

# РТС Радиотехнические и Телекоммуникационные Системы 2(58) 2025

Научно-технический журнал

Издаётся с января 2011 года

ISSN 2221-2574

## Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (600000, г. Владимир, ул. Горького, д. 87).

## Издатель:

Муромский институт (филиал) ФГБОУ ВО «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых» (602264, Владимирская обл., г. Муром, ул. Орловская, д. 23).

## Адрес редакции:

602264, г. Муром, ул. Орловская, 23.  
Тел.: 8 (49234) 77-2-32  
E-mail: rts-md@mail.ru

Дизайн обложки: И.А. Миронова  
Компьютерная верстка: К.А. Якименко

ЛР 020228 от 8.10.1991 г.  
Подписано в печать 16.06.2025.  
Дата выхода в свет 26.06.2025.  
Цена свободная.  
Плр №020105 от 30.06.99.  
Тираж 100. Заказ №  
Формат 60×84/8. Усл. печ. л. 9,18.  
Бумага для множит. техники.  
Гарнитура TIMES.  
Печать ризография.

Отпечатано в соответствии с предоставленными материалами в ООО «Амирит», 410004, г. Саратов, ул. Чернышевского 88.  
Тел.: 8(452) 24-86-33.  
E-mail: 248633a@mail.ru.

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации СМИ ПИ №ФС77-86615 от 22 января 2024 года)  
**Знак информационной продукции 16+**

## Редакционная коллегия:

**В.В. Ромашов**, д-р техн. наук, профессор (Муром)  
(главный редактор)  
**В.В. Костров**, д-р техн. наук, профессор (Муром)  
(заместитель главного редактора)  
**В.В. Булкин**, д-р техн. наук (Муром)  
(заместитель главного редактора)  
**С.Н. Жиганов**, к-т техн. наук, доцент (Муром)  
(ответственный редактор)  
**К.А. Якименко**, к-т техн. наук (Муром)  
(выпускающий редактор)

**В.А. Черепенин**, д-р физ.-мат. наук, академик РАН (Москва)  
**О.В. Горячкин**, д-р техн. наук, профессор (Самара)  
**А.Н. Детков**, д-р техн. наук, профессор (Москва)  
**В. Ерохин**, д-р физ.-мат. наук (Парма, Италия)  
**А.Л. Жизняков**, д-р техн. наук, профессор (Муром)  
**Д.О. Жуков**, д-р техн. наук, профессор (Москва)  
**Д. Зрнич**, PhD, (Норман, Оклахома, США)  
**Х. Кабакчиев**, д.т.н., профессор (София, Болгария)  
**В.К. Ключко**, д-р техн. наук, профессор (Рязань)  
**В.В. Костров**, д-р техн. наук, профессор (Рязань)  
**В.И. Кошелев**, д-р техн. наук, профессор (Рязань)  
**А.С. Крюковский**, д-р физ.-мат. наук, профессор (Москва)  
**Ю.В. Кулешов**, д-р техн. наук, профессор (С. Петербург)  
**В.И. Луценко**, д-р физ.-мат. наук, профессор (Харьков, Украина)  
**О.Р. Никитин**, д-р техн. наук, профессор (Владимир)  
**Ю.Н. Паршин**, д-р техн. наук, профессор (Рязань)  
**Ю.С. Радченко**, д-р физ.-мат. наук, профессор (Воронеж)  
**А.В. Рыжков**, к-т физ.-мат. наук, проф. (Норман, Оклахома, США)  
**В.А. Фурсов**, д-р техн. наук, профессор (Самара)  
**Г.Г. Щукин**, д-р физ.-мат. наук, профессор (С. Петербург)  
**И.В. Якименко**, д-р техн. наук, доцент (Смоленск)  
**Н.П. Ямпури**, д-р техн. наук, профессор (Арзамас)

Журнал входит 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.

Журнал включён в международную справочную систему «Ulrich's Periodicals Directory», INSPEC, РЖ ВИНТИ, Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), Google Scholar.

На сайте журнала: <http://www.rts-md.com> доступны полные тексты статей. Подписной индекс 43760 в «Объединённом каталоге: Пресса России. Газеты и журналы»

Полное или частичное воспроизведение материалов, содержащихся в настоящем издании, допускается только с письменного разрешения редакции.



**ISSN 2221-2574**

**Founder:**

Federal state budgetary educational institution of higher education "Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nickolay Grigoryevich Stoletovs" (600000, Russian Federation, Vladimir, Gorkiy st., 87)

**Publisher:**

Murom Institute (branch) Federal state budgetary educational institution of higher education "Vladimir State University named after Alexander Grigoryevich and Nickolay Grigoryevich Stoletovs" (602264, Russian Federation, Vladimir region, Murom, Orlovskaya str., 23).

**Editors Office Address:**

602264, Russian Federation, Vladimir region, Murom, Orlovskaya st., 23.

**Tel.:** +7 (49234) 77-2-32

**E-mail:** rts-md@mail.ru

Journal cover design: *I.A. Mironova*

Typesetting: *K.A. Yakimenko*

Printed from ready-to-print layout in

LLC "Amirit",

410004, Saratov, Chernyshevskogo st., 88.

