



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

ВЕСТНИК 1(29) 2016

ПОВОЛЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Январь-март

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 ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание учёных степеней доктора и кандидата наук

Учредитель и издатель:

ФГБОУ ВПО «Поволжский государственный технологический университет»
Журнал зарегистрирован Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-51886 от 23 ноября 2012 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 30.03.16.

Формат 60×84 ¹/₈. Усл. п. л. 11,39

Тираж 500 экз. Заказ №

Дата выхода в свет 06.04.16.

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
(*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 1(29) 2016

OF VOLGA STATE UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

january – march

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 is included in the Russian Science Citation Index (RSCI) database, Ulrich's Periodicals Directory, and in the list of leading peer-reviewed scientific journals and 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 Professional 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 III № ФЦ77-51886 from November 23, 2012)

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 30.03.16.

Format 60×84 1/8. No. of press sheets. 11,39

Circulation 500 copies. Order №

Publication Date 06.04.16.

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
(*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

В. А. Иванов, Н. В. Рябова, Д. В. Иванов, Р. А. Сушенцов, А. Д. Минин, М. И. Рябова, А. А. Чернов. Имитационные модели ионосферных радиоканалов с различной частотно-временной структурой
Д. А. Веденькин, Ю. Е. Седельников. Свойства сфокусированных волновых полей в промежуточной зоне излучения

V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, D. V. Ivanov, R. A. Sushentsov, A. D. Minin, M. I. Ryabova, A. A. Chernov. Simulation Models of Ionospheric Radio Channels with a Various Time-and-Frequency Structure
D. A. Vedenkin, Yu. E. Sedelnikov. Properties of Focused Wave Fields in the Intermediate Radiation Zone

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАТИКАCOMPUTER ENGINEERING
AND INFORMATICS

В. И. Волчихин, М. А. Митрохин. Алгоритм распознавания образов для решения задач со смещением концепта
А. В. Сухих. Модификация алгоритма трансляции адресов в кластерных системах на основе PCI Express
А. Р. Федоров, К. С. Васильчук, А. В. Дорофеев. Создание масштабируемых средств для решения задач анализа больших объемов данных на основе системы управления базы данных MongoDB

V. I. Volchikhin, M. A. Mitrokhin. Pattern Recognition Algorithm to Solve the Problems with the Concept Drift
A. V. Suhikh. Modification of the Address Translation Algorithm in Cluster Systems Based on PCI Express
A. R. Fedorov, K. S. Vasilchuk, A. V. Dorofeev. Creation of Scalable Tools for the Solution of the Problems of the Analysis of Large Volumes of Data Based on DBMS MongoDB

ЭЛЕКТРОНИКА

ELECTRONICS

И. И. Попов, Н. С. Ващурич, А. У. Баходуров. Физические основы экситонного приборостроения на основе фотонного эха
Мицо Гачанович. Контролируемое пассивное устранение статического электричества в нефтяной промышленности

I. I. Popov, N. S. Vashurin, A. U. Bahodurov. Physical Bases of Excitonic Instrument Making Based on Photon Echo.
Mičo Gaćanović. Controlled Passive Pumping of the Static Electricity in Petroleum Industry

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

Д. В. Иванов, Ю. С. Андрианов, П. А. Нехорошков. IV Поволжский научно-образовательный форум школьников «Мой первый шаг в науку». Итоги и перспективы
Информация для авторов

D. V. Ivanov, Yu. S. Andrianov, P. A. Nekhoroshkov. IV Volga Region Scientific and Educational Forum of School Students «My First Step in Science»
Information for the authors



Уважаемые коллеги!

Представляем Вашему вниманию первый номер 2016 года нашего журнала.

Раздел «Телекоммуникации и радиотехника» открывает статья, посвящённая вопросам определения передаточной функции многолучевого ионосферного канала связи с высоким частотным разрешением, представлены результаты влияния эффектов многолучевого распространения сигналов на структурные характеристики канала связи. В следующей статье обобщены результаты анализа свойств и характеристик сфокусированных антенн в промежуточной зоне излучения. Достоинством фазированных решёток является возможность реализации процесса управляемой фокусировки, что, в свою очередь, открывает возможности пространственного трёхмерного сканирования без механического перемещения антенны.

В разделе «Вычислительная техника и информатика» первая статья посвящена исследованию и разработке алгоритма распознавания образов для решения задач, обладающих свойством смещения концепта, алгоритм позволяет адаптировать решающее правило под текущее состояние концепта. В следующей статье рассматриваются кластерные системы, основанные на протоколе PCI Express. Для улучшения характеристик коммутационной структуры предложена модификация формализованного алгоритма трансляции адресов. Завершает раздел статья, в которой проведён анализ целесообразности использования NoSQL базы данных для хранения и эффективной обработки данных из социальных сетей. Создана экспериментальная платформа.

В разделе «Электроника» представлена работа, посвящённая исследованию возможности возбуждения при комнатной температуре фемтосекундных сигналов фотонного эха на суперпозиционных экситонных состояниях, локализованных на поверхностных дефектах тонких поликристаллических плёнок, о применении этих эффектов для создания новых приборов. Завершает раздел статья, в которой проведён теоретический и экспериментальный анализ эффективности контролируемого устранения статического электричества при помощи пассивной электрической цепи при работе с нефтью и нефтепродуктами, определено значение коэффициента устранения во время технологического процесса дополнительной заливки нефти и её производных.

В четвёртом разделе представлены итоги и дана оценка опыта проведения IV Поволжского научно-образовательного форума школьников «Мой первый шаг в науку».

Уважаемый читатель, мы надеемся, что статьи, публикуемые в этом номере, заинтересовали Вас и Вы продолжите дальнейшее сотрудничество с нашим журналом.

Профессор Наталья Рябова

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И РАДИОТЕХНИКА

УДК 621.371.3

ИМИТАЦИОННЫЕ МОДЕЛИ ИОНОСФЕРНЫХ РАДИОКАНАЛОВ С РАЗЛИЧНОЙ ЧАСТОТНО-ВРЕМЕННОЙ СТРУКТУРОЙ

**В. А. Иванов, Н. В. Рябова, Д. В. Иванов, Р. А. Сушенцов, А. Д. Минин,
М. И. Рябова, А. А. Чернов**

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

Показаны имитационные модели структурных функций ионосферных радиоканалов. Представлены результаты сравнительного анализа разработанной имитационной модели.

Ключевые слова: ионосфера; имитационное моделирование; структурные функции радиоканала.

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. Крюковский А.С., Лукин Д.С., Растягев Д.В. Исследование особенностей распространения коротких радиоволн в неоднородной анизотропной ионосфере // Электромагнитные волны и электронные системы. 2009. Т. 14, № 8. С. 17-26.
2. Иванов В.А., Иванов Д.В., Михеева Н.Н., Рябова М.И. Исследование регулярной и стохастической дисперсии в ионосферных широкополосных высокочастотных радиоканалах // Нелинейный мир. 2012. Т. 10, № 10. С. 678-686.
3. Иванов Д.В. Искажения в ионосфере декаметровых сигналов с псевдослучайной рабочей частотой // Радиотехника и электроника. 2006. Т. 51, № 7. С. 807-815.
4. Иванов Д.В., Иванов В.А., Рябова М.И. и др. Искажения широкополосного радиосигнала в ионосфере, вызванные нелинейной частотной дисперсией // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2013. № 2 (18). С. 5-15.
5. Salous S., Bertel L. Modelling of wideband HF radio channels // International Conference on Antennas and Propagation, P0958, Davos. 2000. Pp. 958-963.
6. Иванов В.А., Иванов Д.В., Рябова Н.В., Царев И.Е. Численные и полунатурные исследования функции рассеяния узкополосных декаметровых радиоканалов // Электромагнитные волны и электронные системы. 2009. Т. 14, № 8. С. 46-54.
7. Иванов В.А., Рябова Н.В., Иванов Д.В. и др. Исследование влияния моделей многолучевости на структурные функции ионосферных декаметровых каналов радиосвязи // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2015. № 4 (28). С. 6-17.
8. Иванов В.А., Иванов Д.В., Рябова Н.В. и др. Зондирование ионосферных каналов высокочастотной связи с поверхности Земли // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2008. № 1 (2). С. 3-20.
9. Gherm V.E., Zernov N.N., Strangeways H.J. Multipath Effects in Wideband Fluctuating HF Channels // Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica. 2002. Vol. 37(2-3). Pp. 253-259.

