



<http://www.volgatech.net/>

ВЕСТНИК 3(31) 2016

ПОВОЛЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

июль-сентябрь

Научно-технический журнал

Издаётся с ноября 2007 года

Выходит четыре раза в год

СЕРИЯ «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы»

Журнал публикует оригинальные результаты исследований и технических решений по радиотехнике и электронике, телекоммуникациям, вычислительной технике и информатике, а также из других областей, объединённых общим радиотехническим подходом к решению задач

Журнал включён в систему РИНЦ, ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY и 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

Учредитель и издатель:

ФГБОУ ВО «Поволжский государственный технологический университет»

Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-67092 от 15 сентября 2016 г.)

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

Адрес редакции:

424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Тел. (8362) 68-60-12, 68-78-46

Факс (8362) 41-08-72

e-mail: vestnik@volgatech.net

Редактор *Т. А. Рыбалка*

Дизайн обложки *Л. Г. Маланкина*

Компьютерная верстка

А. А. Кислицын

Перевод на английский язык

О. В. Миронова

Подписано в печать 30.09.16.

Формат 60×84 1/8. Усл. п. л. 9,3

Тираж 500 экз. Заказ №

Дата выхода в свет 20.10.16.

Цена свободная

Поволжский государственный технологический университет
424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

Отпечатано с готового оригинал-макета

в ООО ИПФ «Стринг»

424006, Йошкар-Ола,

ул. Строителей, 95

Главный редактор

Н. В. Рябова, д-р физ.-мат. наук, профессор

Редакционный совет:

Д. В. Иванов, д-р физ.-мат. наук, профессор РАН
(*председатель*)

А. В. Пестряков, д-р техн. наук, профессор (Москва)
(*зам. председателя*)

Д. С. Лукин, д-р физ.-мат. наук, профессор (Москва)

А. Ф. Надеев, д-р физ.-мат. наук, профессор (Казань)

Редакционная коллегия:

В. А. Иванов, д-р физ.-мат. наук, профессор
(*зам. главного редактора*)

И. Я. Орлов, д-р техн. наук, профессор (Нижний Новгород)
(*зам. главного редактора*)

Alexander A. Balandin, D. Sci., Professor
(Riverside, California, USA)

А. С. Дмитриев, д-р физ.-мат. наук, профессор (Москва)

А. С. Крюковский, д-р физ.-мат. наук, профессор (Москва)

А. Н. Леухин, д-р физ.-мат. наук, профессор

О. Г. Морозов, д-р техн. наук, профессор (Казань)

В. А. Песошин, д-р техн. наук, профессор (Казань)

А. А. Роженцов, д-р техн. наук, профессор

И. Г. Сидоркина, д-р техн. наук, профессор

Н. М. Скулкин, д-р техн. наук, профессор

Я. А. Фурман, д-р техн. наук, профессор

Л. Ф. Черногор, д-р физ.-мат. наук, профессор (Украина)

Yury V. Shestopalov, D. Sci., Professor
(Karlstad University, Sweden)

А. В. Зуев, канд. техн. наук, доцент
(*отв. секретарь серии*)

VESTNIK 3(31) 2016

OF VOLGA STATE UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

july-september

Scientific and technical journal

Issued since November, 2007

Published four times a year

SERIES «Radio Engineering and Infocommunication Systems»

The journal publishes original results of research and engineering solutions to problems in radio engineering, electronics, telecommunications, computer engineering, computer science and in other fields, linked by a common radio engineering approach to the problem solution

The journal has been included in the Russian Science Citation Index (RSCI) database, ULRICH'S PERIODICALS DIRECTORY and in the list of peer-reviewed scientific editions for publishing the essential scientific results of the theses for the degrees of Candidate and Doctor of Sciences.

Founder and Publisher:

Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education «Volga State University of Technology»

The journal is registered by the Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications (registration certificate ПИ № ФЦ77-67092 from September 15, 2016)

Full and partial reproduction of materials published in the issue is allowed only upon receiving the written approval of the Editorial Office

Editorial office address:

424000, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 3

Tel. (8362) 68-60-12, 68-78-46

Fax (8362) 41-08-72

E-mail: vestnik@volgatech.net

Editor *T. A. Rybalka*

Cover design *L. G. Malankina*

Computer-aided makeup

A. A. Kislitsyn

Translation into English

O. V. Mironova

Passed for printing 30.09.16.

Format 60×84 1/8. No. of press sheets. 9,3

Circulation 500 copies. Order №

Publication Date 20.10.16.

Free price

Volga State University of Technology
424000, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 3

Printed from the original layout

in LLC PPF «String»

424006, Yoshkar-Ola,

95, Stroiteley St.

Editor-in-chief

N. V. Ryabova, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

Editorial Board:

D. V. Ivanov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor RAS
(*Chairman*)

A. V. Pestryakov, Doctor of Engineering Sciences, Professor (Moscow)
(*Vice-Chairman*)

D. S. Lukin, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
(Moscow)

A. F. Nadeev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor (Kazan)

Editorial Staff:

V. A. Ivanov, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor (*Deputy Editor-in-chief*)

I. Ya. Orlov, Doctor of Engineering Sciences, Professor
(Nizhny Novgorod) (*Deputy Editor-in-chief*)

Alexander A. Balandin, D. Sci., Professor (Riverside, California, USA)

A. S. Dmitriev, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor
(Moscow)

A. S. Kryukovsky, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor (Moscow)

A. N. Leukhin, Doctor of Physical and Mathematical Sciences, Professor

O. G. Morozov, Doctor of Engineering Sciences, Professor (Kazan)

V. A. Pesoshin, Doctor of Engineering Sciences, Professor (Kazan)

A. A. Rozhentsov, Doctor of Engineering Sciences, Professor

I. G. Sidorkina, Doctor of Engineering Sciences, Professor

N. M. Skulkin, Doctor of Engineering Sciences, Professor

Ya. A. Furman, Doctor of Engineering Sciences, Professor

L. F. Chernogor, Doctor of Physical and Mathematical Sciences,
Professor (Ukraine)

Yury V. Shestopalov, D. Sci., Professor (Karlstad University, Sweden)

A. V. Zuev, Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor
(*Executive Secretary*)

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Колонка редактора

5 Editor's note

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
И РАДИОТЕХНИКАTELECOMMUNICATION
AND RADIO ENGINEERING

Д. В. Иванов, В. А. Иванов, Н. В. Рябова, А. А. Елсуков, Е. В. Катков, М. И. Рябова, А. А. Чернов. Адаптивная фильтрация сосредоточенных помех при зондировании многомерного КВ-канала с помощью программно-аппаратного комплекса, созданного по технологии программно-конфигурируемого радио

D. V. Ivanov, V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, A. A. Elsukov, E. V. Katkov, M. I. Ryabova, A. A. Chernov. Adaptive Filtering of Concentrated Interference During Multidimensional Short-Wave Channel Sensing Using the Hardware-Software Complex, Implemented According to the Software-Defined Radio Technology

Д. В. Иванов, В. А. Иванов, Е. В. Катков, М. И. Рябова, Н. В. Рябова, А. А. Чернов. Дальнее управление экспериментом по наклонному зондированию ионосферных каналов КВ-связи

D. V. Ivanov, V. A. Ivanov, E. V. Katkov, M. I. Ryabova, N. V. Ryabova, A. A. Chernov. Remote Control of the Experiment on the Oblique Sounding of Ionospheric Channels of SHORT-Wave Communication

Б. И. Филиппов. Особенности синхронизации аппаратуры связи в системах гидроакустической телеметрии

B. I. Filippov. Features of Communication Equipment Synchronization In Hydroacoustic Telemetry Systems

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАТИКАCOMPUTER ENGINEERING
AND INFORMATICS

А. А. Роженцов, А. А. Баев, Д. С. Чернышев. Параметризация контуров плоских изображений на базе векторно-полевых моделей

A. A. Rozhentsov, A. A. Baev, D. S. Chernyshev. Parametrization of Two-Dimensional Image Contours Based on Vector-Field Models

ЭЛЕКТРОНИКА

ELECTRONICS

Т. С. Буканова, М. Т. Алиев. Микропроцессорная система управления электроприводом с двумя степенями свободы

T. S. Bukanova, M. T. Aliev. Microprocessor System of the Control of the Electric Drive with Two Degrees of Freedom

В. Н. Игумнов. Характеристики локальной области резистивного слоя под действием искрового разряда

V. N. Igumnov. Characteristics of the Local Area of the Layer Under The Action of the Spark Discharge

НОВИНКИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ.
ОБЗОРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВАЖНЫЕ ДАТЫTHE NOVELTIES IN THE FIELD OF ENGI-
NEERING AND TECHNOLOGIES. REVIEWS.
CONFERENCES. IMPORTANT DATES

А. А. Кислицын. XXV Всероссийская открытая конференция «Распространение радиоволн»
Информация для авторов

A. A. Kislitsin. The XXV All-Russian Open Conference «Propagation of Radio Waves»
Information for the authors



Уважаемые коллеги!

Представляем вам третий номер за 2016 год журнала «Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы».

Первый раздел «Телекоммуникации и радиотехника» открывает статья, посвящённая теоретическим и экспериментальным исследованиям вопросов адаптивной фильтрации сосредоточенных помех при панорамном радиозондировании линии связи. Адаптивный обесцвечивающий эквалайзер создан по новой технологии программно-конфигурируемого радио. В следующей статье представлены результаты исследования задачи мобильного управления экспериментом по последовательному наклонному зондированию ионосферных каналов КВ-связи на сети радиолиний с применением технологии программно-конфигурируемого радио. Предложены схемные решения, которые прошли верификацию в экспериментальных исследованиях. Третья статья раздела посвящена исследованию особенностей синхронизации аппаратуры связи в системах гидроакустической телеметрии. Особое внимание уделяется проблеме доплеровского эффекта, имеющего место в таких системах, видам модуляции и пакетной передаче информации.

В разделе «Вычислительная техника и информатика» опубликована работа, в которой представлены результаты решения задачи параметризации контуров плоских изображений на базе векторно-полевых моделей, показана возможность оценки степени схожести замкнутых контуров и контуров, представленных отдельными фрагментами.

Раздел «Электроника» открывает статья, посвящённая разработке микропроцессорной системы управления электроприводом с двумя степенями свободы, в которой проведено имитационное исследование её работы, установлены основные закономерности функционирования системы. В следующей статье представлены результаты экспериментальных исследований и расчётов изменения электрофизических свойств толстоплёночных резисторов до и после электроискровой подгонки. Рассмотрена зона воздействия искрового разряда на резистивную плёнку, предложена тепловая модель действия искрового разряда на толстоплёночный резистор.

В заключительном разделе сообщается о результатах работы XXV Всероссийской открытой конференции «Распространение радиоволн», состоявшейся в г. Томске.

Уважаемые читатели, мы надеемся, что результаты, представленные в этом номере, будут полезны в вашей работе, и вы продолжите дальнейшее сотрудничество с нашим журналом.

Профессор Наталья Рябова

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И РАДИОТЕХНИКА

УДК 621.371

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.6

АДАПТИВНАЯ ФИЛЬТРАЦИЯ СОСРЕДОТОЧЕННЫХ ПОМЕХ ПРИ ЗОНДИРОВАНИИ МНОГОМЕРНОГО КВ-КАНАЛА С ПОМОЩЬЮ ПРОГРАММНО-АППАРАТНОГО КОМПЛЕКСА, СОЗДАННОГО ПО ТЕХНОЛОГИИ ПРОГРАММНО-КОНФИГУРИРУЕМОГО РАДИО

*Д. В. Иванов¹, В. А. Иванов¹, Н. В. Рябова¹,
А. А. Елсуков¹, Е. В. Катков¹, М. И. Рябова^{1,2}, А. А. Чернов¹*

¹Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: IvanovDV@volgatech.net

²Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана,
Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1
E-mail: miryabova@mail.ru

Сосредоточенные помехи являются преобладающими в КВ-диапазоне и поэтому их подавление при реализации оптимального приёма широкополосных сигналов является актуальной научной задачей. Использование технологии программно-конфигурируемого радио предоставляет возможности использования для этого адаптивного обеслаивающего эквалайзера. Приведено научное обоснование алгоритма работы эквалайзера. Рассмотрены его характеристики на случай приёма перекрывающего КВ-диапазон ЛЧМ-сигнала. Представлена программная реализация разработанного алгоритма и результаты проведённых натурных экспериментов.

