

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 8. № 3

**Proceedings of Telecommunication Universities**

Vol. 8. Iss. 3

Санкт-Петербург

2022

### 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 России № 21-р от 12.02.2019), по специальностям (распоряжение № 33-р от 01.02.2022):

**05.11.18** Приборы и методы преобразования изображений и звука (технические науки)

**1.2.2.** Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ

**2.2.6.** Оптические и оптико-электронные приборы и комплексы

**2.2.13.** Радиотехника, в том числе системы и устройства телевидения

**2.2.14.** Антенны, СВЧ-устройства и их технологии

**2.2.15.** Системы, сети и устройства телекоммуникаций

**2.2.16.** Радиолокация и радионавигация

**2.3.1.** Системный анализ, управление и обработка информации

**2.3.6.** Методы и системы защиты информации, информационная безопасность

**Выпускается с 1960 года. Выходит 4 раза в год (ежеквартально). Издается на русском и английском языках.**

### Редакционный совет

**Дукельский К.В.** к.т.н., доцент, АО «Государственный оптический институт имени С.И. Вавилова» (ГОИ),  
Главный редактор г. Санкт-Петербург, Россия

**Буйневич М.В.** д.т.н., проф., Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
Зам. Главного редактора им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ), г. Санкт-Петербург, Россия

**Розанов Н.Н.** д.ф.-м.н., проф., чл.-корр. РАН, АО «Государственный оптический институт  
имени С.И. Вавилова» (ГОИ), г. Санкт-Петербург, Россия

**Кучерявый Е.** PhD, Технологический университет Тампере, г. Тампере, Финляндия

**Гошек И.** PhD, Технологический университет Брно, г. Брно, Чешская республика

**Тиамийу О.А.** PhD, Университет Илорина, г. Илорин, Нигерия

**Козин И.Д.** д.ф.-м.н., проф., Алматинский университет энергетики и связи, г. Алма-Аты, Казахстан

**Самуйлов К.Е.** д.т.н., проф., Российский университет дружбы народов (РУДН), г. Москва, Россия

**Степанов С.Н.** д.т.н., проф., Московский технический университет связи и информатики (МТУСИ),  
г. Москва, Россия

**Росляков А.В.** д.т.н., проф., Поволжский государственный университет телекоммуникаций  
и информатики (ПГУТИ), г. Самара, Россия

**Кучерявый А.Е.** д.т.н., проф., Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ), г. Санкт-Петербург, Россия

**Канаев А.К.** д.т.н., проф., Петербургский университет путей сообщения имени Александра I (ПГУПС),  
г. Санкт-Петербург, Россия

**Новиков С.Н.** д.т.н., проф., Сибирский государственный университет телекоммуникаций и информатики  
(СибГУТИ), г. Новосибирск, Россия

**Дворников С.В.** д.т.н., проф., Военная академия связи им. Маршала Советского Союза С.М. Буденного (ВАС),  
г. Санкт-Петербург, Россия

**Коржик В.И.** д.т.н., проф., Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ), г. Санкт-Петербург, Россия

**Ковалгин Ю.А.** д.т.н., проф., Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ), г. Санкт-Петербург, Россия

**Владыко А.Г.** к.т.н., Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций  
им. проф. М.А. Бонч-Бруевича (СПбГУТ), г. Санкт-Петербург, Россия

### Регистрационная информация

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций: ПИ № 77-77501 от 17.01.2020 г. (пред. рег. № 77-17986 от 07.04.2004 г.)