10. Watterson C., Juroshek J., Bensema W. // IEEE Transactions on Communication Technology. 1970. Vol. 18, No 6. Pp. 792-803.
11. Mastrangelo J.F., Lemmon J.J., Vogler L.E., Hoffmeyer J.A., Pratt L.E., Behm C.J. // IEEE Transactions on Communications. 1997. Vol. 45. No 1, Pp. 26-34.
12. Лобов Е.М. Современные подходы к имитационному моделированию широкополосного ионосферного канала // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2010. № 11. С. 56-60.
13. Germ V.E., Zernov N.N., Strangeways H.J. // Radio Science. 2005. Vol. 40, No 1. Pp. RS1001-1-RS1001-15.
14. You K.S. // PhD Dissertation, University of Adelaide, Australia. 2008, 253 p.
15. Ivanov D.V., Ivanov V.A., Ryabova N.V., et al. System of frequency providing of HF communication channels based on the new digital sounder on USRP platform // Т-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2015. Т. 9, № 3. С. 86-88.

Статья поступила в редакцию 18.02.16.

Для цитирования: Иванов В. А., Рябова Н. В., Иванов Д. В., Сушенцов Р. А., Минин А. Д., Рябова М. И., Чернов А. А. Имитационные модели ионосферных радиоканалов с различной частотно-временной структурой // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 6-17.

Информация об авторах

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 279 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 202 публикаций.

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 186 публикаций.

СУШЕНЦОВ Роман Александрович – аспирант кафедры радиотехники и связи, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – обработка сигналов, моделирование радиоканалов. Автор трёх публикаций.

МИНИН Алексей Дмитриевич – аспирант кафедры радиотехники и связи, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – имитационное моделирование декаметровых каналов связи. Автор двух публикаций.

РЯБОВА Мария Игоревна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – моделирование технических систем, распространение радиоволн. Автор 93 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 76 публикаций.

UDC 621.371.3

SIMULATION MODELS OF IONOSPHERIC RADIO CHANNELS WITH A VARIOUS TIME-AND-FREQUENCY STRUCTURE

V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, D. V. Ivanov, R. A. Sushentsov, A. D. Minin,
M. I. Ryabova, A. A. ChernovVolga State University of Technology,
Lenin Squire, 3, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: RyabovaNV@volgatech.net**Key words:** ionosphere; simulation modeling; structural functions of a radio channel.

ABSTRACT

Introduction. When signals of radioelectronic systems propagate, the Earth's ionosphere has a negative impact on them. In this connection, radio signal distortion estimation is significant. Since conducting experiments requires large resources, simulation modeling methods became widely applied. Ionospheric radio channel models are used in simulators in order to facilitate the development and tests of new radio engineering systems of information transmission, reception and processing. Therefore, the development of channel models as well as their characteristic measurement methods is the important task. At the same time it's necessary to consider the complexity of a simulation model and estimate its adequacy, when describing physical processes, occurring in the ionosphere. **The purpose of the work** is the development of a new simulation model of a multifrequency decameter radio channel by means of the study, analysis and the development of an ionospheric channel model, accepted in the international practice as well as the development of the approach to considering experimental models of signal propagation when designing channel simulators. **Results.** The models of ionospheric communication radio channels, accepted in the international practice have been developed. Original models of signal propagation for the radio lines of various extent and geographical orientation have been developed. For the development of a new simulation model of a multifrequency decameter radio channel, the method of the computing experiment with the use of the license application package Matlab has been applied. Mathematical and simulation models of structure functions of narrowband and broadband ionospheric radio channels have been developed. The results can be applied by the developers of radio communication systems as tools for simulation modeling problem solution as well as for the development of the algorithms of communication system adaptation to the radio line structure change.

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. Kryukovsky A. S., Lukin D. S., Rastyagaev D. V. Issledovanie osobennostey rasprostraneniya korotkikh radiovoln v neodnorodnoy anizotropnoy ionosfere [Investigation of Features of Short Radio Wave Propagation in the Heterogeneous Anisotropic Ionosphere]. *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy* [Electromagnetic waves and electronic systems]. 2009. Vol. 14, № 8. Pp. 17-26.
2. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Ryabova M. I. Issledovanie regul'yarnoy i stokhasticheskoy dispersii v ionosfernykh shirokopolosnykh vysokochastotnykh radiokanalakh [Research on Regular and Stochastic Dispersion in Ionospheric Broadband High-frequency Radio Channels]. *Nelineyny mir* [Nonlinear world]. 2012. Vol. 10, № 10. Pp. 678-686.
3. Ivanov D. V. Iskazheniya v ionosfere 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, № 7. Pp. 807-815.
4. D. V. Ivanov, V. A. Ivanov, M. I. Ryabova, N. N. Miheeva, E. V. Katkov. Iskazheniya shirokopolosnogo radiosignala v ionosfere, vyzvannye nelineynoy chastotnoy dispersiey [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. № 2 (18). Pp. 6-16.
5. Salous S., Bertel L. Modelling of wideband HF radio channels. *International Conference on Antennas and Propagation*, P0958, Davos. 2000. Pp. 958-963.
6. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Ryabova N. V., Tsarev I. E. Chislennyye i polunaturnyye issledovaniya funktsii rasseyaniya uzkopolosnykh dekametrovykh radiosignalov [Numerical and Seminatural Investigations of Narrowband Decameter Radio Signal Scattering Function]. *Elektromagnitnye volny i elektronnye sistemy* [Electromagnetic waves and electronic systems]. 2009. Vol. 14, № 8. Pp. 46-54.
7. Ivanov V. A., Ryabova N. V., Ivanov D. V., Sushentsov R. A., Ryabova M. I., Chernov A. A. Issledovanie...

vanie vliyaniya modeley mnogoluchevosti na strukturnye funktsii ionosfernykh deka-metrovykh kanalov radiosvyazi [Investigation of the Influence of Multipath Models on Structure Functions of Ionospheric Decameter Channels of Radio Communication]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnolog-icheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2015. No 4 (28). Pp. 6-17.

8. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Ryabova N. V. et al. Zondirovanie ionosfernykh 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 universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2008. № 1 (2). Pp. 3-20.

9. Ghern V.E., Zernov N.N., Strangeways H.J. Multipath Effects in Wideband Fluctuating HF Channels. *Acta Geodaetica et Geophysica Hungarica*. 2002. Vol. 37(2-3). Pp. 253-259.

10. Watterson C., Juroshek J., Bensema W. *IEEE Transactions on Communication Technology*. 1970. Vol. 18. No 6. Pp. 792-803.

11. Mastrangelo J.F., Lemmon J.J., Vogler L.E., Hoffmeyer J.A., Pratt L.E., Behm C.J. *IEEE Transactions on Communications*. 1997. Vol. 45, No 1. Pp. 26-34.