Ключевые слова: фильтрация; программно-конфигурируемое радио; КВ-радиоканал; зондирование; моделирование; USRP.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: проекты № 15-07-05280; 15-07-05294; 16-35-50083; 16-37-60068; грантов Министерства образования и науки РФ: № 3.2695.2014 / К, № 8.2697.2014 / К; Российского научного фонда № 15-19-10053.

Список литературы

1. Chien C. Digital radio systems on a chip: a systems approach. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 2001. 518 p.
2. Грозов В.П., Куркин В.И., Пономарчук С.Н. Методы обработки и интерпретации данных зондирования ионосферы непрерывным ЛЧМ-сигналом // Физические основы приборостроения. 2012. Т. 1, № 3 (4). С. 33-41.
3. SDR-ионозонд с непрерывным ЛЧМ-сигналом на платформе USRP / Д.В. Иванов, В.А. Иванов, Н.В. Рябова и др. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2013. № 3 (19). С. 80-93.
4. ЛЧМ-ионозонд и его применение в ионосферных исследованиях / В.А. Иванов, В.И. Куркин, В.Е. Носов, В.П. Урядов, В.В. Шумаев // Изв. Вузов. Радиофизика. 2003. Т. 47, № 11. С. 919-952.
5. Gherm V.E., Zernov N.N., Strangeways H.J. Multipath Effects in Wideband Fluctuating HF Channels // Acta Geofizika e Geod. Geoph., Hungary. 2002. Vol. 37(2-3). Pp. 253-259.

6. Maslin N.M. HF communications: a systems approach. London.: Pitman Publishing, 1987. 89 p.
7. Крюковский А.С., Зайчиков И.В. Особенности распространения радиоимпульсов в средах с дисперсией // Электромагнитные волны и электронные системы. 2008. Т.13, № 8. С. 36-41.
8. Многомерный высокочастотный радиоканал и экспериментальные исследования его основных характеристик / Д.В. Иванов, В.А. Иванов, Н.В. Рябова, А.А. Чернов // Электромагнитные волны и электронные системы. 2013. Т. 18, № 8. С. 40-48.
9. DAMSON HF channel characterization – a review / P.S. Cannon, M.J. Angling, N.C. Davies et al // Proc. MILCOM. 2000. Vol. 1. Pp. 59-64.
10. HF channel modeling and simulation / Y. M. Le Roux, M. Niberon, R. Fleury et al // IEE Radio Receivers and Associated Systems 5th conf. – Cambridge, 1990. Pp. 72–76.
11. Зондирование ионосферных каналов высокочастотной связи с поверхности Земли / В.А. Иванов, Д.В. Иванов, Н.В. Рябова, А.В. Мальцев, М.И. Рябова, И.Е. Царев // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2008. № 1 (2). С. 3-20.
12. Shinakov Yu.S. Power spectral density of interference caused by nonlinear distortions in devices with amplitude-phase conversion // Journal of Communications Technology and Electronics. 2013. Vol. 58. No 10. Pp. 1024-1034.

Статья поступила в редакцию 26.05.16.

Для цитирования: Иванов Д. В., Иванов В. А., Рябова Н. В., Елсуков А. А., Катков Е. В., Рябова М. И., Чернов А. А. Адаптивная фильтрация сосредоточенных помех при зондировании многомерного КВ-канала с помощью программно-аппаратного комплекса, созданного по технологии программно-конфигурируемого радио // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 3 (31). С. 6-17. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.6

Информация об авторах

ИВАНОВ Дмитрий Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – моделирование технических систем, широкополосные сигналы, распространение радиоволн. Автор 192 публикаций.

ИВАНОВ Владимир Алексеевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – ионосфера, распространение радиоволн, моделирование, широкополосные сигналы. Автор 286 публикаций.

РЯБОВА Наталья Владимировна – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехники и связи, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – информационно-телекоммуникационные системы, ионосфера, распространение радиоволн, прогнозирование, моделирование, адаптивные системы. Автор 209 публикаций.

ЕЛСУКОВ Алексей Александрович – инженер-исследователь кафедры радиотехники и связи, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – дистанционное зондирование ионосферы. Автор 16 публикаций.

КАТКОВ Евгений Вениаминович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – ионосфера, распространение радиоволн. Автор 21 публикации.

РЯБОВА Мария Игоревна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Поволжский государственный технологический университет; старший научный сотрудник, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. Область научных интересов – моделирование технических систем, распространение радиоволн. Автор 98 публикаций.

ЧЕРНОВ Андрей Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники и связи, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – синхронизация систем ВЧ-связи и зондирования ионосферы, программно определяемые радиосистемы. Автор 79 публикаций.

UDC 621.371

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.6

**ADAPTIVE FILTERING OF CONCENTRATED INTERFERENCE DURING
MULTIDIMENSIONAL SHORT-WAVE CHANNEL SENSING USING THE
HARDWARE-SOFTWARE COMPLEX, IMPLEMENTED ACCORDING
TO THE SOFTWARE-DEFINED RADIO TECHNOLOGY**

*D. V. Ivanov¹, V. A. Ivanov¹, N. V. Ryabova¹,
A. A. Elskov¹, E. V. Katkov¹, M. I. Ryabova^{1,2}, A. A. Chernov¹*

¹Volga State University of Technology,

3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation

E-mail: IvanovDV@volgatech.net

²Bauman Moscow State Technical University,

5-1, 2-ya Baumanskaya Street, Moscow, 105005, Russian Federation

E-mail: miryabova@mail.ru

Key words: *filtering; software-defined radio; short-wave radio channel; sensing; modeling; USRP.*

ABSTRACT

Introduction. Concentrated interference is prevalent in a short-wave band, and therefore their suppression during optimal broadband signal reception implementation is an urgent scientific problem. The use of the software-defined radio technology provides opportunities for using an adaptive whitewashing equalizer. The scientific problem of the algorithm development of adaptive whitewashing of concentrated interference and fluctuation noise of a short-wave band when receiving and digital processing of a continuous LFM signal by the adaptive equalization method was being solved. Experiments were conducted using the developed device with the continuous LFM signal based on the software-defined radio technology (SDR). The universal software radio peripheral USRP was used. **Results.** The scientific basis for the equalizer operation algorithm is presented. Its characteristics in case of the reception of the LFM signal overlapping the short-wave band are considered. The software implementation of the developed algorithm and the results of conducted full-scale experiments are presented. **Conclusion.** It has been stated, that whitewashing leads to the suppression of concentrated interference in the whole short-wave band. In future, whitewashing efficiency criteria development as well as conducting experiments to study it during continuous LFM signal reception is planned.

The work was carried out with grant support from the Russian Foundation for Basic Research projects: № 15-07-05280; 15-07-05294; 16-35-50083; 16-37-60068; grants of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation: № 3.2695.2014 / K, № 8.2697.2014 / K; and the Russian Science Foundation № 15-19-10053.

REFERENCES

1. Chien C. Digital radio systems on a chip: a systems approach. Norwell, MA, USA: Kluwer Academic Publishers, 2001. 518 p.
2. Grozov V. P., Kurkin V. I., Ponomarchuk S. N. Metody obrabotki i interpretatsii dannykh zondirovaniya ionosfery nepreryvnym LCHM

signalom [Methods of Processing and Interpretation of the Data of Ionospheric Sounding by a Continuous LFM Signal]. *Fizicheskie osnovy priborostroeniya* [Basic Physics of Instrument Engineering]. 2012. Vol. 1, No 3 (4). Pp. 33-41.

3. Ivanov, D. V. Ivanov V. A., Ryabova N. V. et al. SDR-ionozond s nepreryvnym LCHM-signalom na platforme USRP [SDR-ionosonde with a Continuous LFM-signal on the USRP Platform]. *Vestnik Volzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser. Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2013. No 3 (19). Pp. 80-93.

4. Ivanov V. A., Kurkin V. I., Nosov V. E., Uryadov V. P., Shumaev V. V. LCHM-ionozond i ego primeneniye v ionosfernnykh issledovaniyakh [LFM-Ionosonde and its Application in Ionospheric Research]. *Izv. Vuzov. Radiofizika*. [News of institutions of higher education. Radio Physics]. 2003. Vol. 47, No 11. Pp. 919-952.

5. Ghern V.E., Zernov N.N., Strangeways H.J. Multipath Effects in Wideband Fluctuating HF Channels. *Acta Geofizika e Geod. Geoph., Hungary*. 2002. Vol. 37 (2-3). Pp. 253-259.

6. Maslin N.M. HF communications: a systems approach. London: Pitman Publishing, 1987. 89 p.

7. Kryukovsky A. S., Zaichikov I. V. Osobennosti rasprostraneniya radioimpul'sov v sredakh s dispersiey [Singularities of Radio Pulse Propagation in Mediums with Dispersion]. *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy*

[Electromagnetic waves and electronic systems]. 2008. Vol. 13, No 8. Pp. 36-41.

8. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Ryabova N. V., Chernov A. A. Mnogomernyy vysokochastotnyy radiokanal i eksperimental'nye issledovaniya ego osnovnykh kharakteristik [Multidimensional High-frequency Radio Channel and Experimental Research on its Major Characteristics]. *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy* [Electromagnetic Waves and Electronic Systems]. 2013. Vol.18, No 8. Pp.40-48.

9. Cannon P.S., Angling M.J., Davies N.C. et al. DAMSON HF channel characterization – a re-view. *Proc. MILCOM*. 2000. Vol. 1. Pp. 59-64.

10. Le Roux Y. M, Niberon M., Fleury R. et al. HF channel modeling and simulation. *IEEE Radio Receivers and Associated Systems 5th conf.* Cambridge, 1990. Pp. 72–76.

11. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Ryabova N. V. et al. Zondirovaniye ionosfernnykh kanalov vysokochastotnoy svyazi s poverkhnosti Zemli [The Sounding of the Ionospheric Channels of High-frequency Communication from the Surface of the Earth]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo uni-versiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2008. No 1 (2). Pp. 3-20.

12. Shinakov Yu.S. Power spectral density of interference caused by nonlinear distortions in devices with amplitude-phase conversion. *Journal of Communications Technology and Electronics*. 2013. Vol. 58. No 10. Pp. 1024-1034.

The article was received 26.05.16.

Citation for an article: Ivanov D. V., Ivanov V. A., Ryabova N. V., Elsukov A. A., Katkov E. V., Ryabova M. I., Chernov A. A. Adaptive Filtering of Concentrated Interference During Multidimensional Short-Wave Channel Sensing Using the Hardware-Software Complex, Implemented According to the Software-Defined Radio Technology. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 3 (31). Pp. 6-17. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.6

Information about the authors

IVANOV Dmitry Vladimirovich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation Activity, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the modeling of technical systems, wideband signals and the propagation of radio waves. The author of 192 publications.

IVANOV Vladimir Alekseevich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, the Head of the Chair of Higher Mathematics, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the ionosphere, the propagation of radio waves, modeling and broadband signals. The author of 286 publications.

RYABOVA Natalia Vladimirovna – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, the Head of the Chair of Radio Engineering and Communication, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is information and telecommunication systems, the ionosphere, the propagation of radio waves, forecasting, modeling, adaptive systems. The author of 209 publications.

ELSUKOV Aleksey Aleksandrovich – research engineer of the Chair of Radio Engineering and Communication, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is remote ionospheric sounding. The author of 16 publications.

KATKOV Evgeny Veniaminovich – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor of the Chair of Higher Mathematics, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the ionosphere, the propagation of radio waves. The author of 21 publications.

RYABOVA Maria Igorevna – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor of the Chair of Higher Mathematics, Volga State University of Technology; Senior Researcher, Bauman Moscow State Technical University. The sphere of scientific interests is the modeling of technical systems, propagation of radio waves. The author of 98 publications.

CHERNOV Andrey Alekseevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Radio Engineering and Communication, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is synchronization of HF communication systems and ionospheric sounding, software-defined radio systems. The author of 79 publications.

УДК 621.371

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.18

ДАЛЬНЕЕ УПРАВЛЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТОМ ПО НАКЛОННОМУ ЗОНДИРОВАНИЮ ИОНОСФЕРНЫХ КАНАЛОВ КВ-СВЯЗИ

**Д. В. Иванов¹, В. А. Иванов¹, Е. В. Катков^{1,2}, М. И. Рябова^{1,2},
Н. В. Рябова¹, А. А. Чернов¹**

¹Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: IvanovDV@volgatech.net

²Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана,
Российская Федерация, 105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5, стр. 1
E-mail: miryabova@mail.ru

Рассмотрена задача мобильного управления экспериментом по последовательному наклонному зондированию множества существующих ионосферных каналов КВ-связи на сети радиолиний с применением технологии программно-конфигурируемого радио. Предложены схемные решения, которые прошли верификацию в экспериментальных исследованиях.

