

# НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

7, 2016, т. 17

В номере:

НАУЧНЫЕ ДОСТИЖЕНИЯ РОССИИ

## Научные достижения (Часть 1)



АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва»  
(г. Железногорск, Красноярский край)



Военно-инженерного института  
Сибирского федерального  
университета (г. Красноярск)



тел./факс: (495) 625-9241  
e-mail: info@radiotec.ru

# НАУКОЕМКИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Международный научно-технический журнал

Включен в перечень ВАК

**№ 7, 2016, т. 17****Главный редактор – д.т.н., проф. В.П. Марин****РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

акад. РАН Ю.В. Гуляев, чл.-корр. РАН Ю.Б. Зубарев, чл.-корр. РАН В.А. Черепенин, Л.П. Андрианова, О.П. Алексеев, д.т.н., проф. А.С. Багдасарян, к.ф.-м.н., проф. В.М. Березин, д.т.н., чл.-корр. Академии криптографии В.И. Будзко, д.т.н., проф. В.С. Верба, д.х.н., проф. В.И. Вигдорович, к.т.н., проф. В.П. Гаценко, д.ф.-м.н., проф. Н.Н. Евтихийев, д.т.н. В.И. Зубцов (Беларусь), д.т.н. С.Н. Замуруев, д.т.н., проф. А.П. Коржавый (зам. гл. редактора), д.ф.-м.н. П.А. Коржавый (Швеция), д.т.н., проф. К.И. Кукк, к.т.н. Т.И. Лапина, д.т.н., проф. Нгуен Куанг Тхыонг (СРВ), д.т.н., проф. Н.Л. Прохоров, д.т.н. В.П. Савченко (зам. гл. редактора), д.т.н., проф. Г.С. Садыхов, д.т.н., проф. И.Н. Синицын, д.т.н., проф. Е.М. Сухарев, д.ф.-м.н., проф. Н.Н. Сысоев, проф. Н.А. Томилин, акад. РАН И.Б. Федоров, д.т.н., проф. В.К. Федоров, (зам. гл. редактора), д.т.н. Е.А. Храбров, к.т.н. Н.В. Яранцев

**Editor-in-Chief, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.P. Marin****EDITORIAL BOARD**

Academician RAS, Yu.V. Gulyaev, Corresponding Member RAS Y.B. Zubarev, Corresponding Member RAS V.A. Cherepenin, L.P. Andrianova, O.P. Alekseev, Dr.Sc. (Eng.), Prof. A.S. Bagdasarian, Ph.D. (Phys.-Math.), Prof. V.M. Berezin, Dr.Sc. (Eng.), Corresponding Member, Academy of Cryptography, V.I. Budzko, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.S. Verba, Dr.Sc. (Chem.), Prof. V.I. Vigdorovich, Ph.D. (Eng.), Prof. V.P. Gatsenko, Prof. N.N. Yevtkhiev, Dr.Sc. (Eng.) V.I. Zubtsov (Belorussia), Deputy Editor, Dr.Sc. (Eng.) S.N. Zamuruyev, Deputy Editor, Dr.Sc. (Eng.), Prof. A.P. Korzhavyy, Dr.Sc. (Phys.-Math.), P.A. Korzhavyy (Sweden), Dr.Sc. (Eng.), Prof. K.I. Kukk, Ph.D. (Eng.) T.I. Lapina, Dr.Sc. (Eng.), Prof. Nguen Kuang Thyong (Vietnam), Dr.Sc. (Eng.), Prof. N.L. Prokhorov, Deputy Editor, Dr.Sc. (Eng.) V.P. Savchenko, Dr.Sc. (Eng.), Prof. G.S. Sadykhov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. I.N. Sinitsyn, Dr.Sc. (Eng.), Prof. Ye.M. Sukharev, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. N.N. Sysoev, Dr.Sc. (Eng.) N.A. Tomilin, Academician RAS I.B. Fedorov, Deputy Editor, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.K. Fedorov, Dr.Sc. (Eng.) Ye.A. Khrabrov, Ph.D. (Eng.) N.V. Yarantsev