12. Lobov E.M. Sovremennye podkhody k imitatsionnomu modelirovaniyu shirokopolosnogo ionosfernogo kanala [Modern approaches to simulation modeling of broadband of the ionospheric channel]. *T-Comm: Telekommunikatsii i transport* [T-Comm – Telecommunications and Transport]. 2010. № 11. Pp. 56-60.

13. Germ V.E., Zernov N.N., Strangeways H.J. *Radio Science*. 2005. Vol.40, No 1. Pp. RS1001-1-RS1001-15.

14. You K.S. *PhD Dissertation*, University of Adelaide. Australia, 2008. 253 p.

15. Ivanov D.V., Ivanov V.A., Ryabova N.V., et al. System of frequency providing of HF communication channels based on the new digital sounder on USRP platform. *T-Comm: Telekommunikatsii i transport* [T-Comm – Telecommunications and Transport]. 2015. Vol. 9, No 3. Pp. 86-88.

The article was received 18.02.16.

Citation for an article: Ivanov V. A., Ryabova N. V., Ivanov D. V., Sushentsov R. A., Minin A. D., Ryabova M. I., Chernov A. A. Simulation Models of Ionospheric Radio Channels with a Various Time-and-Frequency Structure. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 1 (29). Pp. 6-17.

Information about the authors

IVANOV Vladimir Alekseevich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, the Head of the Chair of Higher Mathematics at 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 279 publications.

RYABOVA Natalia Vladimirovna – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, the Head of the Chair of Radio Engineering and Communication at 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 202 publications.

IVANOV Dmitry Vladimirovich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation Activity at 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 186 publications.

SUSHENTSOV Roman Aleksandrovich – a postgraduate student of the Chair of Radio Engineering and Communication, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is signal processing, modeling of radio channels. The author of 3 publication.

MININ Aleksey Dmitrievich – a postgraduate student of the Chair of Radio Engineering and Communication at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is simulation modeling of decameter communication channels. The author of 2 publications.

RYABOVA Maria Igorevna – Candidate of Physics and Mathematics, Associate Professor of the Chair of Higher Mathematics at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the modeling of technical systems, the propagation of radio waves. The author of 93 publications.

CHERNOV Andrey Alekseevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Radio Engineering and Communication at 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 76 publications.

УДК 621.396.67

СВОЙСТВА СФОКУСИРОВАННЫХ ВОЛНОВЫХ ПОЛЕЙ В ПРОМЕЖУТОЧНОЙ ЗОНЕ ИЗЛУЧЕНИЯ

Д. А. Веденькин, Ю. Е. Седельников

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ,
Российская Федерация, 420111, Казань, ул. К. Маркса, 10
E-mail: denis_ved@mail.ru

Активное развитие современных методов и средств волновой диагностики и неразрушающего контроля способствует исследованию свойств сфокусированных волновых полей, в том числе и в промежуточной зоне излучения. Указанные свойства существенно отличаются от таковых в дальней зоне, а необходимость их численной оценки объясняется практической значимостью во многих областях антенной техники и технологии. Обзору ключевых свойств сфокусированных волновых полей и посвящена данная статья.

Ключевые слова: фокусировка; коэффициент направленного действия; уровень боковых лепестков; размер области фокусировки.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации в рамках проектной части Государственного задания 3.1962.2014/К.

Список литературы

1. Bickmore R.W. On focusing electromagnetic radiators // J. Phys. 1957. Vol. 35. Pp. 1292-1298.
2. Bickmore R.W., Hansen R.C. Antenna power densities in the Fresnel region // Proc. IRE. 1959. Vol. 47. Pp. 2119-2120.
3. Мисежников Г.С., Сельский А.Г., Штейншлейгер В.Б. О фокусирующих свойствах апертурной антенны в поглощающей среде // Радиотехника и электроника. 1985. Т. 30, № 11. С. 2268.
4. Vedenkin D.A., Potapova O.V., Sedelnikov Y.E. Antennas, focused in the near radiated field zone. Features and technical applications // 9th International Conference on Antenna Theory and Techniques, ICATT, 2013. Pp. 560-565.
5. Антенны, сфокусированные в зоне ближнего излученного поля: монография / под общ. редакцией Ю.Е. Седельникова и Н.А. Тестоедова; Сиб. гос. аэрокосмич. ун-т. Красноярск, 2015. 308 с.
6. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Активные сфокусированные антенные решетки для радиотехнических средств малоразмерных летательных аппаратов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2008. Т. 11, № 4. С. 40-46.
7. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Сфокусированные антенны в составе РЭА перспективных беспилотных авиационных комплексов // Проблемы и перспективы развития наукоемкого машиностроения: Международная научно-техническая конференция. 19-21 ноября 2013 г. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2013. С. 224-225.
8. Ямищikov В.Д., Веденькин Д.А. Сфокусированные апертуры при трехмерном расположении излучателей // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности: Международная научно-практическая конференция. Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. Т.3. С. 443-445.
9. Веденькин Д.А. Сфокусированные антенны для систем радиосвязи с группой малоразмерных летательных аппаратов // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2007. Т. 10, № 5. С.36-38.
10. Седельников Ю.Е., Веденькин Д.А. Антенные решетки, сфокусированные по широкополосному сигналу // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2015. Т. 18, № 3. С.23-30.
11. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е., Потапова О.В. Свойства сфокусированных антенн для задач акустической эхолокационной диагностики // Нелинейный мир. 2014. Т. 12, № 10. С. 64-68.
12. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Особенности построения решеток излучателей для задач акустического неразрушающего контроля // Перспективы науки. 2013. № 10 (49). С. 152-154.
13. Низамутдинов Р.Р., Потапова О.В., Седельников Ю.Е. Свойства пространственных распределений волновых полей линейных антенн, сфокусированных в зоне Френеля // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. 2012. Т. 15, № 4. С. 67-73.
14. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Параметры разреженных сфокусированных антенных решеток // Наука и бизнес: пути развития. 2013. № 10 (28). С. 56-59.
15. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е. Сфокусированные антенные решетки на базе беспилотных летательных аппаратов // Глобальный научный потенциал. 2013. № 10 (31). С. 86-88.

16. Веденькин Д.А., Седельников Ю.Е., Насыбуллин А.Р., Рябова Н.В., Иванов В.А. Свойства объемных случайных антенных решеток, сфокусированных в зоне ближнего излученного поля // Современная наука: Актуальные проблемы теории и практики. Серия: Естественные и технические науки. 2015. № 12. С. 30-34.

17. Пат. U1 113019 RU МПК G01S 7/38 Система постановки помех мобильным пунктам радиосвязи со сверхширокополосными сигналами / Ю.Е. Седельников, Д.А. Веденькин, С.В. Василь-

ев; заявитель КНИТУ-КАИ; заявка 12.01.2011, опублик. 27.01.2012. Бюл. № 3. 5 с.

18. Пат. U1 118073 RU МПК G01S 7/38 Устройство для имитации отраженных сигналов радиолокационной станции / Ю.Е. Седельников, Д.А. Веденькин, Д.Х. Булатов; заявитель КНИТУ-КАИ; заявка 12.01.2011, опублик. 10.07.2012. Бюл. № 19. 5 с.

19. Митрохин В.Н., Можаров Э.О. Способы формирования и методы оценки сфокусированного поля в микроволновой технике // Антенны. 2015. № 3 (214). С. 39-46.

Статья поступила в редакцию 22.02.16.

Для цитирования: Веденькин Д. А. , Седельников Ю. Е. Свойства сфокусированных волновых полей в промежуточной зоне излучения // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 18-31.