Ключевые слова: КВ-связь; наклонное зондирование; ионосфера; управление экспериментом; программно-конфигурируемое радио; клиент-серверная архитектура.

Работа выполнена при поддержке грантов РФФИ: проекты № 15-07-05280; 15-07-05294; 16-35-50083; 16-37-60068; грантов Министерства образования и науки РФ: № 3.2695.2014 / К, № 8.2697.2014 / К; Российского научного фонда № 15-19-10053.

Список литературы

1. Google - Global Business Map http://ssl.gstatic.com/think/docs/global-business-map_research-studies.pdf (Дата обращения: 14.03.16).
2. ACI Mobile Banking <http://www.aciworldwide.com/products-and-services/community-financial/self-service-banking/aci-mobile-banking.aspx> (Дата обращения: 14.03.16).
3. Метод шаблонов приложений для повышения мобильности распределенных систем сбора и ретрансляции информации с биомедицинских датчиков / А. В. Петров, О. С. Большаков, А. С. Лебедев, Н. Е. Голубева // Журнал радиоэлектроники. 2013. № 5. [Электронный журнал] <http://jre.cplire.ru/koi/may13/5/text.pdf>
4. Иванов Д.В. Искажения в ионосфере дециметровых сигналов с псевдослучайной рабочей частотой // Радиотехника и электроника. 2006. Т. 51, № 7. С. 807-815.
5. Крюковский А.С., Лукин Д.С., Растягаев Д.В. Классификация и равномерное асимптотическое описание пространственно-временных трехмерных краевых фокусировок волновых полей. Радиотехника и электроника. 2005. Т. 50, № 10. С. 1221-1230.
6. Крюковский А.С., Зайчиков И.В. Особенности распространения радиоимпульсов в средах с дисперсией // Электромагнитные волны и электронные системы. 2008. Т. 13. № 8. С. 36-41.
7. Многомерный высокочастотный радиоканал и экспериментальные исследования его основных характеристик / В.А. Иванов, Д.В. Иванов, Н.В. Рябова, А.А. Чернов // Электромагнитные волны и электронные системы. 2013. Т. 18, № 8. С. 40-48.
8. SDR-ионозонд с непрерывным ЛЧМ-сигналом на платформе USRP / Д.В. Иванов, В.А. Иванов, Н.В. Рябова и др. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2013. № 3 (19). С. 80-93.
9. Иванов В.А., Чернов А.А., Шалагин М.А. Подход в решении задачи дальнего управления экспериментом и анализа данных при наклонном зондировании ионосферы с использованием сетевых технологий // Радиофизические методы в дистанционном зондировании сред: Материалы VI Всероссийской научной конференции (Муром, 27-29 мая 2014 г.) (IV Всероссийские Армандовские чтения). Муром: Изд.-полиграфический центр МИ ВлГУ. 2014. С.58-63.
10. Maslin N.M. HF communications: a systems approach. London: Pitman Publishing, 1987. 89 p.
11. Client-server system mobile experiment control and data analysis with oblique ionospheric sounding / V.A. Ivanov, D.V. Ivanov, N.V. Ryabova, A.A. Chernov, M.A. Shalagin // Journal of Applied Engineering Science. 2015. Vol. 13, No 4. Pp. 241-244.
12. Искажения широкополосного радиосигнала в ионосфере, вызванные нелинейной частотной

дисперсией / Д.В. Иванов, В.А. Иванов, М.И. Рябова, Н.Н. Михеева, Е.В. Катков // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2013. № 2 (18). С. 5-15.

13. Исследования коррекции дисперсионных искажений, возникающих в ионосферных радиоканалах с полосой 1 МГц / Д.В. Иванов, В.А. Иванов, М.И. Рябова, А.Р. Лашевский // Электромагнитные волны и электронные системы. 2008. Т. 13, № 8. С. 58-66.

14. Pedersen mode ducting in a randomly stratified ionosphere / L.M. Erukhimov, V.P. Uryadov,

Yu.N. Cherkashin, V.A. Eremenko, V.A. Ivanov, N.V. Ryabova, V.V. Shumaev // Waves in Random Media. 1997. Vol. 7, No 4. Pp. 531-544.

15. Коррекция широкополосных коротковолновых ионосферных радиоканалов / В.А. Иванов, Д.В. Иванов, А.А. Колчев // Радиотехника и электроника. 2003. Т. 48, № 6. С. 688-697.

16. Иванов Д.В. Искажения в ионосфере декаметровых сигналов с псевдослучайной рабочей частотой // Радиотехника и электроника. 2006. Т. 51, № 7. С. 807-815.

Статья поступила в редакцию 10.06.16.

Для цитирования: Иванов Д. В., Иванов В. А., Катков Е. В., Рябова М. И., Рябова Н. В., Чернов А. А. Дальнее управление экспериментом по наклонному зондированию ионосферных каналов КВ-связи // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 3 (31). С. 18-30. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.18

Информация об авторах

ИВАНОВ Дмитрий Владимирович – доктор физико-математических наук, профессор, проректор по научной работе и инновационной деятельности, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – моделирование технических систем, широкополосные сигналы, распространение радиоволн. Автор 192 публикаций.

ИВАНОВ Владимир Алексеевич – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой высшей математики, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – ионосфера, распространение радиоволн, моделирование, широкополосные сигналы. Автор 286 публикаций.

КАТКОВ Евгений Вениаминович – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – ионосфера, распространение радиоволн. Автор 21 публикации.

РЯБОВА Мария Игоревна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Поволжский государственный технологический университет; старший научный сотрудник, Московский государственный технический университет имени Н. Э. Баумана. Область научных интересов – моделирование технических систем, распространение радиоволн. Автор 98 публикаций.

РЯБОВА Наталья Владимировна – доктор физико-математических наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехники и связи, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – информационно-телекоммуникационные системы, ионосфера, распространение радиоволн, прогнозирование, моделирование, адаптивные системы. Автор 209 публикаций.

ЧЕРНОВ Андрей Алексеевич – кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники и связи, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – синхронизация систем ВЧ-связи и зондирования ионосферы, программно определяемые радиосистемы. Автор 79 публикаций.

УДК 621.371

DOI 10.15350/2306-2819.2016.3.18

**REMOTE CONTROL OF THE EXPERIMENT ON THE OBLIQUE SOUNDING
OF IONOSPHERIC CHANNELS OF SHORT-WAVE COMMUNICATION****D. V. Ivanov¹, V. A. Ivanov¹, E. V. Katkov¹, M. I. Ryabova^{1,2},
N. V. Ryabova¹, A. A. Chernov¹**¹Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: IvanovDV@volgatech.net²Bauman Moscow State Technical University,
5-1, 2-ya Baumanskaya Street, Moscow, 105005, Russian Federation
E-mail: miryabova@mail.ru**Key words:** short-wave communication; oblique sounding; ionosphere; experiment control; software-defined radio; client-server architecture.**ABSTRACT**

Introduction. At present the fact that mobile devices are widely available allows realizing new possibilities, created by their mobile applications. Moreover, the rapid development of computer engineering caused the active introduction of software-defined radio technologies (SDR). Their main functional is implemented with the help of software. For automated short-wave communication networking, adaptive, small-size systems of ionospheric radio channel radio sounding are required. Transmitting and receiving terminals of such systems can be separated by a distance of thousands kilometers. Within the work, the problem of the development of the system of remote mobile control of the experiment and the analysis of data during the oblique sounding of multidimensional ionospheric channels of short-wave communication and the verification of the operation of its algorithms was being solved. By the **results** of research, the hardware-software complex of the mobile probe with remote control was developed. The program for the work with the receiving terminal of the ionosonde has been presented. The methods of ionogram processing for the estimation of main parameters of the multidimensional channel of short-wave communication have been developed. The mobile system architecture diagram for the interaction with the receiving terminal has been developed. The verification of developed algorithms of the remote control of the receiver terminal during full-scale experiments on a radio line Cyprus – Yoshkar-Ola was carried out.

The work was carried out with grant support from the Russian Foundation for Basic Research projects: № 15-07-05280; 15-07-05294; 16-35-50083; 16-37-60068; grants of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation: № 3.2695.2014 / K, № 8.2697.2014 / K; and the Russian Science Foundation № 15-19-10053.

REFERENCES

1. Google - Global Business Map http://ssl.gstatic.com/think/docs/global-business-map_research-studies.pdf (date of reference: 14.03.16).
2. ACI Mobile Banking <http://www.aciworldwide.com/products-and-services/community-finance/self-service-banking/aci-mobile-banking.aspx> (date of reference: 14.03.16).
3. Petrov A.V., Bolshakov O.S., Lebedev A.S., Golubeva N. E. Metod shablonov prilozheniy dlya povysheniya mobil'nosti raspredelennykh system sbora i retranslyatsii informatsii s biomeditsinskikh datchikov [The Application Template Method for Mobility Improvement in Distributed Systems of Information Gathering and Retransmission from Biomedical Sensors]. *Zhurnal radioelektroniki* [Radio electronics]. 2013. No 5. [Electronic journal] <http://jre.cplire.ru/koi/may13/5/text.pdf>
4. Ivanov D. V. Iskazheniya v ionosfere dekametrovnykh signalov s psevdosluchainoy rabochey chastotoy [Distortions of Decameter Signals with Pseudorandom Operating Frequency in the Ionosphere]. *Radiotekhnika i elektronika* [Radio Engineering and Electronics]. 2006. Vol. 51, No 7. Pp. 807-815.
5. Kryukovsky A. S., Lukin D. S., Rastyagaev D. V. Klassifikatsiya i ravnomernoe asimptoticheskoe opisanie prostranstvenno-vremennykh trekhmernykh kraevykh fokusirovok volnovykh poley [Classification and Uniform Asymptotic Description of Spatio-Temporal Three-Dimensional Edge Focusing of Wave Fields]. *Radiotekhnika i elektronika* [Radio Engineering and Electronics]. 2005. Vol. 50, No 10. Pp. 1221-1230.
6. Kryukovsky A. S., Zaichikov I. V. Osobennosti rasprostraneniya radioimpul'sov v sredakh s dispersiey [Singularities of Radio Pulse Propagation in Mediums]

with Dispersion]. *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy* [Electromagnetic waves and electronic systems]. 2008. Vol. 13, No 8. Pp. 36-41.

7. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Ryabova N. V., Chernov A. A. Mnogomernyy vysokochastotnyy radiokanal i eksperimental'nye issledovaniya ego osnovnykh kharakteristik [Multidimensional High-frequency Radio Channel and Experimental Research on its Major Characteristics]. *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy* [Electromagnetic Waves and Electronic Systems]. 2013. Vol.18, No 8. Pp.40-48.

8. Ivanov D. V., Ivanov V. A., Ryabova N. V. et al. SDR-ionozond s nepreryvnym LCHM-signalom na platforme USRP [SDR-ionosonde with a Continuous LFM-signal on the USRP Platform]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2013. No 3 (19). Pp.80-93.

9. Ivanov V.A., Chernov A.A., Shalagin M. A. Podkhod v reshenii zadachi dal'nego upravleniya eksperimentom i analiza dannykh pri naklonnom zondirovanii ionosfery s ispol'zovaniem setevykh tekhnologiy [Approach to Problem Solution of Distant Experiment Control and the Data Analysis during Oblique Ionospheric Sounding Using Network Technologies]. *Radiofizicheskie metody v distantsionnom zondirovanii sred: Materialy VI Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii (Murom, 27.05–29.05.2014 g.) (IV Vserossiyskie Armandovskie chteniya)* [Radiophysical Methods in Remote Media Sensing: Proceedings of VI All-Russian Scientific Conference (Murom, 27.05–29.05.2014) (IV All-Russian Armand Readings)]. Murom: Publishing house of Murom Institute of Vladimir State University. 2014. Pp. 58-63.

10. Maslin N.M. HF communications: a systems approach. London: Pitman Publishing, 1987. 89 p.

11. Ivanov V.A., Ivanov D.V., Ryabova N.V., Chernov A.A., Shalagin M.A.. Client-server system

mobile experiment control and data analysis with oblique ionospheric sounding. *Journal of Applied Engineering Science*. 2015. Vol. 13, No 4. Pp. 241-244.

