

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. № 2

**Proceedings of Telecommunication Universities**

Vol. 8. Iss. 2

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

**Адрес:** 193232, Санкт-Петербург,  
**редакции:** пр. Большевиков, 22/1, к. 334/2  
**Тел.:** +7 (812) 326-31-63, м. т. 2022,  
+79643759970  
**E-mail:** [tuzs@spbgu.ru](mailto:tuzs@spbgu.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 |
|-----------------|
|-----------------|

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

**M.V. Buinevich** DSc, prof., The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia  
*Deputy editor-in-chief*

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

**Y. Koucheryav** PhD, Tampere University of Technology, Tampere, Finland

**I. Hošek** PhD, Brno University of Technology, Brno, Czech Republic

**O.A. Tiamiyu** PhD, University of Ilorin, Ilorin, Nigeria

**I.D. Kozin** DSc, prof., Almaty University of Power Engineering and Telecommunications, Almaty, Kazakhstan

**K.E. Samuilov** DSc, prof., Peoples' Friendship University (RUDN), Moscow, Russia

**S.N. Stepanov** DSc, prof., Moscow Technical University of Communication and Informatics (MTUCI), Moscow, Russia

**A.V. Roslyakov** DSc, prof., Povolzhskiy State University of Telecommunications and Informatics (PSUTI), Samara, Russia

**A.E. Koucheryav** DSc, prof., The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia

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

**S.N. Novikov** DSc, prof., Siberian State University of Telecommunications and Information Sciences (SibSUTIS), Novosibirsk, Russia

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

**V.I. Korzhik** DSc, prof., The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia

**Yu.A. Kovalgin** DSc, prof., The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunication (SPbSUT), Saint-Petersburg, Russia

**A.G. Vladyko** PhD, The Bonch-Bruевич 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 |
|---------------------|
|---------------------|

**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@spbgt.ru](mailto:tuzs@spbgt.ru)  
**Web:** <http://tuzs.sut.ru>

**Publisher address:** 191186, Saint Petersburg, Moika river embankment, 61-A

## СОДЕРЖАНИЕ

## CONTENTS

## КОМПЬЮТЕРНЫЕ НАУКИ И ИНФОРМАТИКА

**Плотников П.В., Владыко А.Г.**  
Минимизация задержек при взаимодействии  
граничных устройств с использованием  
кластеризации в сетях VANETs

6

**Plotnikov P., Vladyko A.**  
Minimizing delays in the interaction  
of edge devices using clustering in VANETs

## ЭЛЕКТРОНИКА, ФОТОНИКА, ПРИБОРОСТРОЕНИЕ И СВЯЗЬ

**Андропов А.В., Кузьмин С.В.**  
Методика синтеза диаграмм направленности  
антенных решеток с произвольным расположением  
излучающих элементов

15

**Andropov A., Kuzmin S.**  
Radiation pattern synthesis method  
of antenna arrays with an arbitrary arrangement  
of radiating elements

**Викулов А.С.**  
Эффективное частотно-территориальное  
планирование сетей IEEE 802.11 как задача  
«замощения» плоской зоны покрытия регулярными  
структурами. Часть 1. Модель межканальных помех

29

**Vikulov A.**  
Effective Channel Planning of IEEE 802.11 Networks  
as a Plane Tessellation Problem.  
Part 1. Adjacent Channel Interference Model

**Коваль С.А., Пашинцев В.П., Скорик А.Д.,  
Сальников Д.В., Михайлов Д.М.**  
Оптимальная рабочая частота по критерию  
максимального интервала частотной корреляции  
замираний в однолучевой декаметровый радиолнии

37

**Koval S., Pashintsev V., Skorik A.,  
Salnikov D., Mikhaylov D.**  
Optimal operating frequency according  
to the maximum interval of frequency fade  
correlation in a single-beam decametric radio link

**Фокин Г.А.**  
Модель технологии сетевого позиционирования  
метровой точности 5G NR. Часть 1. Конфигурация  
сигналов PRS

48

**Fokin G.**  
Simulation Model of 5G NR Network Positioning  
Technology with Meter Accuracy.  
Part 1. PRS Signals Configuration

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ

**Макаров Л.М., Поздняков А.В.**  
Компьютерный синтез нейротрансмиттерных  
образов

65

**Makarov L., Pozdnyakov A.**  
Computer synthesis of neurotransmitter images

**Рогозинский Г.Г., Чесноков М.А., Кутлыарова А.А.**  
Несколько новых математических моделей  
синтезированных звуковых сигналов

76

**Rogozinsky G., Chesnokov M., Kutlyiarova A.**  
Some new mathematical models  
of synthesized sound signals

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ

**Григорьев Е.К.**  
Анализ корреляционных характеристик новых  
кодовых последовательностей, основанных на  
персимметричных квазиортогональных циркулянтах

83

**Grigoriev E.**  
Study of correlation properties of new code  
sequences based on persymmetric quasi-orthogonal  
circulants

**Пантюхин И.С.**  
Оценка свойств объектов средств вычислительной  
техники для обеспечения постинцидентного аудита

91

**Pantiukhin I.**  
The properties of computer equipment objects  
evaluation to ensure post-incident audit

**Соколов С.А.**  
Экспериментальный тракт совместной передачи в  
общем радиоканале сигналов аналогового  
ЧМ- и цифрового DRM-радиовещания

100

**Sokolov S.**  
Block diagram of the DRM simulcast trial equipment  
configuration in FM band

**Хричков В.А.**  
Моделирование корреляционного оптического  
рефлектометра с зондирующим сигналом в виде  
фрагментов псевдослучайных последовательностей

108

**Khrichkov V.**  
Modeling of correlation optical reflectometer  
with a probing signal in the form  
of pseudo-random sequences fragments