Информация об авторах

ВЕДЕНЬКИН Денис Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры радиофотоники и микроволновых технологий, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ. Область научных интересов – СВЧ-технологии в промышленности, антенная техника, сфокусированные антенные решетки, неразрушающий контроль. Автор 60 публикаций.

СЕДЕЛЬНИКОВ Юрий Евгеньевич – доктор технических наук, профессор кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ. Область научных интересов – СВЧ-технологии в промышленности, антенная техника, сфокусированные антенные решетки, методы неразрушающего контроля. Автор 130 публикаций.
UDC 621.396.67

PROPERTIES OF FOCUSED WAVE FIELDS IN THE INTERMEDIATE RADIATION ZONE

D. A. Vedenkin, Yu. E. Sedelnikov

Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI,
10, K. Marx Street, Kazan, 420111, Russian Federation
E-mail: denis_ved@mail.ru

Key words: focusing; directive gain; side-lobe level; size of focusing area.

Introduction. Actively developing in recent decades, radio wave and acoustic means of non-destructive testing and wave diagnostics use arrays, composed of radiating elements as antennas. These arrays can be implemented as physical devices or virtual focused systems with the synthetic aperture. The apparent advantage of phased arrays is the opportunity of controlled focusing implementation, which opens up possibilities of spatial three-dimensional scanning without mechanical movement of the antenna. **The aim** of the work is to summarize the results of the analysis of the properties and characteristics of antennas focused in the intermediate zone of radiation. **Results.** Directional emission of electromagnetic energy is implemented by the appropriate selection of the amplitudes and phases of the various radiating parts of the antenna when the in-phase summation of partial fields in the required direction takes place. Similarly, the focusing in the intermediate zone is provided by the organization of the in-phase summation of fields of elementary radiators of the antenna array in the corresponding space point. In the area of the near radiated field, the structure and field properties are considerably different from the case of the far zone: the presence of a substantial field intensity component, perpendicular to the aperture, the complex nature of the spatial distribution of the power flow, the focusing in the direction, parallel to the aperture can be practically at any value of the attenuation coefficient. It should be noted that in some neighborhood of the focusing point, the summation will occur, close to common-mode. It indicates the presence of some spatial focusing domain, having finite sizes. A characteristic feature of focused fields is the relatively weak dependence of the sizes of the focusing domain on the type of the

function of the amplitude distribution of radiating currents in the aperture. In most situations, the maximum values of the side-lobe levels in directions, parallel to the aperture, have smaller values for the antennas with the amplitude distributions, falling down to the edges of apertures. In the direction, perpendicular to the antenna, the pattern is opposite in character.

The work was carried out with financial support from the Ministry of Education and Science of the Russian Federation within a project part of the Government mandate 3.1962.2014/K.

REFERENCES

1. Bimcore R.W. On focusing electromagnetic radiators. *J. Phys.* 1957. Vol. 35. Pp. 1292-1298
2. Bimcore R.W., Hansen R.C. Antenna power densities in the Fresnel region. *Proc. IRE.* 1959. Vol. 47. Pp. 2119-2120.
3. Mizezhnikov G.S., Selsky A. G., Shteinshleiger V. B. O fokusiruyushchikh svoystvakh aperturnoy anteny v pogloshchayushchey srede [On Focusing Properties of an Aperture Antenna in the Absorbing Medium]. *Radiotekhnika i elektronika* [Radio engineering and electronics]. 1985. Vol. 30, № 11. Pp. 2268.
4. Vedenkin D.A., Potapova O.V., Sedelnikov Y.E. Antennas, focused in the near radiated field zone. 9th International Conference an Antenna Theory and Techniques, ICATT, 2013. Pp. 560-565.
5. Antenny, sfokusirovannye v zone blizhnego izluchennogo polya: monografiya [Antennas, Focused in the Zone of a Near Radiated Field: Monograph] / Edited by Yu.E. Sedelnikov and N.A. Testodov; Siberian State Aerospace University. Krasnoyarsk, 2015. 308 p.
6. Vedenkin D.A., Sedelnikov Yu. E. Aktivnye sfokusirovannye antennoye reshetki dlya radiotekhnicheskikh sredstv malorazmernykh letatel'nykh apparatov [Active Focused Antenna Arrays for Radio Aids of Low-Sized Aircraft]. *Fizika volnovykh protsessov i radiotekhnicheskie sistemy* [Physics of wave processes and radio engineering systems]. 2008. Vol. 11. № 4. Pp. 40-46.
7. Vedenkin D.A., Sedelnikov Yu. E. Sfokusi-rovannye anteny v sostave REA perspektivnykh bespilotnykh aviatsionnykh kompleksov [Focused Antennas as a Part of Electronic Radio Equipment of Promising Unmanned Aircraft Complexes]. *Problemy i perspektivy razvitiya naukoemkogo mashinostroeniya Mezhdunarodnaya nauchno-tekhnicheskaya konferentsiya 19-21 noyabrya 2013 g. Kazan* [Problems and Prospects of the Development of Science Intensive Mechanical Engineering. International Scientific and Technical Conference. November 19-21, 2013 – Kazan]: Publishing house of Kazan State Technical University. Pp. 224-225.
8. Yamshchikov V.D., Vedenkin D. A. Sfokusi-rovannye apertury pri trekhmernom raspolozhenii izluchateley [Focused Apertures in Three-Dimensional Arrangement of Radiators]. *Poisk effektivnykh resheniy v protsesse sozdaniya i realizatsii nauchnykh razrabotok v rossiyskoy aviatsionnoy i raketno-kosmicheskoy promyshlennosti: Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [Proceedings: Search for the Efficient Solution in the Process of Creation and Implementation of Scientific Developments in Russian Aircraft and Rocket and Space Industries: International Scientific and Practical Conference]. Kazan: Publishing house of Kazan State Technical University, 2014. Vol. 3. Pp. 443-445.
9. Vedenkin D.A. Sfokusirovannye anteny dlya system radiosvyazi s gruppoy malorazmernykh letatel'nykh apparatov [Focused Antennas for Radio Communication Systems with the Group of Low-Sized Aircraft]. *Fizika volnovykh protsessov i radiotekhnicheskie sistemy* [Physics of wave processes and radio engineering systems]. 2007. Vol.10. № 5. Pp. 36-38.
10. Sedelnikov Yu.E., Vedenkin D. A. Antennoye reshetki, sfokusirovannye po shirokopolosnomu signalu [Antenna Arrays, Focused According to a Broadband Signal]. *Fizika volnovykh protsessov i radiotekhnicheskie sistemy* [Physics of wave processes and radio engineering systems]. 2015. Vol. 18, № 3, Pp. 23-30.
11. Vedenkin D.A., Sedelnikov Yu.E., Potapova O. V. Svoystva sfokusirovannykh anten dlya zadach akusticheskoy ekholokatsionnoy diagnostiki [Properties of Focused Antennas for the Tasks of Acoustic Ultrasonic Diagnostics]. *Nelineyny mir* [Non-linear world]. 2014. Vol. 12. № 10. Pp. 64-68.
12. Vedenkin, D.A., Sedelnikov, Yu.E. Osobennosti postroeniya reshetok izluchateley dlya zadach akusticheskogo nerazrushayushchego kontrolya [Singularities of Radiator Array Design for the Tasks of Acoustic Nondestructive Testing]. *Perspektivy nauki* [Science prospects]. 2013. № 10 (49). Pp. 152-154.
13. Nizamutdinov R.R., Potapova O. V., Sedelnikov Yu. E. Svoystva prostranstvennykh raspredeleniy volnovykh poley lineynykh anten, sfokusirovannykh v zone Frenelya [Properties of Spatial Distribution of Wave Fields of Linear Antennas, Focused in a Fresnel Field]. *Fizika volnovykh protsessov i radiotekhnicheskie sistemy* [Physics of wave processes and radio engineering systems]. 2012. Vol.15. № 4. Pp. 67-73.
14. Vedenkin D.A., Sedelnikov Yu. E. Parametry razrezhennykh sfokusirovannykh antennoye reshetok [Parameters of Rarefield Focused Antenna Arrays]. *Nauka i biznes: puti razvitiya* [Science and business: ways of development]. 2013. № 10 (28). Pp. 56-59.
15. Vedenkin D.A., Sedelnikov Yu. E. Sfokusi-rovannye antennoye reshetki na baze bespilotnykh letatel'nykh apparatov [Focused Antenna Arrays Based

on Pilotless Vehicles]. *Global'nyy nauchnyy potentsial* [Global scientific potential]. 2013. №10 (31). Pp.86-88.