12. Ivanov D. V., Ivanov V. A., Ryabova M. I., Miheeva N. N., Katkov E. V.. Iskazheniya shirokopolosnogo radiosignala v ionosfere, vyzvannye nelineynoy chastotnoy dispersiei [Broadband signal distortion in the ionosphere, caused by nonlinear frequency dispersion]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2013. No 2 (18). Pp. 5-15.

13. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Ryabova M. I., Lashchevsky A. R. Issledovaniya korrektsii dispersionnykh iskazheniy, voznikayushchikh v ionosfernykh radiokanalakh s polosoi 1 MGts [Investigations of the Correction of Dispersive Distortions Occurring in Ionospheric Radio Channels with a Band 1 MHz]. *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy* [Electromagnetic Waves and Electronic Systems]. 2008. Vol. 13. No 8. Pp. 58-66.

14. Erukhimov L.M., Uryadov V.P., Cherkashin Yu.N., Eremenko V.A., Ivanov V.A., Ryabova N.V., Shumaev V.V. Pedersen mode ducting in a randomly stratified ionosphere. *Waves in Random Media*. 1997. Vol. 7, No 4. Pp. 531-544.

15. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Kolchev A. A. Korrektsiya shirokopolosnykh korotkovolnovykh ionosfernykh radiokanalov [Correction of Broadband Short-Wave Ionospheric Radio Channels]. *Radio Engineering and electronics*. 2003. Vol. 48, No 6. Pp. 688-697.

16. Ivanov D. V. Iskazheniya v ionosphere dekametrovykh signalov s psevdosluchainoy rabochey chistotoy [Distortions of Decameter Signals with Pseudorandom Operating Frequency in the Ionosphere]. *Radiotekhnika i elektronika* [Radio Engineering and Electronics]. 2006. Vol. 51, No 7. Pp. 807-815.

The article was received 10.06.16.

Citation for an article: Ivanov D. V., Ivanov V. A., Katkov E. V., Ryabova M. I., Ryabova N. V., Chernov A. A. Remote Control of the Experiment on the Oblique Sounding of Ionospheric Channels of Short-Wave Communication. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 3 (31). Pp. 18-30. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.18

Information about the authors

IVANOV Dmitry Vladimirovich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation Activity, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the modeling of technical systems, wideband signals and the propagation of radio waves. The author of 192 publications.

IVANOV Vladimir Alekseevich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, the Head of the Chair of Higher Mathematics, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the ionosphere, the propagation of radio waves, modeling and broadband signals. The author of 286 publications.

KATKOV Evgeny Veniaminovich – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor of the Chair of Higher Mathematics, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the ionosphere, the propagation of radio waves. The author of 21 publications.

RYABOVA Maria Igorevna – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor of the Chair of Higher Mathematics, Volga State University of Technology; Senior Researcher, Bauman Moscow State Technical University. The sphere of scientific interests is the modeling of technical systems, propagation of radio waves. The author of 98 publications.

RYABOVA Natalia Vladimirovna – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, the Head of the Chair of Radio Engineering and Communication, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is information and telecommunication systems, the ionosphere, the propagation of radio waves, forecasting, modeling, adaptive systems. The author of 209 publications.

CHERNOV Andrey Alekseevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Radio Engineering and Communication, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is synchronization of HF communication systems and ionospheric sounding, software-defined radio systems. The author of 79 publications.

УДК 621

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.31

ОСОБЕННОСТИ синхронизации аппаратуры связи в системах гидроакустической телеметрии

Б. И. Филиппов

Новосибирский государственный технический университет,
Российская Федерация, 630073, Новосибирск, пр. Карла Маркса, 20
E-mail: filippov-boris@rambler.ru

Рассматривается задача построения системы синхронизации аппаратуры связи для гидроакустической телеметрии. Особое внимание уделяется проблеме доплеровского эффекта, имеющей место в системах гидроакустической телеметрии. Ввиду специфичности помех в гидроакустическом канале связи (ГАКС) для передачи информации рекомендуется применять пакетную передачу информации короткими сеансами синхронной связи. Показано, что применение систем с многократной модуляцией фазы или частоты в системах гидроакустической телеметрии с переменным временем распространения сигналов нецелесообразно.

Ключевые слова: гидроакустический канал; системы синхронизации; доплеровский сдвиг частоты; флуктуационные и импульсные помехи; многолучевость.

Список литературы

1. Филиппов Б.И., Чернецкий Г.А. Анализ статистических характеристик сигналов и помех в гидроакустических каналах связи // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2015. № 3. С. 78 – 84.
2. Криволапов Г.И., Потеряева Л.А., Чернецкий Г.А. Результаты испытания аппаратуры двусторонней гидроакустической связи для автономных донных станций // Методика и техника сейсмоакустических и вибросейсмических исследований на акваториях / Сб. научн. трудов под ред. Добринского В.И. Новосибирск: ВЦ СО АН СССР, 1988. С. 10 – 16.
3. Жученко А.С. Синхронизация в системах передачи информации с помехоустойчивым кодированием на основе турбокодов // Системы обработки информации. 2007. Вып. 4 (62). С. 42 – 44.
4. Системы фазовой синхронизации с элементами дискретизации. – 2-е изд., доп. и перераб. / В. В. Шахгильдян, А. А. Ляховкин, В.Л. Карякин и др.; Под ред. В. В. Шахгильдяна. М.: Радио и связь, 1989. 320 с.
5. Шлома А.М., Смердова Н.Е. О применении теории управления для синтеза систем фазовой синхронизации // Электросвязь. 1995. № 6. С. 19 – 24.
6. Дьяконов Н.В., Левченко Ю.Г. Некоторые вопросы синхронизации в многолучевом канале связи // Тез докл. Всес. НТК «Проблемы космической радиосвязи». М., 1979. С.105.
7. Землянский С.И. Устройство с управляемой задержкой дискретного сигнала // Материалы НТК «Радиоэлектроника в народном хозяйстве СССР», (КЭИС), ч.П. Куйбышев: Издательство КЭИС, 1970. С. 306-308.
8. Синхронизация в радиосвязи и радионавигации / Б.И. Шахтарин, В.В. Сизых, Ю.А. Сидоркина, И.М. Андрианов, К.С. Калашников. М.: Горячая Линия – Телеком, 2011. 278 с.
9. Мирошникова Н.Е. Влияние ошибок синхронизации на приём цифровых сигналов // Т- comm Телекоммуникации и транспорт. 2013. № 9. С. 112 – 114.
10. Осокин Н.Н., Ляшенко С.Н. Обеспечение синхронизации цифровых систем радиосвязи на базе М-последовательностей // Вестник Воронежского института МВД России. 2012. № 1. С.12–15.
11. Мартынов Е.М. Синхронизация в системах передачи дискретных сигналов. М.: Связь, 1972. 216 с.
12. Филиппов Б.И., Чернецкий Г.А. Выбор ансамбля сигналов для передачи команд управления в гидроакустических каналах связи // Известия ВолгГТУ. Сер.: Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. 2015. Вып. 11. № 3(161). С. 69 –72.
13. Филиппов Б.И. Алгоритм функционирования системы измерения дистанции с использованием гидроакустического канала связи // Вестник АГТУ. Сер.: Управление, вычислительная техника и информатика. 2016. № 4. С. 87 – 98.
14. Филиппов Б.И. Протокол обмена сигналами в сети гидроакустических донных автономных станций // Известия ВолгГТУ. Сер.: Электроника, измерительная техника, радиотехника и связь. 2015. Вып.12. № 11(176). С. 104 – 111.

15. Ван Трис Г. Теория обнаружения, оценок и модуляции. Том II. Теория нелинейной модуляции. Нью-Йорк, 1971. / Пер. с англ. Под ред. проф. В.Т. Горяинова. М.: Советское радио, 1975. 344 с.

16. Загнетов П.П. Сравнительные характеристики цифровых систем синхронизации пакетов с

малым временем вхождения в синхронизм // Тез. докл. Всес. НТК «Проблемы космической радиосвязи». М., 1979. С.68 – 69.

17. Устройства преобразования сигналов передачи данных / Данилов Б.С. и др. М.: Связь, 1979. 127 с.

Статья поступила в редакцию 25.04.16.

Для цитирования: Филиппов Б. И. Особенности синхронизации аппаратуры связи в системах гидроакустической телеметрии // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 3 (31). С. 31-44. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.31

Информация об авторе

ФИЛИПPOB Борис Иванович – кандидат технических наук, доцент кафедры защиты информации, Новосибирский государственный технический университет. Область научных интересов – радиотехника и связь, теория надёжности радиотехнических систем, криптографические методы защиты информации. Автор 37 публикаций, двух учебных пособий и монографии.

UDC 621

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.31

FEATURES OF COMMUNICATION EQUIPMENT SYNCHRONIZATION IN HYDROACOUSTIC TELEMETRY SYSTEMS

B. I. Filippov

Novosibirsk State Technical University,
20, Karl Marx Avenue, Novosibirsk, 630073, Russian Federation
E-mail: filippov-boris@rambler.ru

Key words: hydroacoustic channel; synchronization systems; Doppler frequency shift; fluctuation and pulse interference; multipath propagation.

ABSTRACT

Introduction. The distinctive feature of a hydroacoustic communication line is the low speed of acoustic signal propagation in the aqueous medium (on the average 1500 m/sec). For this reason the time of signal transmission along a communication line is several seconds or tens of seconds, depending on the communication range, that causes considerable time-and-frequency instability of received signal parameters because of the rough sea and the inevitable drift and ship (buoy) roll. In communication equipment for hydroacoustic telemetry systems, the synchronous method of digital information transmission using discrete frequency or differential phase modulation is applied. Noise, connected with the Doppler effect, is the specific kind of interference in a hydroacoustic communication channel (HACC). The real situation in HACC is very difficult. So when transmitting signals, the general spectral shift along the frequency axis and spectrum rescaling occur because of the Doppler effect. Consequently, when constructing communication systems, one should take into consideration not only the change of transmitted message characteristics, but also possible interference immunity deterioration with range attenuation and with lower communication reliability. The **purpose** of the work is the identification of synchronization features in hydroacoustic communication systems. **Results.** During this work some communication equipment synchronization features for hydroacoustic telemetry systems were identified. Particularly, the special attention was paid to the Doppler effect problem, which occurs in such systems. In this work the analysis of literary sources on the specified problem was carried out. It is shown, that there are practically no Doppler effect compensation methods for multibeam communication

systems and real HACC of oblique and horizontal orientation are multibeam. It is shown, that the application of systems with multiple phase or frequency modulation in the systems of hydroacoustic telemetry with variable signal propagation time is unreasonable because the phase store of such systems will be relatively low. The application of the systems of phase-locked loop frequency control is preferable for communication channels with long-term fading.