**Tel.:** +7(452) 24-86-33.

**E-mail:** 248633a@mail.ru.

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (ROSKOMNADZOR)

Certificate of registration Mass Media Press Information №FS 77-86615 from 22 January 2024

**The editorial board:**

**V.V. Romashov**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Murom)  
(*chief editor*)

**V.V. Kostrov**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Murom)  
(*deputy chief editor*)

**V.V. Bulkin**, Grand Dr. in Engineering (Murom)  
(*deputy chief editor*)

**S.N. Zhiganov**, PhD in Engineering, Assoc. Prof. (Murom)  
(*managing editor*)

**K.A. Yakimenko**, PhD in Engineering (Murom)  
(*publishing editor*)

**V.A. Cherepenin**, Grand Dr. of Phys. and Math., Academician of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

**O.V. Goryachkin**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Samara)

**A.N. Detkov**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Moscow, Russia)

**V. Erokhin**, PhD, DSc (Parma, Italia)

**A.L. Zhiznyakov**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Murom)

**D.O. Zhukov**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Moscow)

**D. Zrnic**, PhD, (Norman, Oklahoma, USA)

**C. Kabachiev**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Sofia, Bulgaria)

**V.K. Klochko**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Ryazan)

**B.V. Kostrov**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Ryazan)

**V.I. Koshelev**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Ryazan)

**A.S. Kryukovsky**, Grand Dr. of Phys. and Math., Prof. (Moscow)

**Y.N. Kuleshov**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (St. Petersburg)

**V.I. Lutsenko**, Grand Dr. of Phys. and Math., Prof. (Kharkov, Ukraine)

**O.R. Nikitin**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Vladimir)

**Yu. N. Parshin**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Ryazan)

**Yu. S. Radchenko**, Grand Dr. of Phys. and Math., Prof. (Voronezh)

**A.V. Ryzhkov**, PhD, Prof. (Norman, Oklahoma, USA)

**V.A. Fursov**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Samara)

**G.G. Shchukin**, Grand Dr. of Phys. and Math., Prof. (St. Petersburg)

**I.V. Yakimenko**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Smolensk)

**N.P. Yampurin**, Grand Dr. in Engineering, Prof. (Arzamas)

The Journal is included into the List of peer-reviewed scientific publications in which the main scientific results of dissertations for the degree of Candidate of Sciences, for the degree of Doctor of Sciences should be published.

The Journal is included into international directory assistances «Ulrich's Periodicals Directory», INSPEC, Abstract Journal (AJ) VINITI, Russian Science Citation Index (RSCI).

The full texts of articles can be accessed at: <http://www.rts-md.com>.  
Subscription code 43760 in «Union Catalogue: Media of Russia. Newspapers and Journals».

Reproduction of any portion of this publication is allowed only with prior written permission of the publisher.

## Содержание 3 Contents

**Системы, сети и устройства  
телекоммуникаций****Глушанков Е.И., Елисеев Н.К.**Анализ энергетической и спектральной  
эффективности сигналов в радиоканалах с  
замираниями**5****Systems, networks and devices of  
telecommunications****E.I. Glushankov, N.K. Eliseev**Analysis of signals' energy  
and spectral efficiency in radio channels  
with fading**Паршин А.Ю., Нгуен В.Х.**Исследование эффективности относительного  
кодирования при использовании трёхмерной  
модели рассеивателей в ММО системах связи**14****A.Yu. Parshin, V.Kh. Nguyen**Investigation of differential coding efficiency  
using three-dimensional scatterers model in  
MIMO communication system**Насонов В.В., Фитасов Е.С.**Когерентность модулированных шумовых  
помех в приёмном устройстве  
радиотехнической системы**21****V.V. Nasonov, E.S. Fitasov**Coherence of modulated noise  
interference in the receiver of  
a radio engineering system**Обработка сигналов, информации  
и изображений****Костров В.В., Ракитин А.В.**Автоматическое обнаружение объектов в  
оптико-электронных системах с  
боллометрическим матричным приёмником**32****Signals, information and images  
processing****V.V. Kostrov, A.V. Rakitin**Automatic object detection in optoelectronic  
systems with a bolometric  
matrix receiver**Нейронные сети и интеллектуальные  
системы****Борданов И.А., Королев Л.Я.,  
Щаников С.А., Михайлов А.Н.**Оценка точности работы искусственных  
нейронных сетей на базе мемристивных  
устройств на основе теории планирования  
эксперимента**40****Neural networks and intelligent  
systems****I.A. Bordanov, L.Ya. Korolev,  
S.A. Shchanikov, A.N. Mikhailov**Evaluation of the accuracy of artificial  
neural networks based on memristive  
devices based on the theory  
of experimental planning

---

**Конструирование и технологии  
производства радиоустройств и  
систем****Кириллов Л.Р., Чиликов А.А.**

Гибридная интегральная схема двойного  
балансного смесителя в диапазоне 7–25 ГГц с  
полосой промежуточных частот 0–10 ГГц в  
конструкции для поверхностного монтажа

53

**Design and production  
technologies of radio devices  
and systems****L.R. Kirillov, A.A. Chilikov**

A hybrid integrated circuit of a double  
balanced mixer in the range of 7–25 GHz with  
the intermediate frequency band of 0–10 GHz  
in a surface-mounted design

---

**Математическое, алгоритмическое и  
программное обеспечение****Дубов И.Р.**

Системная структуризация шаблона  
Model-View-Presenter

59

**Mathematical, algorithmic and  
software****I.R. Dubov**

System structuring of the Model-View-  
Presenter pattern

**Канаев А.К., Сахарова М.А.,  
Боброва К.Б., Захаров И.В.,  
Лукичев М.М., Опарин Е.В.**

Исследование протокола маршрутизации  
OSPF для организации информационного  
обмена группы роботов при их  
взаимодействии в составе кластера

69

**A.K. Kanaev, M.A. Sakharova,  
K.B. Bobrova, I.V. Zakharov,  
M.M. Lukichev, E.V. Oparin**

Investigation of the OSPF routing protocol for  
an organization information exchange of a  
group of robots during their interaction as part  
of a cluster