16. Vedenkin D.A., Sedelnikov Yu.E., Nasybullin A.R., Ryabova N.V., Ivanov V.A. Svoystva ob'emnykh sluchaynykh antennoykh reshetok, sfokusirovannykh v zone blizhnego izluchennogo polya [Properties of Volume Random Antenna Arrays, Focused in the Near Radiated Field Zone]. *Sovremennaya nauka: Aktual'nye problem teorii i praktiki. Seriya: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Modern Science: Urgent Problems of Theory and Practice. Series: Natural and Technical Sciences]. 2015. № 12. Pp. 30-34.

17. Sedelnikov Yu.E., Vedenkin D.A., Vasilive S.V. Sistema postanovki pomekh mobil'nym punktom radiosvyazi so sverkhshirokopolosnymi sig-

nalami [System of Radio Jamming by a Mobile Station of Radio Communication with Ultrabroadband Signals]. Patent RF, no U1 113019, 2012.

18. Sedelnikov Yu.E., Vedenkin D.A., Bulatov D.Kh. Ustroystvo dlya imitatsii otrazhennykh signalov radiolokatsionnoy stantsii [Device for the Imitation of Reflected Signals of the Radiolocation Station]. Patent RF, no U1 118073, 2012.

19. Mitrokhin V.N., Mozharov E.O. Sposoby formirovaniya i metody otsenki sfokusirovannogo polya v mikrovolnovoy tekhnike [Ways of Formation and Methods of the Estimation of the Focused Field in Microwave Technique]. *Antenny* [Antennas]. 2015. № 3 (214). Pp. 39-46.

The article was received 22.02.16.

Citation for an article: Vedenkin D. A., Sedelnikov Yu. E. Properties of Focused Wave Fields in the Intermediate Radiation Zone. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 1 (29). Pp. 18-31.

Information about the authors

VEDENKIN Denis Andreevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Radio Photonics and Microwave Technologies, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI. The sphere of scientific interests is microwave technologies in the industry, antenna engineering, focused antenna arrays, nondestructive testing. The author of 60 publications.

SEDELNIKOV Yuri Evgenievich – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Radio-Electronic and Telecommunication Systems, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI. The sphere of scientific interests is microwave technologies in the industry, antenna engineering, focused antenna arrays, nondestructive testing. The author of 130 publications.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 004.93: 004.942

АЛГОРИТМ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ СО СМЕЩЕНИЕМ КОНЦЕПТА

В. И. Волчихин, М. А. Митрохин

Пензенский государственный университет,
Российская Федерация, 440026, Пенза, ул. Красная, 40
E-mail: aius@pnzgu.ru; mmax83@mail.ru

Представлен алгоритм распознавания образов для решения задач, обладающих свойством смещения концепта. Алгоритм позволяет адаптировать решающее правило под текущее состояние концепта для уменьшения количества ошибок распознавания. На модельном примере показана эффективность алгоритма.

Ключевые слова: распознавание образов; решающие правила; смещение концепта.

Список литературы

1. Widmer G., Kubat M. Learning in the presence of concept drift and hidden contexts // Machine Learning. 1996. Vol. 23 (1). Pp. 69-101.
2. Salganicoff M. Explicit Forgetting Algorithms for Memory-Based Learning (Technical Report MSCIS-93-80). Philadelphia, PA: University of Pennsylvania, Department of Computer and Information Science, 1993. 7 p.
3. Widmer G., Kubat M. Effective learning in dynamic environments by explicit context tracking // Proc. 6th European Conf. on Machine Learning ECML-1993. Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science 667, 1993. Pp. 227-243.
4. Klinkenberg R. Learning Drifting Concepts: Example Selection versus Example Weighting // Intelligent Data Analysis. 2004. Vol. 8. Pp. 281-300.
5. Scholz M., Klinkenberg R. Boosting Classifiers for Drifting Concepts, Technical Report // Universität Dortmund, SFB 475 Komplexitätsreduktion in Multivariaten Datenstrukturen. 2006. No. 06. 41 p.
6. Wang H., Fan W., Yu P.S., Han J. Mining concept-drifting data streams using ensemble classifiers // Proc. 9th ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining KDD-2003. ACM Press, 2003. Pp. 226-235.
7. Domingos P., Hulten G. Mining High Speed Data Streams // Proceedings of the 6th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining. 2000. Pp. 71-80.
8. Bezdek James C. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. New York: Plenum Press, 1981. 256 p.
9. Yager R., Filev D. Essentials of Fuzzy Modeling and Control. USA: John Wiley & Sons, 1984. 387 p.
10. Kullback S., Leibler R.A. On information and sufficiency // The Annals of Mathematical Statistics. 1951. Vol. 22, № 1. Pp. 79-86.
11. Захаров С.М., Митрохин М.А., Климов А.Е. Анализ возможности использования методов прогнозирования временных рядов для адаптации решающих правил средств обнаружения систем безопасности объектов // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Технические науки. 2015. № 2. С. 36 – 44.

Статья поступила в редакцию 01.02.16.

Для цитирования: Волчихин В. И., Митрохин М. А. Алгоритм распознавания образов для решения задач со смещением концепта // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 32-39.

Информация об авторах

ВОЛЧИХИН Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, президент Пензенского государственного университета. Область научных интересов – управление техническими и социальными системами, встроенные интеллектуальные системы, обработка сигналов, анализ данных, распознавание образов. Автор 350 публикаций.

МИТРОХИН Максим Александрович – кандидат технических наук, доцент кафедры автономные информационные и управляющие системы, Пензенский государственный университет. Область научных интересов – обработка сигналов, распознавание образов, принятие решений, анализ изображений. Автор 40 публикаций.

UDC 004.93:004.942

PATTERN RECOGNITION ALGORITHM TO SOLVE THE PROBLEMS WITH THE CONCEPT DRIFT

V. I. Volchikhin, M. A. Mitrokhin

Penza State University,

40, Krasnaya Street, Penza, 440026, Russian Federation

E-mail: aius@pnzgu.ru; mmax83@mail.ru

Key words: pattern recognition; decision rules; concept drift.