REFERENCES

1. Filippov B.I., Chernetskiy G.A. Analiz statisticheskikh kharakteristik signalov i pomekh v gidroakusticheskikh kanalakh svyazi [The Analysis of Statistical Characteristics of Signals and Interference in Hydroacoustic Communication Channels]. *Vestnik AGTU. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Bulletin of ASTU. Ser.: Management, Computer Engineering and Informatics]. 2015. No 3. Pp. 78-84.
2. Krivolapov G.I., Poteryaeva L.A., Chernetskiy G.A. Rezul'taty ispytaniya apparatury dvustoronney gidroakusticheskoy svyazi dlya avtonomnykh donnykh stantsiy [Results of Two-Way Hydroacoustic Communication Equipment Tests for Autonomous Ground Stations]. *Metodika i tekhnika seismoakusticheskikh i vibroseismicheskikh issledovaniy na akvatoriyakh / Sb nauchn. trudov pod red. Dobrinskogo V.I.* [Technique and Technology of Seismoacoustic and Vibroseismic Research on Water Areas / Proceedings under the editorship of Dobrinsky V. I.]. Novosibirsk: CC SB RAS USSR. 1988. Pp. 10-16.
3. Zhuchenko A.S. Sinkhronizatsiya v sistemakh peredachi informatsii s pomekhoustoichivym kodirovaniem na osnove turbokodov [Synchronization in Information Transmission Systems with Antinoise Coding Based on Turbo Codes]. *Sistemy obrabotki informatsii* [Systems of Information Processing]. 2007. Iss. 4 (62). Pp. 42-44.
4. Shakhgildyan V. V., Lyakhovkin A. A., Kar'yakin V.L. et al. Sistemy fazovoy sinkhronizatsii s elementami diskretizatsii. [Systems of Phase Synchronization with Sampling Elements]; the second edition, completed and revised; Edited by V. V. Shakhgildyan. Moscow: Radio i svyaz', 1989. 320 p.
5. Shloma A.M., Smerdova N.E. O primenении teorii upravleniya dlya sinteza sistem fazovoy sinkhronizatsii [On the Application of the Control Theory for the Synthesis of Phase Synchronization Systems]. *Elektrosvyaz'* [Telecommunications]. 1995. No 6. Pp. 19 - 24.
6. Dyakonov N.V., Levchenko Yu.G. Nekotorye voprosy sinkhronizatsii v mnogoluchevom kanale svyazi [Some Problems of Synchronization in a Multibeam Communication Channel]. *Tez. dokl. Vses. NTK «Problemy kosmicheskoy radiosvyazi»* [Proceedings of All-Union Scientific and Technical Conference «Problems of Space Radio Communication»]. Moscow, 1979. P. 105.
7. Zemlyanskoy S.I. Ustroystvo s upravlyaemoy zaderzhkoy diskretnogo signala [The Device with the Operated Delay of a Discrete Signal]. *Materialy NTK «Radioelektronika v narodnom khozyaistve SSSR»* [Proceedings of Scientific and Technical Conference «Radio Electronics in the National Economy of the USSR»], Kuibyshev: Publishing house KEIC, 1970. Pp. 306-308.
8. Shakhtarin B.I., Sizykh V.V., Sidorkina Yu.A., Andrianov I.M., Kalashnikov K.S. Sinkhronizatsia v radiosvyazi i radionavigatsii [Synchronization in Radio Communication and Navigation]. Moscow: Goryachaya Liniya – Telekom, 2011. 278 p.
9. Miroshnikova N.E. Vliyanie oshibok sinkhronizatsii na priyom tsifrovyykh signalov [Influence of Synchronization Errors on the Reception of Digital Signals]. *T – comm Telekommunikatsii i transport* [Telecommunication and transport]. 2013. No 9. Pp. 112 – 114.
10. Osokin N.N., Lyashenko S.N. Obespechenie sinkhronizatsii tsifrovyykh sistem radiosvyazi na baze M–posledovatel'nostey [Provision of the Synchronization of Digital Systems of Radio Communication on the Basis of M-Sequences]. *Vestnik Voronezhskogo instituta MVD Rossii* [Bulletin of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia]. 2012. No 1. Pp. 12-15.
11. Martynov E.M. Sinkhronizatsiya v sistemakh peredachi diskretnyykh signalov. [Synchronization in Systems of the Transmission of Discrete Signals]. Moscow: Svyaz', 1972. 216 p.
12. Filippov B.I., Chernetskiy G.A. Vybór ansamblya signalov dlya peredachi komand upravleniya v gidroakusticheskikh kanalakh svyazi [The Choice of the Ensemble of Signals for the Transmission of Control Orders in Hydroacoustic Communication Channels]. *Izvestiya VolgGTU. Ser.: Elektronika, izmeritel'naya tekhnika, radiotekhnika i svyaz'* [News of VolgSTU. Ser.: Electronics, Measurement Technology, Radio Engineering and Communication]. 2015. Iss. 11. No 3(161). Pp. 69-72.
13. Filippov B.I. Algoritm funktsionirovaniya sistemy izmereniya distantsii s ispol'zovaniem gidroakusticheskogo kanala svyazi [An Algorithm of Distance Measurement System Operation Using a Hydroacoustic Communication Channel]. *Vestnik AGTU. Ser.: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Bulletin of ASTU. Ser.: Management, Computer Engineering and Informatics]. 2016. No 4. Pp. 87 – 98.
14. Filippov B.I. Protokol obmena signalami v seti gidroakusticheskikh donnykh avtonomnykh stantsiy [Signaling Protocol in the Network of Hydroacoustic Ground Autonomous Stations]. *Izvestiya VolgGTU.*

Ser.: Elektronika, izmeritel'naya tekhnika, radiotekhnika i svyaz' [News of VolgSTU. Ser.: Electronics, Measurement Technology, Radio Engineering and Communication]. 2015. Iss. 12. No 11(176). Pp. 104-111.

15. Harry L. Van Trees *Teoriya obnaruzheniya, otsenok i modulyatsii*. Tom II. *Teoriya nelineynoy modulyatsii* [Detection, Estimation and Modulation Theory. Volume II. Nonlinear Modulation Theory]. New-York, 1971. Trans. from English under the editorship of Prof. V. T. Goryainov. Moscow: Sovetskoe radio, 1975. 344 p.

16. Zagnetov P.P. *Sravnitel'nye kharakteristiki tsifrovyykh sistem sinkhronizatsii paketov s malym*

vremenem vkhozhdeniya v sinkhronizm [Comparative Characteristics of Digital Systems of the Synchronization of Packets with Short Time of Acquisition]. *Tez. dokl. Vses. NTK «Problemy kosmicheskoy radiosvyazi»* [Proceedings of All-Union Scientific and Technical Conference «Problems of Space Radio Communication»]. Moscow, 1979. Pp. 68-69.

17. *Ustroystva preobrazovaniya signalov peredachi dannykh* [Devices of Data Transmission Signal Transformation] / Danilov B.S. and others. Moscow: Svyaz', 1979. 127 p.

The article was received 25.04.16.

Citation for an article: Filippov B. I. Features of Communication Equipment Synchronization In Hydroacoustic Telemetry Systems. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Information Systems*. 2016. No 3 (31). Pp. 31-44. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.31

Information about the author

FILIPPOV Boris Ivanovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Information Security, Novosibirsk State Technical University. The sphere of scientific interests is radio engineering and communication, the theory of radio engineering system reliability, cryptographic techniques of information security. The author of 37 publications, two training aids and the monograph.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 004.93

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.45

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ КОНТУРОВ ПЛОСКИХ ИЗОБРАЖЕНИЙ НА БАЗЕ ВЕКТОРНО-ПОЛЕВЫХ МОДЕЛЕЙ

А. А. Роженцов, А. А. Баев, Д. С. Чернышев

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: krtmbs@volgatech.net

Описывается методика обработки контуров плоских изображений на базе векторно-полевого подхода. Предложена процедура параметризации контуров при неблагоприятных условиях наблюдения, показана возможность оценки степени схожести замкнутых контуров и контуров, представленных отдельными фрагментами.

Ключевые слова: параметризация контуров плоских изображений; векторное поле; спектральный анализ.

Список литературы

1. Введение в контурный анализ и его приложения к обработке изображений и сигналов / Я.А. Фурман, А.В. Кревецкий, А.К. Передреев и др.; под ред. Я.А. Фурмана. -2-е изд., испр. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 592 с.
2. Комплекснозначные и гиперкомплексные системы в задачах обработки многомерных сигналов / Я.А. Фурман, А.В. Кревецкий, А.А. Роженцов и др.; под ред. Я.А. Фурмана. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004. 456 с.
3. Анисимов Б.В., Курганов В.Ф., Злобин В.К. Распознавание и цифровая обработка изображений. М.: Высшая школа, 1983. 296 с.
4. Ballard D. Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes // Pattern Recognition. 1981. 13(2). Р. 111–122.
5. Калиткин Н.Н. Численные методы. М.: Наука, 1978. 512 с.
6. Фурман Я.А., Роженцов А.А., Евдокимов А.О. Распознавание групповых точечных объектов с неупорядоченными метками // Автометрия. 2005. № 1. С.19-28.
7. Электродинамика и распространение радиоволн / В.А. Неганов, О.В. Осипов, С.Б. Раевский, Г.П. Яровой. М.: Радиотехника, 2007. 744 с.

Статья поступила в редакцию 06.06.16.

Для цитирования: Роженцов А. А., Баев А. А., Чернышев Д. С. Параметризация контуров плоских изображений на базе векторно-полевого подхода // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 3 (31). С. 45-51. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.45

Информация об авторах

РОЖЕНЦОВ Алексей Аркадьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – цифровая обработка изображений и сигналов. Автор 90 публикаций.

БАЕВ Алексей Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – цифровая обработка изображений и сигналов. Автор 10 публикаций.

ЧЕРНЫШЕВ Даниил Сергеевич – аспирант кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – цифровая обработка изображений, обработка сигналов. Автор одной публикации.

УДК 004.93

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.45

PARAMETRIZATION OF TWO-DIMENSIONAL IMAGE CONTOURS BASED ON VECTOR-FIELD MODELS

A. A. Rozhentsov, A. A. Baev, D. S. Chernyshev

Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: krtmbs@volgatech.net

Key words: parametrization of two-dimensional image contours; vector field; spectral analysis.

ABSTRACT

Introduction. One of the effective methods of two-dimensional image processing is the contour analysis. Due to the transition to regular signal processing, there is a possibility of real-time image processing. At the same time, if only an object fragment is within eyesight or during the looping breaks occur because of noise and interference influence, then the application of loop matched filters appears either impossible or it has a number of considerable difficulties. In this connection, there is a necessity of developing approaches to image contour processing, free of mentioned drawbacks. The **purpose** of this work is the development of approaches to image contour processing under unfavorable conditions of observation, when it is impossible to provide the complete contour description. For this purpose, the problems of contour description parametrization and its expansion in an orthogonal basis, providing the possibility of forming the contour similarity measure and the estimation of parameters of their linear transformations have been solved.

Result. As a result of approximation, a figure, similar in shape to the reference model was received. The value of the normalized scalar product of contours, approximating the reference figure and its fragments is 0,98, that shows the high degree of the similarity of figures. For a figure of another class, the value of the normalized scalar product was 0,88. **Conclusion.** The approach to the processing of image contours represented both as closed lines and as separate fragments is suggested. For this purpose the method of contour readout parametrization and calculations of coefficients of the expansion of a contour line in the orthogonal basis has been developed. By example, the possibility of the estimation of the similarity degree of closed contours with contours, represented by separate fragments was shown.

REFERENCES

1. Furman Ya. A., Krevetsky A. V., Peredreev A. K. et al. *Vvedenie v konturnyy analiz i ego prilozheniya k obrabotke izobrazheniy i signalov* [Introduction to Contour Analysis and its Applications to Image and Signal Processing]; edited by Ya. A. Furman; the second edition, revised. Moscow: FIZMATLIT, 2003. 592 p.
2. Furman Ya. A., Krevetsky A. V., Rozhentsov A. A. et al. *Kompleksnoznachnye i giperkompleksnye sistemy v zadachakh obrabotki mnogomernykh signalov* [Complex Valued and Hypercomplex Systems in Problems of Multidimensional Signal Processing]; edited by Ya. A. Furman. Moscow: FIZMATLIT, 2004. 456 p.
3. Anisimov B. V., Kurganov V. F., Zlobin V. K. *Raspoznavanie i tsifrovaya obrabotka izobrazheniy* [Recognition and Digital Processing of Images]. Moscow: Vysshaya shkola, 1983. 296 p.
4. Ballard D. Generalizing the Hough transform to detect arbitrary shapes. *Pattern Recognition*. 1981. 13(2): 111–122.

5. Kalitkin N. N. *Chislennyye metody* [Numerical methods]. Moscow: Nauka, 1978. 512 p.

6. Furman Ya. A., Rozhentsov A. A., Evdokimov A. O. Raspoznavanie gruppovykh tochechnykh obyektov s neuporyadochennymi otmetkami [Recogn-

ition of Group Point Objects with Disordered Marks]. *Avtometriya*. 2005. No 1. Pp. 19-28.

7. Neganov V. A., Osipov O. V., Raevsky S. B., Yarovoy G. P. *Elektrodinamika i rasprostraneniye radiovoln* [Electrodynamics and Propagation of Radio Waves]. Moscow: Radiotekhnika, 2007. 744 p.

The article was received 06.06.16.

Citation for an article: Rozhentsov A. A., Baev A. A., Chernyshev D. S. Parametrization of Two-Dimensional Image Contours Based on Vector-Field Models. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 3 (31). Pp. 45-52. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.45

Information about the authors

ROZHENTSOV Aleksey Arkadievich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Head of the Chair of Medical and Biological System Engineering, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the digital processing of images and signals. The author of 90 publications.

BAEV Aleksey Aleksandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Medical and Biological System Engineering, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the digital processing of images and signals. The author of 10 publications.

CHERNYSHEV Daniil Sergeevich – a postgraduate student of the Chair of Medical and Biological System Engineering, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the digital processing of images, signal processing. The author of 1 publication.

ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 681.532.55

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.53

МИКРОПРОЦЕССОРНАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ С ДВУМЯ СТЕПЕНЯМИ СВОБОДЫ

Т. С. Буканова, М. Т. Алиев

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: BukanovaTS@volgatech.net; AlievMT@volgatech.net

Представлен оригинальный подход к построению управляемого электропривода с двумя степенями свободы, разработана микропроцессорная система управления электроприводом и проведено имитационное исследование её работы. В ходе анализа проведённого эксперимента установлены основные закономерности функционирования электропривода с микропроцессорной системой управления.

Ключевые слова: электропривод с двумя степенями свободы; микропроцессорная система управления; экспериментальные исследования.

Список литературы

1. Ильинский Н. Ф., Москаленко В. В. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение. М.: Академия, 2008. 201 с.
2. Муравлева О. О., Вехтер Е. В., Жарикова Т. В. Оценка влияния энергетических характеристик асинхронного двигателя на энергосбережение насосного агрегата // Известия Томского политехнического университета. 2005. Т. 308. № 1. С. 174-178.
3. Муравлева О. О. Энергоэффективные асинхронные двигатели для регулируемого электропривода // Известия Томского политехнического университета. 2005. Т. 308. № 7. С. 135-139.
4. Васин В. М. Электрический привод. М.: Высшая школа, 1984. 231 с.
5. Hughes A. Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications; 3rd Edition. Oxford, UK: Newnes, 2006. 410 p.
6. Nasar S. A. Schaum's Outline of Electric Machines & Electromechanics (Schaum's Outline series); 2nd ed. McGraw-Hill, 2007. 224 p.
7. Справочник по электрическим машинам: В 2 т. Т. 1./ Под общ. ред. И. П. Копылова, Б. К. Клокова. М.: Энергоатомиздат, 1988. 455 с.
8. Бурулько Л. К., Паюк Л. А. Математическое моделирование частотно-регулируемых электроприводов // Известия Томского политехнического университета. 2006. Т. 309. № 2. С. 200-203.
9. Буканова Т. С., Савиных А. Б. Устройство и характеристики электропривода с дифференциальным торможением // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2011. № 2 (12). С. 74-81.
10. Буканова Т. С. Способ управления и модель электрической машины с дифференциальным торможением // Мехатроника, автоматизация и управление. 2011. № 10. С. 21-27.
11. Буканова Т. С., Алиев М. Т. Микропроцессорная система электропривода на основе двухроторной электрической машины с дифференциальным управлением // Мехатроника, автоматизация и управление. 2015. Т. 16. № 2. С. 106-110.

Статья поступила в редакцию 22.04.16.

Для цитирования: Буканова Т. С., Алиев М. Т. Микропроцессорная система управления электроприводом с двумя степенями свободы // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 3 (31). С. 53-65. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.53

Информация об авторах

БУКАНОВА Татьяна Сергеевна – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования и производства ЭВС, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – моделирование и исследование систем управления современным электроприводным оборудованием. Автор 23 публикаций.

АЛИЕВ Марат Туфикович – кандидат технических наук, доцент кафедры проектирования и производства ЭВС, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – разработка микропроцессорных систем, моделирование и исследование функционального состояния человека. Автор 50 публикаций.

UDC 681.532.55

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.53

MICROPROCESSOR SYSTEM OF THE CONTROL OF THE ELECTRIC DRIVE WITH TWO DEGREES OF FREEDOM

T. S. Bukanova, M. T. Aliev

Volga State University of Technology,

3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation

E-mail: BukanovaTS@volgatech.net; AlievMT@volgatech.net

Key words: *electric drive with two degrees of freedom; microprocessor control system; experimental research.*

ABSTRACT

*The purpose of the work is the research on the microprocessor system of the control of the electric drive with two degrees of freedom using the method of simulation modeling and obtaining its transient characteristics. **Results.** The functional diagram of the microprocessor system of the control of the electric drive with two degrees of freedom was developed. The supplementary part of the electric machine is connected with the load control unit through the controlled voltage rectifier, forming the bus of the direct current. The load control unit contains the controlled switching matrix of the useful load, which is included in the winding circuit of the supplementary part. The load intensity control is carried out at the signal, determining the resistance value. The variants of useful load matrix switching are presented. The simulation model for the research on the efficiency of the microprocessor system of the electric drive with two degrees of freedom was developed. Main operating modes have been considered, rotation frequency transient characteristics, depending on external loads, have been received. The results of the calculation of the operation efficiency of the electric drive with two degrees of freedom are presented. The internal rotor rotation frequency control is carried out by the change of resistance in the load circuit of the supplementary part. **Conclusion.** When using the microprocessor system of the electric drive with two degrees of freedom, the control of main and additional rotors rotation frequency allocation is carried out by the change of electrical load resistance in the winding circuit of the additional part, and it also depends on the relation of external influences.*

REFERENCES

1. Ilyinsky N. F., Moskalenko V. V. *Elektroprivod: energo- i resursosberezhenie* [Electric Drive: Energy Conservation and Resource-Saving]. Moscow: Academy, 2008. 201 p.
2. Muravleva O. O., Vekhter E. V., Zharikova T. V. Otsenka vliyaniya energeticheskikh kharakteristik asinkhronnogo dvigatelya na energosberezhenie nasosnogo agregata [Estimation of the Influence of Energy Characteristics of the Induction Motor on Energy Conservation of a Pump Unit]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [News of

Tomsk Polytechnic University]. 2005. Vol. 308, No 1. Pp. 174-178.

3. Muravleva O. O. Energoeffektivnye asinkhronnye dvigateli dlya reguliruемого электропривода [Energy-Efficient Induction Motors for a Controlled Electric Drive]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [News of Tomsk Polytechnic University]. 2005. Vol. 308, No 7. Pp. 135-139.

4. Vasin V. M. Elektricheskiy privod [Electric Drive]. Moscow: Vysshaya shkola, 1984. 231 p.

5. Hughes A. Electric Motors and Drives: Fundamentals, Types and Applications; 3rd Edition. Oxford, UK: Newnes, 2006. 410 p.

6. Nasar S. A. Schaum's Outline of Electric Machines & Electromechanics (Schaum's Outline series); 2nd ed. McGraw-Hill, 2007. 224 p.

7. Spravochnik po elektricheskim mashinam: V 2 t. T. 1. [Electric Machines Handbook: Two Volumes. Vol. 1] / Edited by I. P. Kopylov, B. K. Klovov. Moscow: Energoatomizdat, 1988. 455 p.

8. Burulko L. K., Payuk L. A. Matematicheskoe modelirovanie chastotno-reguliruemyykh elektroprivodov [Mathematical Modeling of Adjustable-Frequency Electric Drives]. *Izvestiya Tomskogo politekhnicheskogo universiteta* [News of Tomsk

Polytechnic University]. 2006. Vol. 309, No 2. Pp. 200-203.

9. Bukanova T. S., Savinykh A. B. Ustroistvo i kharakteristiki elektroprivoda s differentsialnym tormozheniem [Structure and Characteristics of the Electric Drive with Differential Braking]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2011. No 2 (12). Pp. 74-81.

10. Bukanova T. S. Spособ upravleniya i model elektricheskoy mashiny s differentsialnym tormozheniem [The Control Mode and the Model of the Electric Machine with Differential Braking]. *Mekhatronika, avtomatizatsiya i upravlenie* [Mechatronics, automation and control]. 2011. No 10. Pp. 21-27.

11. Bukanova T. S., Aliev M. T. Mikroprotsessornaya sistema elektroprivoda na osnove dvukhrotornoy elektricheskoy mashiny s differentsialnym upravleniem [Microprocessor System of the Electric Drive Based on the Two-Rotor Electric Machine with Differential Control]. *Mekhatronika, avtomatizatsiya i upravlenie* [Mechatronics, automation and control]. 2015. Vol. 16 No 2. Pp. 106-110.

The article was received 22.04.16.

Citation for an article: Bukanova T. S., Aliev M. T. Microprocessor System of the Control of the Electric Drive with Two Degrees of Freedom. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 3 (31). Pp. 53-65. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.53

Information about the authors

BUKANOVA Tatyana Sergeevna – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Design and Production of Computing Systems, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the modeling. The author of 23 publications.

ALIEV Marat Tufikovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Design and Production of Computing Systems, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the development of microprocessor systems, modeling and the study of the functional state of a man. The author of 50 publications.

УДК 538.945:621.3

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.66

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛОКАЛЬНОЙ ОБЛАСТИ РЕЗИСТИВНОГО СЛОЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ИСКРОВОГО РАЗРЯДА

В. Н. Игумнов

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: inok.vl49@mail.ru

Приводятся результаты экспериментальных исследований и расчётов изменения электрофизических свойств толстоплёночных резисторов до и после электроискровой подгонки. Рассмотрена зона воздействия искрового разряда на резистивную плёнку. Предложена тепловая модель действия искрового разряда на толстоплёночный резистор, учитывающая энергию разряда.

Ключевые слова: модель электроискровой обработки; единичный разряд; зона; изменение свойств; плавление; жидкофазное спекание.

Список литературы

1. Стерхова Л.А. Исследование режимов электроискровой подгонки толстоплёночных резисторов // Электронная обработка материалов. 1988. № 1. С. 5-7.
2. Блинов И.Д., Леухин В.Н. Увеличение производительности при электроискровой подгонке групп резисторов // Материалы Восьмой международной научной школы «Наука и инновации-2013» ISS «SI-2013». Йошкар-Ола: ГБОУ ДПО (ПК), 2013. С. 116-119.
3. Игумнов В.Н. Формирование концентрационного профиля проводящей фазы в процессе термообработки толстоплёночных резистивных элементов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2014. № 5 (24). С. 71-78.
4. Отечественные постоянные непроволочные и СВЧ-резисторы: состояние и перспективы производства / А. Мышаев, Н. Пратусевич, Ю. Санкин, В. Уткин // Электронные компоненты. 2007. № 3. С. 138-140.
5. Нагаев А. А. Влияние электроискровой подгонки на распределение электрических полей в плёночном резисторе // Технические науки: проблемы и перспективы: материалы междунар. науч. конф. (г. Санкт-Петербург, март 2011 г.). СПб.: Реноме, 2011. С. 117-121.
6. Батавин В.В., Концевой Ю.Л., Федорович Ю.В. Измерение параметров полупроводниковых материалов и структур. М.: Радио и связь, 1985. 164 с.
7. Нагаев А.А., Леухин В.Н. Влияние диэлектрической маски на корректировку величины сопротивления толстоплёночных резисторов методом электроискровой подгонки // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2008. № 2 (3). С. 63 – 67.
8. Игумнов В. Н. Толстоплёночные элементы электроники и микроэлектроники. Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. 204 с.

Статья поступила в редакцию 22.03.16.

Для цитирования: Игумнов В. Н. Характеристики локальной области резистивного слоя под действием искрового разряда // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 3 (31). С. 66-73. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.66

Информация об авторе

ИГУМНОВ Владимир Николаевич – кандидат технических наук, профессор кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – физика сверхпроводимости, криоэлектроника, плёночная электроника. Автор 110 публикаций, в т. ч. 35 патентов.

УДК 538.945:621.3

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.66

CHARACTERISTICS OF THE LOCAL AREA OF THE LAYER UNDER THE ACTION OF THE SPARK DISCHARGE

V. N. Igumnov

Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: inok.vl49@mail.ru

Key words: electric spark processing model; single discharge; zone; change of properties; melting; liquid phase sintering.

ABSTRACT

Introduction. Thick-film resistive elements on the basis of different pastes are widely used in electronics. With considerable resistor parameter divergence from specified values, resistors are subjected to the adjustment (laser, electric-spark). Most researchers see the process of electric spark processing of thick-film resistor elements mainly as an integral process, i. e. taking place over the entire surface of the element. In our opinion this approach doesn't allow finding out the character of electric spark processing processes in sufficient detail as well as the reasons, leading to the change of electrical resistivity. The **purpose** of this work is the research on resistor material area characteristics as a result of single electric spark effect. The main **methods of research** are X-ray microanalysis, Auger electron spectroscopy and the spreading resistance method. As an additional method, optical and scanning electron microscopy was applied. **Results.** 1) As a result of electric spark effect, the local zone of decreased electrical resistivity is formed in the material of the resistive element; 2) The surface area radius value rises with the increase in the discharge voltage; 3) The form and sizes of the local zone of decreased electrical resistivity coincide with the form and sizes of the resistive material melting zone under the action of the spark discharge as a heat source. Consequently, thermal processes can be considered main processes, responsible for resistive material electrical resistivity decrease; 4) The presence of the following phases, containing ruthenium: ruthenium dioxide and metallic ruthenium have been confirmed; 5) The increase in the ruthenium phase concentration can be estimated as 20 and 35 % relative to the initial content. The received results demonstrate the direct link between resistor electric spark processing time, the resistor resistance decrease value and the increase in the metallic ruthenium phase concentration in the resistive material; 6) In the process of electric spark processing, a new crystalline phase – alamosite $PbSiO_3$ appears. This process can lead to decreasing contracting voltages and the change of resistive element resistance.