## Научные достижения

**АО «Информационные спутниковые системы» имени академика М.Ф. Решетнёва»**

(г. Железнодорожск, Красноярский край),

**Сибирского федерального университета**

(г. Красноярск)

*Редактор выпуска – докт. техн. наук, профессор Е.Н. Головёнкин*

## Часть 1

### Содержание

Анализ вариантов построения систем персональной спутниковой связи <i>Кузовников А.В., Выгонский Ю.Г., Тестоедов Н.А.</i>	5
Оценка отношения сигнал/шум в космических системах связи <i>Силантьев А.А., Шатров В.А., Вильданов А.И., Рябушкин С.А., Патюков В.Г.</i>	10
Механизм телескопического выдвигания звеньев спицы рефлектора и штанг <i>Скоков Д.В., Халиманович В.И., Верхогляд А.Г., Накрохин И.А., Чугуй Ю.В.</i>	13

Система спутниковой связи на низких орбитах для обеспечения высокоскоростной передачи данных <i>Головков В.В., Кузовников А.В., Есипенко А.А.</i>	19
Особенности наземной экспериментальной отработки крупногабаритных солнечных батарей <i>Захаров С.А., Кузоро В.И., Тестоедов Н.А., Халиманович В.И.</i>	22
Современные тенденции развития ретрансляционного режима работы КА ДЗЗ <i>Выгонский Ю.Г., Бессмертная Ю.С., Кузовников А.В.</i>	29
Планарная фазированная антенная решетка отражательного типа Ku-диапазона с линейной поляризацией <i>Былов А.А., Данилов И.Ю.</i>	34
Разработка криотермовакuumной установки для испытаний элементов космической техники на гелиевом уровне температур <i>Вшивков А.Ю., Шилкин О.В., Делков А.В., Головенкин Е.Н., Шаров А.К., Михалкин В.М.</i>	39
Корреляционное приемное устройство вейвлет-модулированных широкополосных сигналов <i>Черноусов А.В., Кузовников А.В., Сомов В.Г., Иванова М.П.</i>	43
Эрозионное воздействие плазменных струй электроракетных двигателей на сетеполотно рефлекторов крупногабаритных антенн автоматических космических аппаратов <i>Тестоедов Н.А., Кочура С.Г., Максимов И.А., Смирнов В.А., Надирадзе А.Б.</i>	46
Система сквозного планирования работ как основа интеграции информационных систем управления на предприятиях ракетно-космической отрасли <i>Вилков Ю.В., Картамышев А.С., Потуремский И.В., Попов А.М.</i>	52
Модификация поверхности контррефлектора зеркальной антенны <i>Тайгин В.Б., Першин А.С., Болгов В.В., Белов О.А., Бердникова Н.А.</i>	56
Информационное обеспечение новационных потребностей в процессе создания космических аппаратов связи <i>Туркенич Р.П., Вилков Ю.В.</i>	60

