



# 16



## К ДНЮ РАДИО

**3** Лариса Золотинкина.

Так мир вступал в информационную эпоху.

Страницы жизни и деятельности А.С. Попова, 1896 год

## ТЕМА НОМЕРА

**8** Валерий Дотолев.

Цифровое звуковое и мультимедийное  
радиовещание на современном этапе

**14** Калью Кукк.

Российские промышленные разработки  
в области цифрового радиовещания в стандарте DRM

## КРИПТОГРАФИЯ

**17** Космические высоты отечественной криптографии.

К 100-летию национальной Службы криптографии

## КОСМИЧЕСКОЕ ТЕЛЕВИДЕНИЕ

**20** Вера Зеленова.

В кадре – первый космонавт планеты.

К 60-летию полета Ю.А. Гагарина

## СОБЫТИЯ ОТРАСЛИ

**16** Валерий Бутенко переизбран президентом Национальной  
радиоассоциации

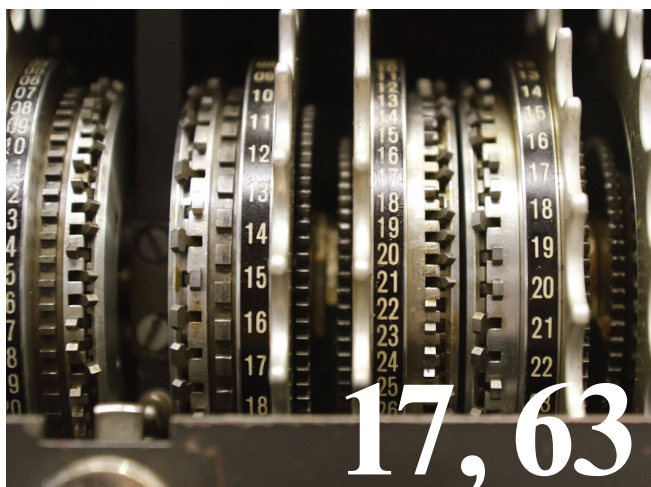
**24** МФТИ на пути к квантовому компьютеру

**42** Рашид Исмаилов выдвинут кандидатом на пост генерального  
секретаря МСЭ

**62** Цифровизация российской Арктики

**62** Арктика и мировые низкоорбитальные системы

**66** XXV Международный форум МАС' 2021



# СОДЕРЖАНИЕ

# НАУКА

## ЦИФРОВОЕ РАДИОВЕЩАНИЕ

### 26 Лашкевич А.В.

Цифровое наземное радиовещание: особенности внедрения и вопросы использования радиочастотного спектра

### 30 Соколов С.А., Мышьянов С.В., Ковалгин Ю.А.

Исследование аналого-цифровой DRM/ЧМ-зоны радиовещания в полосе частот 87,5–108 МГц

## СЕТИ СВЯЗИ С УЛЬТРАМАЛЫМИ

### ЗАДЕРЖКАМИ

### 37 Хакимов А.А., Мутханна А.С., Выборнова А.И.

Разработка интеллектуальной системы для управления граничными вычислениями

### 43 Чистова Н.А., Парамонов А.И., Выборнова А.И.,

Кучерявый А.Е.

Метод выбора размеров цифровых кластеров сетей с ультрамалыми задержками

### 49 Владимиров С.А., Косова Е.В.

Формирование тактильных сигналов в задаче сжатия с потерями для факторной аддитивной модели восприятия

## ИНТЕРНЕТ ВЕЩЕЙ

### 55 Тонких Е.В., Парамонов А.И., Кучерявый А.Е.

Планирование структуры сети интернета вещей с использованием фракталов

## КРИПТОГРАФИЯ

### 63 Митрофанов М.В., Васюков Д.Ю., Анисимов В.В.,

Кузнецов С.И.

От криптографического примитива — к профессиональной компетенции

## CONTENTS

### 26 LASHKEVICH A.V.

Digital terrestrial broadcasting: features of implementation and issues of using radio broadcasting

### 30 SOKOLOV S.A.,

MYSHYANOV S.V.,

KOVALGIN Yu.A.