ABSTRACT

Introduction. At present widely spread modern approaches to pattern recognition assume the invariance of statistical descriptions of classes in time. It allows tuning up parameters of algorithms on training sets. However, in some technical and environmental applications, statistical laws, describing classified data, change over time or under the influence of external factors. Such tasks are called tasks of recognition with a concept drift or with nonstationary general population. The traditional methods of pattern recognition when solving problems with the concept drift don't allow receiving effective decisions as the training set loses representability over time or during the change of operating conditions of the classifying algorithm. The **purpose** of research is algorithm development, which allows adapting the decision rule to current conditions of pattern recognition system operation. **Current state.** Existing approaches to adaptive recognition are based on the retraining of a classifier when the concept state is changed or on the creation of the ensemble of classifiers, adjusted to one of the conditions of the concept. Such approaches demand the existence of marked data for the training of algorithms during operation that is impossible in many tasks. In this case, it is offered to carry out adaptation on the basis of the semi-supervised learning. **Results.** Efficiency of the offered adaptive algorithm is demonstrated by an example in which feature vectors of classes change over time. The received results demonstrate that the adaptive algorithm makes fewer errors when classifying in comparison with a nonadaptive Bayesian classifier. **Conclusion.** The adaptive algorithm, received as a result of the research, can be used for the solution of the problems of pattern recognition with the concept drift.

REFERENCES

1. Widmer G., Kubat M. Learning in the presence of concept drift and hidden contexts. *Machine Learning*. 1996. Vol. 23 (1). Pp. 69-101.
2. Salganicoff M. Explicit Forgetting Algorithms for Memory-Based Learning (Technical Report MSCIS-93-80). Philadelphia, PA: University of Pennsylvania, Department of Computer and Information Science, 1993. 7 p.
3. Widmer G., Kubat M. Effective learning in dynamic environments by explicit context tracking. *Proc. 6th European Conf. on Machine Learning ECML-1993*. Springer-Verlag, Lecture Notes in Computer Science 667, 1993. Pp. 227-243.
4. Klinkenberg R. Learning Drifting Concepts: Example Selection versus Example Weighting. *Intelligent Data Analysis*. 2004. Vol. 8. Pp. 281-300.

5. Scholz M., Klinkenberg R. Boosting Classifiers for Drifting Concepts, Technical Report. *Universität Dortmund, SFB 475 Komplexitätsreduktion in Multivariaten Datenstrukturen*. 2006. No 06. 41 p.
6. Wang H., Fan W., Yu P.S., Han J. Mining concept-drifting data streams using ensemble classifiers. *Proc. 9th ACM SIGKDD Int. Conf. on Knowledge Discovery and Data Mining KDD-2003*. ACM Press, 2003. Pp. 226-235.
7. Domingos P., Hulten G. Mining High Speed Data Streams. *Proceedings of the 6th ACM SIGKDD International Conference on Knowledge Discovery and Data Mining*. 2000. Pp. 71-80.
8. Bezdek James C. Pattern Recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms. New York: PlenumPress, 1981. 256 p.
9. Yager R., Filev D. Essentials of Fuzzy Modeling and Control. USA: John Wiley & Sons, 1984. 387 p.
10. Kullback S., Leibler R.A. On information and sufficiency. *The Annals of Mathematical Statistics*. 1951. Vol. 22, № 1. Pp. 79-86.
11. Zakharov S. M., Mitrokhin M. A., Klimov A. E. Analiz vozmozhnosti ispol'zovaniya metodov prognozirovaniya vremennykh ryadov dlya adaptatsii reshayushchikh pravil sredstv obnaruzheniya sistem bezopasnosti obyektov [Analysis of the Possibility of the Use of Time Series Forecasting Methods for Adaptation of Decision Rules of Object Security Systems Detection Means]. *Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy Povolzhskiy region. Tekhnicheskie nauki* [News of Higher Educational Institutions of the Volga Region. Technical Sciences. 2015. № 2. Pp. 36 – 44.

The article was received 01.02.16.

Citation for an article: Volchikhin V. I., Mitrokhin M. A. Pattern Recognition Algorithm to Solve the Problems with the Concept Drift. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Information Systems*. 2016. No 1 (29). Pp. 32-39.

Information about the authors

VOLCHIKHIN Vladimir Ivanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, President of Penza State University. The sphere of scientific interests is engineering and social systems management, embedded intelligence systems, signal processing, data analysis, pattern recognition. The author of 350 publications.

MITROKHIN Maksim Aleksandrovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Independent Information and Control Systems, Penza State University. The sphere of scientific interests is signal processing, pattern recognition, decision making and image analysis. The author of 40 publications.

УДК 004.75

МОДИФИКАЦИЯ АЛГОРИТМА ТРАНСЛЯЦИИ АДРЕСОВ В КЛАСТЕРНЫХ СИСТЕМАХ НА ОСНОВЕ PCI EXPRESS

А. В. Сухих

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: syhih.andrew@gmail.com

Рассматриваются кластерные системы, основанные на протоколе PCI Express, и возможность повышения их производительности за счёт улучшения характеристик коммутационной структуры. Представлен формализованный алгоритм трансляции адресов в коммутаторе PCI Express, разработан его модифицированный вариант и приведены расчёты, показывающие его эффективность.

Ключевые слова: системы обработки данных; протокол PCI Express; непрозрачный мост; алгоритм трансляции адресов.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ: №16-37-00153.

Список литературы

1. Корняков К.В., Шишков А.В. Технологии построения и использования кластерных систем. Нижний Новгород: НГУ им. Лобачевского, 2007. 98 с.
2. Довгаль В.М., Спирин С.Г. Повышение производительности кластеров рабочих станций с использованием веерного распределения дополнительных заданий на простаивающее оборудование // Ученые записки: электронный научный журнал Курского государственного университета. Курск: КГУ, 2012. № 4 (24). [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://scientific-notes.ru/pdf/028-009.pdf> (дата обращения: 08.10.2015).
3. Воеводин В. В., Воеводин Вл. В. Параллельные вычисления. СПб.: БХВ-Петербург, 2002. 608 с.
4. Воеводин Вл. В. Суперкомпьютеры и парадоксы неэффективности // Открытые системы. 2009. № 10. С. 37–45.
5. Suhiih A.V., Vasjaeva N.S., Ivanov K.V. Increase of productivity of the PCI Express switch for cluster systems // В мире научных открытий. Сер.: Естественные и технические науки. 2014. № 10. С. 248–262.
6. Regula J. Using Non-transparent Bridging in PCI Express Systems. Sunnyvale: PLX Technology Inc., 2004. 31 p.
7. Пат. № 2461055 Российская Федерация МПК G06F13/00. Кластерная система с прямой коммутацией каналов / Б.Н. Четверушкин., Ю.П. Смольянов, А.О. Лацис и др.; заявитель и патентообладатель ФГУП «НИИ «Квант», Институт прикладной математики им. М.В. Келдыша РАН. – № 2011128993/08, заявл. 13.07.2011; опубл. 10.09.2012, Бюл. № 25. 13 с.
8. Patent US8429325 B1. PCI Express switch and method for multi-port non-transparent switching/ Peter Z. Onufryk, Cesar A. Talledo; заявитель и патентообладатель Integrated Device Technology Inc. – опубл. Apr. 23, 2013 г.
9. Сухих А.В., Васяева Н.С. Организация межсистемной связи внутри вычислительного кластера на шине PCI Express // Сборник трудов Всерос. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе». Йошкар-Ола: Изд-во ПГТУ, 2013. Ч.1. С. 167–171.
10. Kwok Kong. Non-transparent Bridging with IDT 89HPES32NT24G2 PCI Express® NTB Switch [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.idt.com/document/apn/724-non-transparent-bridging-idt-pes32nt24g2-pcie-switch> (дата обращения: 27.09.2015).
11. Майоров С.А. Основы теории вычислительных систем. М.: Высшая школа, 1978. 408 с.
12. CPU FLOPS [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://dench.flatlib.jp/opengl/cpuflops> (дата обращения: 01.10.2015).

Статья поступила в редакцию 13.11.15.