## Contents

Analysis of versions of personal satellite communications system construction <i>Kuzovnikov A.V., Vygonkiy Y.G., Testoyedov N.A.</i>	9
Signal to noise ratio estimation in space communication systems <i>Silantyev A.A., Shatrov V.A., Vildanov A.I., Ryabushkin S.A., Patyukov V.G.</i>	12
A mechanism for telescopic extension of reflector's tubular spokes and shafts <i>Skokov D.V., Khalimanovich V.I., Verkhoglyad A.G., Nakrokhin I.A., Chugui Yu.V.</i>	17
Satellite communication system in low-orbits to high-speed data transferring <i>Golovkov V.V., Kuzovnikov A.V., Esipenko A.A.</i>	21
Features of large-sized solar batteries land experimental working off <i>Zakharov S.A., Kuzoro V.I., Testoyedov N.A., Khalimanovich V.I.</i>	28
Current progress tendencies of relay mode of earth remote sensing satellites <i>Vygonkiy Y.G., Bessmertnaya J.S., Kuzovnikov A.V.</i>	33
The planar phased reflectarray Ku-band with linear polarization <i>Bylov A.A., Danilov I.Y.</i>	38
Development of cryothermovacuum facility for testing elements of space equipment on the helium temperature level <i>Vshivkov A.Yu., Shilkin O.V., Delkov A.V., Golovenkin E.N., Sharov A.K., Mikhalkin V.M.</i>	42
The correlated receiver for wavelet modulated wideband signals <i>Chernousov A.V., Kuzovnikov A.V., Somov V.G., Ivanova M.P.</i>	45
Erosive effects of plasma jets of electric propulsion on netblade of antenna reflectors of large unmanned spacecraft <i>Testoyedov N.A., Kochura S.G., Maksimov I.A., Smirnov V.A., Nadiradze A.B.</i>	51
End-to-end work planning system as the basis of information control system integration at the aerospace enterprises <i>Vilkov Yu.V., Kartamyshv A.S., Poturemskiy I.V., Popov A.M.</i>	55

Surface modification of the sub-reflector of mirror antenna <i>Taygin V.B., Pershin A.S., Bolgov V.V., Belov O.A., Berdnikova N.A.</i>	59
Information support for novation needs under development of telecommunications spacecraft <i>Turkenich R.P., Vilkov Yu.V.</i>	64

## Часть 2\*

### Содержание

Оперативный контроль качества канала связи <i>Силантьев А.А., Шатров В.А., Рычков Е.Н., Патюков В.Г.</i>	5
Методика оценки верхней лимитной цены выполнения ОКР (первого рода) по созданию КК <i>Матроницкий Д.А., Анкудинов А.В.</i>	9
Исследование ортомодового селектора на основе крестового разветвителя <i>Крылов Ю.В.</i>	13
Реализация высокоточного имитатора радионавигационных сигналов ГНСС <i>Красненко С.С., Гребенников А.В.</i>	17
Повышение достоверности конечно-элементной модели сетчатого рефлектора по результатам макетирования <i>Евдокимов А.С., Шендалев Д.О.</i>	21
Предложения по созданию многоспутниковой системы связи на низких орбитах с учетом имеющихся средств группового выведения на околоземную орбиту <i>Кузовников А.В., Косенко В.Е., Головков В.В., Леонов С.Н., Зимин И.И.</i>	25
Спутниковые оптические линии связи. Параметры и особенности применения <i>Анкудинов А.В., Вилков Ю.В., Мухин В.А.</i>	30
Анализ бюджета радиолинии спутниковой связи командно-измерительной системы наземного комплекса управления на базе активных фазированных антенных решеток <i>Ершов А.Ю., Кочура А.С., Тяпкин В.Н.</i>	34
Алгоритм адаптивной пространственной фильтрации с сохранением постоянного уровня ДН в направлении полезного сигнала <i>Тяпкин В.Н.</i>	39
Сравнительный анализ методов определения задержки сигнала в ионосфере <i>Фатеев Ю.Л., Курносков А.С.</i>	44
Математическая модель дистанционного зондирования атмосферы для определения малых концентраций углеводородов <i>Вейсов Е.А., Попов Д.В., Парунов А.В., Сушкин И.Н.</i>	48
Пространственное подавление помех при различных конфигурациях антенной решетки угломерной навигационной аппаратуры <i>Тяпкин В.Н., Гарин Е.Н., Ратушняк В.Н., Дмитриев Д.Д., Гладышев А.Б.</i>	52
Моделирование процесса полирования токонесущих поверхностей секционно-изогнутых волноводов <i>Зверинцев В.В., Зверинцева Л.В., Кочкина Г.В.</i>	57
Стенд огневых испытаний плазменных двигателей в АО «ИСС» <i>Никипелов А.В., Симанов Р.С., Ермошкин Ю.М., Якимов Е.Н., Максимов В.В., Шаров А.К.</i>	61

\* Часть 2 – см. «Научно-технические технологии», № 8, 2016 г.