REFERENCES

1. Sterhova L.A. Issledovanie rezhimov elektroiskrovoy podgonki tolstoplenochnykh rezistorov [Research on Regimes of Electric-Spark Adjustment of Thick-Film Resistors]. *Elektronnaya obrabotka materialov* [Electronic material processing]. 1988. No 1. Pp. 5-7.
2. Blinov I. D., Leukhin V. N. Uvelichenie proizvoditel'nosti pri elektroiskrovoy podgonke grupp rezistorov [Increase in Productivity during Electrospark Resistor Group Adjustment]. *Materialy Vos'moy mezhdunarodnoy nauchnoy shkoly «Nauka i innovatsii-2013» ISS «SI-2013»* [Proceedings of the Eighth International Scientific School «Science and Innovations-2013» ISS «SI-2013»]. Yoshkar-Ola: GBOU DPO (PK), 2013. Pp. 116-119.
3. Igumnov V.N. Formirovanie kontsentratsionnogo profilya provodyashchey fazy v protsesse termoobrabotki tolstoplenochnykh rezistivnykh elementov [Formation of the Concentration Profile of the Conducting Phase in the Process of Thick-Film Resistive Element Heat Treatment]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2014. No 5 (24). Pp.71-78.
4. Myshaev A., Pratushevich N., Sankin Yu., Utkin V. Otechestvennye postoyannye neprovodnyye i SVCh-rezistory: sostoyanie i perspektivy proizvodstva [Domestic Fixed Non-Wirewound and Microwave Resistors: Status and Prospects of Production]. *Elektronnye komponenty* [Electronic components]. 2007. No 3. Pp. 138-140.
5. Nagaev A. A. Vliyaniye elektroiskrovoy podgonki na raspredeleniye elektricheskikh poley v plenochnom rezistore [Influence of Electric-Spark Adjustment on the Distribution of Electric Fields in a Film Resistor]. *Tekhnicheskie nauki: problemy i perspektivy: materialy mezhdunar. nauch. konf. (g. Sankt-Peterburg, mart 2011 g.)* [Technical Sciences: Problems and Prospects: Proceedings of the International

Scientific Conference (St. Petersburg, March 2011)]. — StPb.: Renome, 2011. Pp. 117-121.

6. Batavin V.V., Kontsevoy Yu.L., Fedorovich Yu.V. *Izmerenie parametrov poluprovodnikovykh materialov i struktur* [Measurement of Semiconductor Material and Structure Parameters]. Moscow: Radio i svyaz', 1985. 164 p.

7. Nagaev A.A., Leukhin V.N. Vliyanie dielektricheskoy maski na korrektyrovku velichiny soprotivleniya tolstoplenochnykh rezistorov metodom elektroiskrovoy podgonki [Influence of the Dielectric

Mask on the Correction of the Thick-Film Resistor Resistance Value by the Electric-Spark Adjustment Method]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokomunikacionnye sistemy* [Vestnik of Mari State Technical University. Series: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2008. № 2 (3). Pp. 63 – 67.

8. Igumnov V.N. Tolstoplenochnye elementy elektroniki i mikroelektroniki [Thick-film Elements of Electronics and Microelectronics]. Yoshkar-Ola: Volga State University of Technology, 2015. 204 p.

The article was received 22.03.16.

Citation for an article: Igumnov V. N. Characteristics of the Local Area of the Layer Under The Action of the Spark Discharge. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 3 (31). Pp. 66-73. DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.66

Information about the author

IGUMNOV Vladimir Nikolaevich – Candidate of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Radio Equipment Engineering and Production, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is superconductivity physics, cryoelectronics, two-dimensional electronics. The author of 110 publications, including 35 patents.

НОВИНКИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ. ОБЗОРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВАЖНЫЕ ДАТЫ

УДК 621.37

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.74

XXV ВСЕРОССИЙСКАЯ ОТКРЫТАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «РАСПРОСТРАНЕНИЕ РАДИОВОЛН»

А. А. Кислицын

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: KislitsinAA@volgatech.net

С 3 по 9 июля 2016 года в г. Томске на базе Института оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН состоялась XXV юбилейная Всероссийская открытая конференция «Распространение радиоволн». В работе конференции приняли участие учёные из России, Германии, Нидерландов, Израиля, Мексики, Украины, Исландии, Тайваня.

Ключевые слова: *распространение радиоволн; радиолокация; радионавигация; радиосвязь; дистанционное зондирование; атмосфера Земли; нелинейные эффекты в ионосфере; математическое моделирование.*

С 3 по 9 июля 2016 года проходила XXV юбилейная Всероссийская открытая конференция «Распространение радиоволн» в г. Томске на базе Института оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН. Встреча учёных была посвящена 80-летию отечественных ионосферных исследований.

Конференция по распространению радиоволн проводится раз в три года и объединяет учёных ведущих научных школ страны. В ней принимают участие представители организаций, занимающихся физическими проблемами распространения радиоволн, дистанционного зондирования атмосферы, ионосферы и различных сред природного происхождения с использованием радиолокационных, лазерных и акустических методов и средств. Обсуждаются последние научные и научно-практические достижения в области исследования ионосферы Земли, планет и межпланетной среды. Также рас-

сматриваются проблемы математического и численного моделирования процессов распространения электромагнитных волн, нелинейных эффектов в ионосфере. Дважды эта конференция проводилась в г. Йошкар-Оле на базе ПГТУ [1].

Организаторами Конференции выступили: Научный совет РАН «Распространение радиоволн», Научный совет ОФН РАН «Физика солнечно-земных связей», Институт оптики атмосферы им. В. Е. Зуева СО РАН (ИОА СО РАН), Институт солнечно-земной физики СО РАН (ИСЗФ СО РАН), Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова РАН (ИРЭ РАН), Московский физико-технический институт (Государственный университет) (МФТИ), Национальный исследовательский Томский государственный университет (ТГУ), Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР),

Российский новый университет (Рос-НОУ). Заседания прошли в конференц-залах конгресс-центра «Рубин», ИОА СО РАН, ТУСУР, ТГУ (Томск).

Программа Конференции включала 250 докладов, представленных на пленарных, секционных заседаниях и стендовых сессиях. География присланных докладов: Россия, Германия, Нидерланды, Израиль, Мексика, Украина, Исландия, Тайвань.

В работе Конференции приняли участие 165 сотрудников научных учреждений и высших учебных заведений из 32 городов России, от Паратунки до Калининграда, от Мурманска до Ростова, Беэр-Шева (Израиль), Делфта (Нидерланды). Наибольшее количество докладов представлено учёными из Томска (59), Москвы (34), Иркутска (25), Улан-Удэ (15), Якутска (10), Ростова-на-Дону (8), Нижнего Новгорода (6), Казани (5), Харькова (5), Йошкар-Олы (4) и др.



*Матвиенко Геннадий Григорьевич – председатель
программного комитета конференции,
д-р физ.-мат. наук
(фото с сайта <http://symp.iao.ru>)*



Участники конференции (фото с сайта <http://symp.iao.ru>)

Первый пленарный доклад, посвящённый истории организации и развития Томской ионосферной станции, созданной в 1936 году в Сибирском физико-техническом институте (СФТИ) при Томском госуниверситете по инициативе Академии наук СССР, первой ионосферной станции в России, представил доцент ТГУ, зав. кафедрой космической физики и экологии радиофизического факультета С. А. Колесник. В рамках двух пленарных сессий заслушаны ещё 12 докладов, посвящённых основным направлениям Конференции: исследованиям ионосферы, особенностям распространения мощного лазерного излучения в атмосфере Земли, исследованиям на радиофизическом комплексе ИСЗФ СО РАН и стенде Сура НИРФИ, радиолокационным исследованиям поля ветра в атмосфере, современным методам и инструментам для зондирования ионосферы, моделированию распространения радиоволн в ионосфере, современным моделям распределения электронной концентрации в ионосфере, спутниковой радиоголографии. Проректор по научной работе и инновационной деятельности ПГТУ, профессор РАН Иванов Д. В. представил доклад «Методы и программно-аппаратные средства для зондирования ионосферы FMCW и FMICW сигналами с применением SDR-технологий».

На Конференции работали восемь секций:

Распространение радиоволн и дистанционное зондирование верхней атмосферы и космического пространства (Руководители: В. И. Куркин, д-р физ.-мат. наук, профессор; П. Ф. Денисенко, д-р физ.-мат. наук, профессор; М. Г. Деминов, д-р физ.-мат. наук; А. В. Медведев, д-р физ.-мат. наук; С. А. Колесник, канд. физ.-мат. наук, доцент).

Распространение оптических волн в атмосфере и лазерное зондирование природных сред (Руководители: Г. Г. Матвиенко, д-р физ.-мат. наук, профессор; И. В. Самохвалов, д-р физ.-мат. наук, профессор; В. Н. Маричев, д-р физ.-мат. наук).

Распространение километровых и более длинных радиоволн (Руководитель: А. Ф. Колмаков, канд. физ.-мат. наук).

Распространение радиоволн и нелинейные эффекты в ионосфере (Руководитель: В. Л. Фролов, д-р физ.-мат. наук, профессор).

Физические проблемы радиолокации, радионавигации и радиосвязи (Руководитель: Д. С. Лукин, д-р физ.-мат. наук, профессор).

Дистанционное зондирование атмосферы и земных покровов, радиометеорология (Руководитель: Г. Г. Щукин, д-р физ.-мат. наук, профессор).

Математическое моделирование проблем электродинамики и распространения радиоволн (Руководители: А. С. Крюковский, д-р физ.-мат. наук, профессор РАН, Д. В. Иванов, д-р физ.-мат. наук, профессор).

Проблемы атмосферного электричества (Руководитель: В. И. Козлов, канд. физ.-мат. наук).

Также была проведена XII Международная Школа молодых учёных «Физика окружающей среды» им. А. Г. Колесника, по итогам которой были вручены грамоты и ценные призы.

В рамках Конференции было проведено заседание Научного совета РАН по распространению радиоволн и выездные секции на ионосферную станцию, обсерваторию «Фоновая», ТГУ, ТУСУР, Микран.

После детального обсуждения представленных на заседаниях секций результатов участники Конференции сделали ряд предложений и рекомендаций [2]:

1. Поддержать разработки физико-математических моделей ионосферы с учётом взаимодействий с нейтральной атмосферой и магнитосферой.

2. С целью повышения эффективности мониторинга окружающей среды целесообразно объединить сети РАН и Росгидромета и подготовить «Наставление по выполнению мониторинговых лидарных наблюдений», утвердив его на Научном совете РАН по распространению радиоволн и Комиссии по приборам и методам Росгидромета.

3. Организовать мониторинг текущего состояния ионосферы и модификации этого состояния наземными и космическими средствами путём цифрового зондирования с применением фазированных антенных решёток площадью до 10 га и оптический мониторинг средствами космического базирования.

4. Расширить развитие перспективных исследований взаимодействий в системе «атмосфера – ионосфера – магнитосфера» на основе комплексного использования методов радиотомографии, радиоголографии, радиофизических, оптических и магнитометрических инструментов наземного и космического базирования.

5. Конференция считает целесообразным рекомендовать Росгидромету организовать широкую научную экспертизу модели SIMP, как возможной основы нового ГОСТ по ионосфере.

6. Обращая внимание на недостаточную эффективность использования возможностей метеорологического радиолокатора ДМРЛ-С в программах вторичной обработки информации, используемых в сети штормооповещения России, Конференция рекомендует Росгидромету разработать методические материалы по применению информации с радиолокаторов ДМРЛ-С на сети штормооповещения с использованием поляризационных измерений в задачах распознавания опасных явлений, а также оценок ширины спектра принимаемого сигнала для обнаружения сдвигов ветра в районе аэропортов.

7. Конференция рекомендует Росгидромету организовать регулярное зондирование радиозондами с оптическим датчиком освещённости на аэрологических станциях в различных климатических районах для определения высот инверсных, задерживающих и облачных слоёв.