Подписной индекс в объединенном каталоге «ПРЕССА РОССИИ»: 59983

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

### Контактная информация

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

**Адрес учредителя:** 191186, Санкт-Петербург, набережная реки Мойки, д. 61, литера А

**Адрес редакции:** 193232, Санкт-Петербург, пр. Большевиков, 22/1, к. 334/2  
**Тел.:** +7 (812) 326-31-63, м. т. 2022, +79643759970  
**E-mail:** [tuzs@spbgut.ru](mailto:tuzs@spbgut.ru)  
**Web:** <http://tuzs.sut.ru>  
**ВК:** <http://vk.com/spbtuzs>

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 (order of the Ministry of Education and Science of Russia No 33-r of 01 February 2022):

**05.11.18** Devices and methods of transformation of images and sound

**1.2.2.** Mathematical modeling, numerical methods and complexes of programs

**2.2.6.** Optical and optoelectronic devices and complexes

**2.2.13.** Radio engineering, including television systems and devices

**2.2.14.** Antennas, microwave devices and its technologies

**2.2.15.** Systems, networks and telecommunication devices

**2.2.16.** Radiolocation and radio navigation

**2.3.1.** System analysis, management and information processing

**2.3.6.** Methods and systems of information security, cybersecurity

**Since 1960. Published 4 times per year. Published in Russian and English.**

Editorial Board
-----------------

<b>K.V. Dukel'skii</b> <i>Editor-in-chief</i>	PhD, associate prof., executive Director of Open Joint Stock Company «S.I. Vavilov State Optical Institute» (SOI), Saint-Petersburg, Russia
--	---

<b>M.V. Buinevich</b> <i>Deputy editor-in-chief</i>	DSc, prof., The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia
--	---

<b>N.N. Rozanov</b>	DSc, prof., member-corr. RAS, Open Joint Stock Company «S.I. Vavilov State Optical Institute» (SOI), Saint-Petersburg, Russia
---------------------	---

<b>Y. Koucheryavy</b>	PhD, Tampere University of Technology, Tampere, Finland
-----------------------	---

<b>I. Hošek</b>	PhD, Brno University of Technology, Brno, Czech Republic
-----------------	--

<b>O.A. Tiamiyu</b>	PhD, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria
---------------------	--

<b>I.D. Kozin</b>	DSc, prof., Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan
-------------------	---

<b>K.E. Samuilov</b>	DSc, prof., Peoples' Friendship University (RUDN), Moscow, Russia
----------------------	---

<b>S.N. Stepanov</b>	DSc, prof., Moscow Technical University of Communication and Informatics (MTUCI), Moscow, Russia
----------------------	--

<b>A.V. Roslyakov</b>	DSc, prof., Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics (PSUTI), Samara, Russia
-----------------------	--

<b>A.E. Koucheryavy</b>	DSc, prof., The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia
-------------------------	--

<b>A.K. Kanaev</b>	DSc, prof., Emperor Alexander I-st Petersburg State Transport University (PSTU), Saint-Petersburg, Russia
--------------------	---

<b>S.N. Novikov</b>	DSc, prof., Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences (SibSUTIS), Novosibirsk, Russia
---------------------	--

<b>S.V. Dvornikov</b>	DSc, prof., Military Academy of Telecommunications named after Marshal Union S.M. Budyonny, Saint-Petersburg, Russia
-----------------------	--

<b>V.I. Korzhik</b>	DSc, prof., The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia
---------------------	--

<b>Yu.A. Kovalgin</b>	DSc, prof., The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia
-----------------------	--

<b>A.G. Vladyko</b>	PhD, The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunication (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia
---------------------	---

Registration Information
--------------------------

Registered by Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology and Mass Media on 17.01.2020: PI No. 77-77501 (prev. reg. on 04.07.2004: No. 77-17986)

Subscription index for joint catalog «PRESSA ROSSII»: 59983

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

Contact Information
---------------------

<b>Publisher:</b>	Federal State Budget-Financed Educational Institution of Higher Education «The Bonch-Bruevich Saint-Petersburg State University of Telecommunications» (SPbSUT)
-------------------	---

<b>Post address:</b>	193232, Saint Petersburg, Prospekt Bolshevikov, 22/1
<b>Phone:</b>	+7 (812) 326-31-63, local 2022, +79643759970
<b>E-mail:</b>	<a href="mailto:tuzs@spbgut.ru">tuzs@spbgut.ru</a>
<b>Web:</b>	<a href="http://tuzs.sut.ru">http://tuzs.sut.ru</a>