# Contents

Operational control of the quality of the communication channel <i>Silantyev A.A., Shatrov V.A., Rychkov E.N., Patyukov V.G.</i>	8
Method of estimating the upper limit price of the first kind of OCD to create space complex <i>Matronitsky D.A., Ankudinov A.V.</i>	12
Design orthomode transducer on the basis of cross-coupler <i>Krylov Y.V.</i>	16
The implementation of high-precision GNSS navigation simulator <i>Krasnenko S.S., Grebennikov A.V.</i>	20
Increasing of mesh reflector FEM accuracy using mock-up testing results <i>Evdokimov A.S., Shendalev D.O.</i>	24
Offering for creating low orbit multi-satellite communicato in system subject to available group launch vehicle on near-earth orbit <i>Kyzovnikov A.V., Kosenko V.E., Golovkov V.V., Leonov S.N., Zimin I.I.</i>	29
Laser space communications links. Performances and features of using <i>Ankudinov A.V., Vilkov U.V., Mukhin V.A.</i>	33
Budget analysis of radiolink satellite communications system command-measuring system of ground system control based on active phased arrays <i>Ershov A.U., Kochura A.S., Tyapkin V.N.</i>	37
Minimum variance distortionless response adaptive beamforming <i>Tyapkin V.N.</i>	43
Comparative analysis of the methods for determining the signal delay in the ionosphere <i>Fateev Y.L., Kurnosov A.S.</i>	47
Mathematical model of remote sensing of the atmosphere for detection of small concentration of hydrocarbons <i>Veisov E.A., Popov D.V., Parunov A.V., Sushkin I.N.</i>	51
The spatial noise suppression in various configurations goniometric of navigation equipment <i>Tyapkin V.N., Garin E.N., Ratushniak V.N., Dmitriev D.D., Gladyshev A.B.</i>	56
Modeling of surface polishing current-carrying sectional curved waveguide <i>Zverintsev V.V., Zverintseva L.V., Kochkina G.V.</i>	60
Firing tests bench for plasma thrusters in JSC «ISS» <i>Nikipelov A.V., Simanov R.S., Ermoshkin Yu.M., Yakimov E.N., Maksimov V.V., Sharov A.K.</i>	65

Все статьи, представленные в данном выпуске журнала, соответствуют номенклатуре специальностей научных работников (Приказ Минобрнауки РФ от 11.08.2009 № 294) по отраслям физико-математических и технических наук.

"Naukoemkie tekhnologii" (Science Intensive Technologies) is a scientific and technical journal elucidating new science intensive energy-efficient technologies in Earth science, ecology, medicine, and industry. Established in 2000.



Необходимую информацию о журнале и полный список опубликованных статей, а также аннотации к ним Вы найдете на нашем сайте <http://www.radiotec.ru>

УЧРЕДИТЕЛЬ: ЗАО «ИЗДАТЕЛЬСТВО «РАДИОТЕХНИКА».

Лицензия № 065229. Свидетельство о регистрации ПИ №77-1291 от 10.12.1999 г.

Сдано в набор 20.06.2015 г. Подписано в печать 20.07.2016 г. Печ. л. 8,00. Тираж 1000 экз. Изд. № 43.

107031, Москва, К-31, Кузнецкий мост, д. 20/6. Тел./факс: (7-495) 621-48-37, 625-78-72, 625-92-41; e-mail: info@radiotec.ru

Дизайн и допечатная подготовка: ООО «САЙНС-ПРЕСС»

Отпечатано в ФГУП Издательство «Известия» УД ПРФ. 127254, Москва, ул. Добролюбова, д. 6. Тел.: (7-495)650-38-80. Заказ № 1984.

ISSN 1999-8465

© ЗАО «Издательство «Радиотехника», 2016

Незаконное тиражирование и перевод статей, включенных в журнал, в электронном и любом другом виде запрещено и карается административной и уголовной ответственностью по закону РФ «Об авторском праве и смежных правах»