8. Конференция считает необходимым аккумулировать усилия научной общественности, направленные на разработку и совершенствование программного обеспечения для расчётов в реальном времени характеристик электромагнитных полей ме-

гагерцевого и гигагерцевого диапазонов, а также тонкой структуры волновых полей и полей в фокальных зонах с целью радиозондирования верхней атмосферы Земли, улучшения качества радиосвязи, навигации и оперативности позиционирования.

9. Конференция считает необходимым принять меры по обеспечению единообразия измерений напряжённости электрического поля датчиками различных производителей. Выбрать координирующую организацию, например, Военно-космическая академия имени А. Ф. Можайского (Санкт-Петербург).

10. Конференция считает целесообразным проводить экспериментальные исследования по распространению радиоволн в режиме непрерывного мониторинга ионосферы, используя современные ионозонды, в целях корректировки электронной плотности в нижних слоях ионосферы.

11. Расширить фундаментальные исследования в области теории распространения широкополосных и сверхширокополосных сигналов в части комплексного исследования эффектов частотной дисперсии высокого порядка на КВ-трассах и трассах трансionoсферного распространения для повышения потенциала её практического применения.

12. Расширить работы по использованию в системах радиозондирования различных сред технологии программно-конфигурируемого (определяемого) радио для создания универсальных средств экспериментального исследования распространения радиоволн.

13. Конференция рекомендует Бюро Научного совета РАН по распространению радиоволн создать сайт с материалами Всероссийских конференций по распространению радиоволн.

Конференция продемонстрировала заинтересованность научной общественности России в решении проблем развития и дальнейшего совершенствования методов и систем дистанционного зондирования ионосферы, распространения и дифракции радиоволн. Участники Конфе-

ренции отметили высокий уровень представленных докладов, плодотворность проведённой дискуссии, актуальность проблематики и имеющуюся чёткую практическую направленность принимае-

мых решений, укрепление связей между научными центрами и промышленностью.

Следующая, XXVI конференция «Распространение радиоволн» пройдет в г. Казани в 2019 году.

Список литературы

1. Иванов Д. В. XXIII Всероссийская научная конференция «Распространение радиоволн» // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2011. № 2 (12). С. 88-91.

2. Решение конференции. Режим доступа: http://symp.iao.ru/files/symp/docs/doc-00259_ru.pdf (дата обращения: 28.08.16.)

Статья поступила в редакцию 30.08.16.

Информация об авторе

КИСЛИЦЫН Алексей Александрович – старший преподаватель кафедры радиотехники и связи, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – исследование ионосферы Земли, космические системы связи. Автор 38 публикаций.

UDC 621.37

DOI: 10.15350/2306-2819.2016.3.74

THE XXV ALL-RUSSIAN OPEN CONFERENCE «PROPAGATION OF RADIO WAVES»

A. A. Kislitsin

Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: KislitsinAA@volgatech.net

From 3–9 July, 2016 the XXV Jubilee All-Russian Open Conference «Propagation of Radio Waves» was held at V. E. Zuev Institute of Atmospheric Optics of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences in Tomsk. Scientists from Russia, Germany, Netherlands, Israel, Mexico, Ukraine, Iceland and Taiwan took part in the conference.

Key words: *propagation of radio waves; radiolocation; radio navigation; radio communication; remote sensing; the Earth's atmosphere; nonlinear effects in the ionosphere; mathematical modeling.*

REFERENCES

1. Ivanov D. V. XXIII All-Russian scientific conference «Radio wave propagation». *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2011. № 2 (12). Pp. 88-91.

2. Reshenie konferentsii [The decision of the Conference]. Available at: (http://symp.iao.ru/files/symp/docs/doc-00259_ru.pdf) (date of reference: 28.08.2016).

The article was received 30.08.16.

Information about the author

KISLITSIN Aleksey Aleksandrovich – Senior Lecturer of the of the Chair of Radio Engineering and Communication at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the research on the Earth's ionosphere, space communication systems. The author of 38 publications.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

Редакция журнала «Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы» принимает к публикации статьи, соответствующие профилю издания по рубрикам:

«Телекоммуникации и радиотехника» – публикуются оригинальные результаты исследований, направленных на создание и обеспечение функционирования устройств и систем, основанных на использовании электромагнитных колебаний и волн и предназначенных для передачи, приема и обработки информации, получения информации об окружающей среде, природных и технических объектах. Кроме того, результаты исследований по автоматизированным системам распределенной обработки информации, теоретическим основам построения, функционирования и использования компьютерных сетей различного масштаба, возможностям их реализации на основе базовых технологий и стандартов.

«Вычислительная техника и информатика» – публикуются оригинальные результаты исследований, направленных на создание электронно-вычислительных устройств, систем и сетей, автоматизированных систем обработки информации и управления, систем автоматизированного проектирования, программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем.

«Электроника» – публикуются оригинальные результаты исследований по физическим основам различных типов приборов, по улучшению их моделей, характеристик, параметров и режимов работы в радиотехнических устройствах различного назначения. Кроме того, по научному обоснованию новых технологий производства микро- и нанoeлектронных изделий, принципов построения интегральных схем, по исследованию механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов, микро- и нанoeлектронных изделий.

«Новинки техники и технологий. Обзоры. Конференции. Важные даты» – публикуются статьи, обзорная информация по отдельным проблемным вопросам техники и технологий, краткая информация о датах, событиях, конференциях, а также рецензии на научные работы по тематике серии.

Статья должна содержать только оригинальный материал, отражающий результаты завершенных исследований авторов, объемом 6–15 страниц, включая рисунки.

К печати принимаются материалы, которые не опубликованы и не переданы в другие редакции. Рукописи проходят обязательное рецензирование. В «Вестнике ...» печатаются только статьи, получившие положительные рецензии.

Отклоненные в результате рецензирования материалы возвращаются в одном экземпляре (с приложением копии рецензии).

Требования к оригиналам предоставляемых работ*Структура научной статьи*

1. Аннотация (3–4 предложения).
2. Ключевые слова или словосочетания (не более 10) отделяются друг от друга точкой с запятой.
3. Введение (оценка состояния вопроса, основанная на обзоре литературы с мотивацией актуальности; выявленное противоречие, позволяющее сформулировать проблемную ситуацию).
4. Цель работы, направленная на преодоление проблемной ситуации (1–2 предложения).
5. Решаемые задачи, направленные на достижение цели.
6. Математическое, аналитическое или иное моделирование.
7. Техника эксперимента и методика обработки или изложение иных полученных результатов.
8. Интерпретация результатов или их анализ.
9. Выводы, отражающие новизну полученных результатов, показывающих, что цель, поставленная в работе, достигнута.

Требования к оформлению статьи

Статья должна быть предоставлена в электронном виде и компьютерной распечатке (2 экз.) на бумаге формата А4. Шрифт Times New Roman, размер шрифта 12 пт, межстрочный интервал одинарный. Поля: внутри – 2 см, верхнее, нижнее, снаружи – 3 см (зеркальные поля), абзацный отступ первой строки на 0,75 см.

На первой странице статьи слева печатается УДК (размер шрифта 10 пт, прямой, светлый) без отступа. Название статьи печатается по центру (размер шрифта 14 пт, прямой, полужирный, прописной). Ниже, по центру – инициалы, фамилия автора (размер шрифта 12 пт, курсив, полужирный). После фамилий авторов указываются места работы: первая строка – название организации, вторая строка – почтовый адрес (размер шрифта 10 пт, прямой). После адресов указывается электронный адрес контактного автора.

Далее размещается аннотация (выравнивание по ширине, размер шрифта 10 пт, курсив, отступ слева и справа 1 см). Аналогично оформляются ключевые слова. Ключевые слова статьи предоставляются на русском и английском языках. Также необходимо предоставить **авторское резюме** статьи на русском и английском языках.

Авторское резюме должно быть понятным без обращения к самой публикации.

Авторское резюме к статье является основным источником информации в отечественных и зарубежных информационных системах и базах данных, индексирующих журнал.

Авторское резюме должно излагать существенные факты работы, и не должно преувеличивать или содержать материал, который отсутствует в основной части публикации.

Структура резюме должна включать введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение (выводы и практическая значимость).

Результаты работы описывают предельно точно и информативно. Приводятся основные теоретические и экспериментальные результаты, фактические данные, обнаруженные взаимосвязи и закономерности. При этом отдается

предпочтение новым результатам и данным долгосрочного значения, важным открытиям, выводам, которые опровергают существующие теории, а также данным, которые, по мнению автора, имеют практическое значение.

Выводы могут сопровождаться рекомендациями, оценками, предложениями, гипотезами, описанными в статье.

Сведения, содержащиеся в заглавии статьи, не должны повторяться в тексте авторского резюме.

Следует избегать лишних вводных фраз (например, «автор статьи рассматривает...»). Исторические справки, если они не составляют основное содержание документа, описание ранее опубликованных работ и общеизвестные положения в авторском резюме не приводятся.

В тексте авторского резюме следует употреблять синтаксические конструкции, свойственные языку научных и технических документов, избегать сложных грамматических конструкций.

В тексте авторского резюме следует применять значимые слова из текста статьи.

Текст авторского резюме должен быть лаконичен и четок, свободен от второстепенной информации, лишних вводных слов, общих и незначимых формулировок.

Текст должен быть связным, разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать одно из другого.

Сокращения и условные обозначения, кроме общеупотребительных, применяют в исключительных случаях или дают их расшифровку и определения при первом употреблении в авторском резюме.

В авторском резюме не делаются ссылки на номер публикации в списке литературы к статье.

Можно использовать техническую (специальную) терминологию вашей дисциплины, четко излагая свое мнение и имея также в виду, что вы пишете для международной аудитории.

Текст должен быть связным с использованием слов «следовательно», «более того», «например», «в результате» и т.д. («consequently», «moreover», «for example», «the benefits of this study», «as a result» etc.), либо разрозненные излагаемые положения должны логично вытекать один из другого.

Необходимо использовать активный, а не пассивный залог, т.е. «The study tested», но не «It was tested in this study» (частая ошибка российских аннотаций).

Объем текста авторского резюме не менее 250-300 слов.

Формулы и отдельные символы набираются с использованием редакторов формул Microsoft Equation или Math Type (не вставлять формулы из пакетов MathCad и MathLab, а также не следует использовать стандартную вставку математических формул или построение собственных формул с помощью библиотеки математических символов).

Иллюстрации. Схемы, графики, диаграммы и т.п. принимаются только в векторных форматах (Word, Excel, Visio, CorelDraw, Adobe Illustrator и др.). Графический материал должен быть четким и не требовать перерисовки. Графики могут выделяться линиями разного стиля, отмечаться цифрами, либо различными цветами. Фотографии и скриншоты должны выполняться в растровых форматах (tiff, bmp, png и др.) достаточного расширения (300 dpi) и четкости. Таблицы и рисунки должны быть вставлены в текст после абзацев, содержащих ссылку на них.

Размеры иллюстраций не должны превышать размеров текстового поля (не более 15 см).

Список литературы оформляется согласно порядку ссылок в тексте (где они указываются в квадратных скобках) и обязательно в соответствии с ГОСТ 7.0.5-2008 в двух вариантах:

1) на русском;

2) на языке оригинала латинскими буквами (References). Если русскоязычная статья была переведена на английский язык и опубликована в английской версии, то необходимо указывать ссылку из переводного источника. Библиографические описания российских публикаций составляются в следующей последовательности: авторы (транслитерация), перевод названия статьи (монографии) в транслитерированном варианте, перевод названия статьи (монографии) на английский язык в квадратных скобках, название источника (транслитерация, курсив), выходные данные с обозначениями на английском языке.

Ссылки на неопубликованные работы не допускаются.

Статья должна быть подписана автором(ами). После подписи автора и даты указываются его фамилия, имя, отчество (полностью), ученая степень, должность, место работы, область научных интересов, количество опубликованных работ, телефон, e-mail, домашний адрес.

К статье прилагаются следующие **документы**:

- авторское заявление с указанием рубрики журнала;
- экспертное заключение о возможности опубликования;

Материалы, не соответствующие вышеуказанным требованиям, не рассматриваются.

Адрес для переписки: 424000 Йошкар-Ола, пл. Ленина 3, ПГТУ,

редакция журнала «Вестник ПГТУ», e-mail: vestnik@volgatch.net

Плата за публикацию рукописей не взимается.

Подробнее – на сайте ПГТУ: <http://www.volgatch.net>