software defined radio: a review of modern trends in the field of creating a curriculum |
| <b>05.13.00</b>  |  | <b>ИНФОРМАТИКА, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И УПРАВЛЕНИЕ</b>                            |   |
| <i>Дворников С.В.</i>  |  | <b>96</b>  | <i>Dvornikov S.</i>   |
| Методология совершенствования форм представления совместных распределений в частотно-временном пространстве (продолжение обзора)                                   |  |  | Methodology of improving forms of representation of joint distributions in the time-frequency space (continued review)                                |
| <i>Кажемский М.А., Шелухин О.И.</i>  |  | <b>107</b>   | <i>Kazhenskiy M., Sheluhin O.</i>   |
| Многоклассовая классификация сетевых атак на информационные ресурсы методами машинного обучения  |  |  | Multiclass classification of attacks to information resources with machine learning techniques  |
| <i>Макаров Л.М., Протасеня С.В.</i>  |  | <b>116</b>   | <i>Makarov L., Protasenya S.</i>  |
| Моделирование фрактального образа квантового генератора  |  |  | The fractal simulation image of the quantum generator   |
| <b>СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ</b>   |  | <b>124</b>   | <b>AUTHORS INDEX</b>  |