Для цитирования: Сухих А. В. Модификация алгоритма трансляции адресов в кластерных системах на основе PCI Express // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 40–54.

Информация об авторе

СУХИХ Андрей Владимирович – аспирант кафедры информационно-вычислительных систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – коммутация на протоколе PCI Express. Автор 13 публикаций.

UDC 004.75

MODIFICATION OF THE ADDRESS TRANSLATION ALGORITHM IN CLUSTER SYSTEMS BASED ON PCI EXPRESS

A. V. Suhih

Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: syhiah.andrew@gmail.com

Key words: data processing systems; PCI Express protocol; non-transparent bridge; address translation algorithm.

ABSTRACT

Conclusion. Nowadays in the field of high-performance computing and big data, there is a situation, when a group of calculators, operating in parallel, doesn't satisfy all requirements. For this reason in the forefront in modern clusters there is improvement of the performance of switching environment, which is responsible for the data interchange between data processing nodes. To solve this problem, special hardware structures and data communications protocols, which form the basis of such standards as InfiniBand or Fibre Channel have been developed. Along with them, the popular decision for calculators clustering is the PCI Express (PCIe) protocol. The **purpose** of this work is the improvement of the efficiency (speed) of address translation in non-transparent bridges of the PCI Express switch, connecting different address domains. The information interchange between nodes of different address domains is possible due to the use of the address translation mechanism. Address translation is executed according to special algorithms, which delay passing the package via the switching system. Therefore the modification of existing translation algorithms will allow decreasing these expenses and improving the overall performance of all cluster system. Currently, the existing algorithm of address translation (basic algorithm) supposes the use of special «Index» field in the PCI Express package. By this value there is a search of translated addresses in registers. There is no this field in a classical format of the PCI Express package, which is described in «PCI Express Base 3.0 Specification». Consequently, to use this field, the change in the transfer protocol PCI Express is required, that complicates the implementation of the address translation method and adds additional features to the terminal PCI Express unit. **Practical significance.** This offered method allows rejecting the special «Index» field and thus getting rid of the necessity for PCI Express protocol alteration. Since translated and native addresses are uniquely compared, it is reasonable not to search in the translation table by the artificially entered field «Index», but to determine the appropriate translated address (modified algorithm) by high order bits of the native address. **Conclusion.** Calculations of algorithmic complexity, i.e. the complexity of basic algorithm and modified algorithms were performed. The calculations were carried out by Markov's method, taking into account the fact, that the calculation process is the Markov process. As a result, the calculations indicate the invariance of average, minimum and maximum operation laboriousness of basic address translation. The gain with the invariant complexity of the algorithm is achieved due to the fact, that there is no need to enter the "Index" field in the PCI Express protocol. Thus there are no changes in the protocol and computational efforts, related to sender address field formation are reduced.

The work was carried out with grant support from RFBR: №16-37-00153.

REFERENCES

1. Korniyakov K.V., Shishkov A.V. *Tekhnologii postroeniya i ispol'zovaniya klasternykh sistem* [Technologies of Construction and Use of Cluster Systems]. Nizhny Novgorod: Lobachevsky University, 2007. 98 p.
2. Dovgal V.M., Spirin S.G. *Povyshenie proizvoditel'nosti klasterov raboichikh stantsiy s ispol'zovaniem veernogo raspredeleniya dopolnitel'nykh zadaniy na prostavayushchee oborudovanie* [Improvement of Workstation Cluster Productivity Using the Fan Distribution of Additional Assignment for Idle Equip-

ment]. *Uchenye zapiski: elektronnyy nauchnyy zhurnal Kurskogo gosudarstvennogo universiteta* [Proceedings: Electronic Scientific Journal of Kursk State University]. Kursk: KSU, 2012. № 4 (24). [Electronic resource]. Access mode: <http://scientific-notes.ru/pdf/028-009.pdf> (date of reference: 08.10.2015).

3. Voevodin V. V., Voevodin V. V. *Parallel'nye vychisleniya* [Parallel Computing]. Saint Petersburg: BHV-Peterburg, 2002. 608 p.

4. Voevodin V. V. Superkomp'yutery i paradoksy neeffektivnosti [Supercomputers and Paradoxes of Inefficiency]. *Otkrytye sistemy* [Open Systems]. 2009. № 10. Pp. 37–45.

5. Suhii A.V., Vasyaeva N.S., Ivanov K.V. Increase of productivity of the PCI Express switch for cluster systems. *V mire nauchnykh otkrytiy. Ser.: Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [In the World of Scientific Discoveries. Ser. Natural and Technical Sciences]. 2014. № 10. Pp. 248–262.

6. Regula J. Using Non-transparent Bridging in PCI Express Systems. Sunnyvale: PLX Technology Inc., 2004. 31 p.

7. Chetverushkin B. N., Smolyanov Yu. P., Latsis A. O., et al. Klasternaya sistema s pryamoj kommutatsiej kanalov [Cluster System with Direct Circuit Switching]. Patent RF, no 2461055, 2012.

8. Peter Z. Onufryk, Cesar A. Talledo. PCI Express switch and method for multi-port non-transparent switching. Patent US8429325 B1, 2013.

9. Suhii A.V., Vasyaeva N.S. Organizatsiya mezh sistemnoy svyazi vnutri vychislitel'nogo klastera na shine PCI Express [Organization of Intersystem Communication within a Computer Cluster on the PCI Express Bus]. *Sbornik trudov vseros. nauch.-prakt. konf. – «Informatsionnye tekhnologii v professional'noy deyatel'nosti i nauchnoy rabote* [Proceedings of All-Russian Scientific and Practical Conference – «Information Technologies in Professional Activity and Research Work»]. Yoshkar-Ola: Publishing house of Volga State University of Technology, 2013.: CH.1. Pp. 167–171.

10. Kwok Kong. Non-transparent Bridging with IDT 89HPES32NT24G2 PCI Express® NTB Switch [Digital resource]. Access: <https://www.idt.com/document/apn/724-non-transparent-bridging-idt-pes32nt24g2-pcie-switch> (data of reference: 27.09.2015).

11. Maiorov S.A. *Osnovy teorii vychislitel'nykh system* [Fundamentals of Computer Systems]. Moscow: Higher school, 1978. 408 p.

12. CPU FLOPS [Digital resource]. Access: <http://dench.flatlib.jp/opengl/cpuflops> (data of reference: 01.10.2015).

The article was received 13.11.15.

Citation for an article: Suhii A. V. Modification of the Address Translation Algorithm in Cluster Systems Based on PCI Express. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 1 (29). Pp. 40–54.

Information about the author

SYKHIKH Andrey Vladimirovich – a postgraduate student of Information Science and Computer Engineering Chair, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests – PCI Express switching. The author of 13 publications.

УДК 004.415.2.031.43

СОЗДАНИЕ МАСШТАБИРУЕМЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ОБЪЁМОВ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ MongoDB

А. Р. Федоров, К. С. Васильчук, А. В. Дорофеев

Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники»,
Российская Федерация, 124498, Москва, Зеленоград, пл. Шокина, 1
E-mail: afl23@yandex.ru; vasilchukkseniia@hotmail.com

Проведён анализ целесообразности использования NoSQL базы данных для хранения и эффективной обработки данных из социальных сетей. Создана экспериментальная платформа, состоящая из программного модуля для извлечения, трансляции и записи данных в систему управления базы данных (далее СУБД) MongoDB и модуля чтения и анализа производительности, способного выполнять одиночные и параллельные запросы на чтение данных с учётом времени выполнения запросов.