Results of the DRM Simulcast field trials in 87.5–108 MHz band

### 37 KHAKIMOV A.A.,

MUTHANNA A.S.,

YVORNOVA A.I.

Development of an intelligent system for managing edge computing

### 43 CHISTOVA N.A.,

PARAMONOV A.I.,

YVORNOVA A.I.,

KOUCHERYAVY A.E.

A method for sizing digital clusters of ultra-low latency networks

### 49 VLADIMIROV S.A.,

KOSOVA E.V.

Tactile signals formation in the problem of lossy compression for the factor additive model of perception

### 55 TONKIKH E.V.,

PARAMONOV A.I.,

KOUCHERYAVY A.E.

Modeling the network structure of the IoT using fractals

### 63 MITROFANOV M.V.,

VASUKOV D.Yu., ANISIMOV V.V.,

KUZNETSOV S.I.

From cryptographic primitive to professional competence

### 67 Abstracts



ЕЖЕМЕСЯЧНЫЙ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ ПО ПРОВОДНОЙ И РАДИОСВЯЗИ, ТЕЛЕВИДЕНИЮ, РАДИОВЕЩАНИЮ. ОСНОВАН В 1933 ГОДУ

ISSN 0013-5771.

ЭЛЕКТРОСВЯЗЬ. 2021, № 4. 1-68.

Главный редактор В.В. Бутенко, д.т.н.

### Редакционная коллегия:

Арт.С. Аджемов, д.т.н.

С.В. Бачевский, д.т.н.

М.А. Быховский, д.т.н.

В.В. Витязев, д.т.н.

Е.Е. Володина, д.э.н.

В.А. Григорьев, д.т.н.

(шеф-редактор)

В.А. Ефимушкин, к.ф.-м.н.

Ю.Б. Зубарев, чл.-корр. РАН

О.А. Иванов, к.в.н.

С.В. Кизима, д.т.н.

А.Е. Крупнов, к.т.н.

К.И. Кукк, д.т.н.

А.Е. Кучерявый, д.т.н.

Н.В. Лемешко, д.т.н.

В.Н. Лившиц, д.э.н.

С.Л. Мишенков, д.т.н.

Н.Н. Мурашов

Н.Н. Мухитдинов, к.э.н.

А.П. Оситис, к.э.н.

Н.П. Резникова, д.э.н.

Ю.М. Сподобаев, д.т.н.

В.А. Стрелец, к.т.н.

М.М. Ступницкий, к.т.н.

В.О. Тихвинский, д.э.н.

Р.В. Шередин, к.т.н.

Генеральный директор Анатолий Н. Гатилов

Ведущий редактор Ирина Богородицкая

Над номером также работали: Наталия Ефимова, Евгения Волюнкина, Елена Беленькая

Дизайн и верстка Екатерина Горожанкина

В соответствии с решением Президиума ВАК Минобрнауки России журнал «Электросвязь» включен в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора и кандидата наук (<https://vak.minobrnauki.gov.ru>)

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-45919 от 22.07.2011

Фото на обложке SCHUTTERSTOCK.COM

Адрес редакции: 105064, Москва, Казакова, 16

Тел.: +7 (495) 647-17-65.

E-mail: [elsv@garnet.ru](mailto:elsv@garnet.ru). Сайт: [www.elsv.ru](http://www.elsv.ru)

Учредители: Региональное содружество в области связи, Международная академия связи, Российское научно-техническое общество радиотехники, электроники и связи им. А.С. Попова, ООО «Инфо-Электросвязь»

Сдано в набор 26.03.2020. Подписано в печать 09.04.2021.

Печать офсетная. Формат 60х90х9.

Усл. кр.-отт. 14,12. Уч.-изд. л. 19,6. Усл. печ. л. 9.

Отпечатано в типографии: ООО «МЕДИАКОЛОП». 127273, Москва, Сигнальный проезд, д. № 19, стр. 1 тел./факс: +7 (499) 903-69-52, +7 (499) 903-69-53

Тираж 3000 экз.

За содержание рекламных материалов редакция ответственности не несет.

© 000 «Инфо-Электросвязь»

Подписные индексы по каталогам:

«Пресса России» — 41411,

«Урал-Пресс» — 71107