<b>Publisher address:</b>	191186, Saint Petersburg, Moika river embankment, 61-A
---------------------------	--

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ И ИНФОРМАТИКА

**Дворников С.В., Устинов А.А., Оков И.И.**  
Алгоритм статистического арифметического кодирования, адаптивный к корреляционным свойствам коэффициентов вейвлет-преобразования

6

**Dvornikov S., Ustinov A., Okov I.**  
Statistical arithmetic coding algorithm adaptive to correlation properties of wavelet transform coefficients

## ЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И СВЯЗЬ

**Александров В.А., Воробьев О.В., Казаков Ю.В., Маркова Л.В.**  
Динамические потери энергии в ключевых усилителях мощности в составе гидроакустического передающего тракта

14

**Alexandrov V., Vorobyov O., Kazakov Yu., Markova L.**  
Dynamic energy losses in switch power amplifiers as part of a hydroacoustic transmission path

**Викулов А.С.**  
Эффективное частотно-территориальное планирование сетей IEEE 802.11 как задача «замощения» плоской зоны покрытия регулярными структурами. Часть 2. Метод выбора частотной конфигурации и решения для малого числа каналов

27

**Vikulov A.**  
Effective channel planning of IEEE 802.11 networks as a plane tessellation problem. Part 2. Method of best channel configuration selection and solutions for a low number of channels

**Глушанков Е.И., Царик В.И.**  
Анализ качества алгоритмов адаптивной пространственной и пространственно-частотной фильтрации сигналов в системах спутниковой навигации

37

**Glushankov E., Tsarik V.**  
Quality analysis of space and space-frequency adaptive signal processing algorithms in satellite navigation systems

**Гулаков И.Р., Зеневич А.О., Кочергина О.В., Матковская Т.А.**  
Исследование канала утечки информации в области изгиба оптического волокна

44

**Gulakov I., Zenevich A., Kochergina O., Matkovskaya T.**  
Investigation of an information leakage channel in the area of optical fiber bending

**Новиков Е.А., Севостьянов А.С., Шадрин А.Г.**  
Исследование качества обслуживания трафика реального времени в условиях сложной помеховой обстановки

50

**Novikov E., Sevostyanov A., Shadrin A.**  
Study of the service quality of real time traffic in a complex interference environment

**Пашкевич В.Д., Голубев В.М., Проценко М.С., Юрков М.В., Прошин П.В., Патяк В.И., Анохин А.С.**  
Проектирование антенных полей передающих радиоцентров декаметрового диапазона на основе сверхширокополосных антенных систем

57

**Pashkevich V., Golubev V., Protsenko M., Yurkov M., Proshin P., Patyak V., Anohin A.**  
Design of antenna fields for HF band transmitting radio centers based on ultra-wide-band antenna systems

**Попов О.В., Тумашов А.В., Борисов Г.Н., Коровин К.О.**  
Методика расчета радиуса зоны электромагнитной доступности источника поверхностных волн с заданной плотностью спектра изотропно излучаемого сигнала

72

**Popov O., Tumashov A., Borisov G., Korovin K.**  
Method for calculating the radius of an electromagnetic availability zone based on a surface wave source with a given spectrum density of an isotropically emitted signal

**Фокин Г.А.**  
Модель технологии сетевого позиционирования метровой точности 5G NR. Часть 2. Обработка сигналов PRS

80

**Fokin G.**  
Simulation model of 5G NR network positioning technology with meter accuracy. Part 2. PRS signals processing

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

**Грызунов В.В.**  
Методы адаптивного управления доступностью ресурсов геоинформационных систем в условиях деструктивных воздействий

101

**Gryzunov V.**  
Methods for adaptive resource availability management of geoinformation systems under destructive impacts

**Шелухин О.И., Рыбаков С.Ю., Ванюшина А.В.**  
Модификация алгоритма обнаружения сетевых атак методом фиксации скачков фрактальной размерности в режиме online

117

**Sheluhin O., Rybakov S., Vanyushina A.**  
Modified algorithm for detecting network attacks using the fractal dimension jump estimation method in online mode