Ключевые слова: база данных; NoSQL; СУБД MongoDB; документоориентированные СУБД; кластеризация базы данных; горизонтальное расширение архитектуры; вертикальное расширение архитектуры; облачные технологии; нереляционные базы данных.

Список литературы

1. Гагарина Л. Г., Румянцев Е. Л., Ен Тве. Характеристики распределенных систем и их классификация // Оборонный комплекс – научно-техническому прогрессу России (ОКНТПР). 2007. № 4. С. 34-36.
2. Официальный сайт MySQL. URL: <http://www.mysql.it/why-mysql/benchmarks/> (дата обращения: 30.11.2015).
3. Charles A. Bell Expert MySQL. Apress, 2007. 600 с.
4. Khaled Yagoub. Prabhaker Gongloor SQL Performance Analyzer // An Oracle White Paper. 2007. 20 с.
5. Официальный сайт MongoDB URL: <https://www.mongodb.org/> (дата обращения: 30.11.2015).
6. Method of calculating the scores of the DB-Engines Ranking // DB-Engines URL: http://db-engines.com/en/ranking_definition (дата обращения: 30.11.2015).
7. Гагарина Л.Г. Исследование алгоритмических компонентов механизма контроля насыщения сети для модификации сетевых протоколов передачи информации // Естественные и технические науки. 2012. № 6. С. 422-424.
8. George Danezis, David Martin (Eds.) Privacy Enhancing Technologies. Berlin: Springer, 2006. 15 с.
9. Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML) Information technology: ISO/IEC 19505-1:2012
10. Kyle Banker MongoDB in Action. Greenwich, CT, USA: Manning Publications, 2011. 312 с.
11. Benchmarking Top NoSQL Databases // END POINT URL: http://www.datastax.com/wp-content/themes/datastax-2014-08/files/NoSQL_Benchmarks_EndPoint.pdf (дата обращения: 30.11.2015).
12. Типы инстансов Amazon EC2 // Amazon Web Service URL: <https://aws.amazon.com/ru/ec2/instance-types/> (дата обращения: 30.11.2015).
13. Java SE – Documentation // Oracle URL: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/documentation/index.html> (дата обращения: 28.11.2015).
14. Yahoo! Cloud System Benchmark (YCSB) // GitHub URL: <https://github.com/joshwilliams/YCSB> (дата обращения: 26.11.2015).
15. Solid State Drive vs. Hard Disk Drive Price and Performance Study // Dell URL: http://www.dell.com/downloads/global/products/pvaul/en/ssd_vs_hdd_price_and_performance_study.pdf (дата обращения: 26.11.2015).
16. Кононова А. И., Переверзев А. Л. Основы системного анализа // МИЭТ. 2012. № 4. С. 140.

Статья поступила в редакцию 21.01.16.

Для цитирования: Федоров А. Р., Васильчук К. С., Дорофеев А. В. Создание масштабируемых средств для решения задач анализа больших объёмов данных на основе системы управления базы данных MongoDB // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 55-63.

Информация об авторах

ФЕДОРОВ Алексей Роальдович – кандидат технических наук, доцент кафедры информатики и программного обеспечения вычислительных систем, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники». Область научных интересов – теория систем, обучающие системы, экспертные системы, теория нечётких множеств, нейронные сети, распознавание образов и обработка изображений, 3D рендеринг. Автор 40 публикаций.

ВАСИЛЬЧУК Ксения Степановна – бакалавр кафедры информатики и программного обеспечения вычислительных систем, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники». Область научных интересов – технологии программирования, программная инженерия, виртуализация информационных сервисов. Автор четырёх публикаций, имеет свидетельство на изобретение, один патент.

ДОРОФЕЕВ Андрей Валерьевич – бакалавр кафедры информатики и программного обеспечения вычислительных систем, Национальный исследовательский университет «Московский институт электронной техники». Область научных интересов – разработка архитектур вычислительных систем, обработка и управление данными в облаке, анализ данных в распределённых системах.

UDC 004.415.2.031.43

CREATION OF SCALABLE TOOLS FOR THE SOLUTION OF THE PROBLEMS OF THE ANALYSIS OF LARGE VOLUMES OF DATA BASED ON DBMS MongoDB

A. R. Fedorov, K. S. Vasilchuk, A. V. Dorofeev

National Research University of Electronic Technology (MIET),
1, Shokin Square, Zelenograd, Moscow, 124498, Russian Federation,
E-mail: afl23@yandex.ru; vasilchukkseniiia@hotmail.com

Key words: database; NoSQL; DBMS MongoDB; document-oriented database; clustering of database; horizontal extension of architecture; vertical extension of architecture; cloud technologies; nonrelational databases.

ABSTRACT

Introduction. Modern technologies allowed moving from a descriptive analysis of the results, received for a certain period of time, to predictive data processing technologies, which allow us to offer sound recommendations for the future. The use of relational databases in order to solve the problems of big data storage becomes problematic because their advantage is the availability of data integrity maintenance procedures, which require additional time resources, complicating the use in real-time systems. The **aim** of the research is to improve the efficiency of information indexing, maintaining its actuality and availability for intensive parallel access in real-time systems by using adaptive algorithms in the conditions of a large number of accumulated and processed data. **Methods:** the methodological basis of the work is the examination, measurement, comparison and experiment. **Results.** The study of the storage means of large volumes of information, such as DBMS MongoDB, for which there has been the research on the possibility of extending the architecture and analyzing its influence on the speed of system operation, was carried out. The study showed that the relational databases are not intended for the solution of data processing problems in real time, as the storage and processing of additional information about the data structure require additional time resources. To solve this problem, the use of nonrelational databases with prospects for horizontal scaling was proposed. The data on the effectiveness of distributed system operation in a variety of conditions and configurations were systematized, as well as the comparative analysis between relational and nonrelational solutions was presented. The comparison shows that the increase in the number of nonrelational database nodes can increase the speed of performed operations. Thus depending on the types of operations, the optimal number of nodes is different, which makes the selection of a universal configuration difficult, in conditions when resources are limited. **Practical significance.** The presented study provides an opportunity to assess the applicability of the document-oriented DBMS for storing large volumes of data. It allows creating the optimal configurations of computer systems with scaling possibility, which can be used to solve business problems.

REFERENCES

1. Gagarina L. G., Rumyantseva E. L., En Tve Kharakteristiki raspredelennykh sistem i ikh klassifikatsiya [Characteristics of Distributed Systems and their Classification]. *Oboronnyy kompleks – nauchno-tekhnicheskomu progressu Rossii* (OKNTPR) [Defensive Complex for Scientific-Technical Progress of Russia]. 2007. № 4. Pp. 34-36.
2. Official site MySQL URL: <http://www.mysql.it/why-mysql/benchmarks/> (date of reference: 30.11.2015).
3. Charles A. Bell Expert MySQL. Apress, 2007. 600 p.
4. Khaled Yagoub, Prabhaker Gongloor SQL Performance Analyzer. An Oracle White Paper. 2007. 20 p.
5. Official site MongoDB URL: <https://www.mongodb.org/> (date of reference: 30.11.2015).
6. Method of calculating the scores of the DB-Engines Ranking. DB-Engines URL: http://db-engines.com/en/ranking_definition (date of reference: 30.11.2015).
7. Gagarina L.G. Issledovanie algoritmicheskikh komponentov mekhanizma kontrolya nasyshcheniya seti dlya modifikatsii setevykh protokolov peredachi informatsii [Investigation of Algorithmic Components of Network Saturation Control Mechanism for the Modification of Network Protocols of Information Transfer]. *Estestvennye i tekhnicheskie nauki* [Natural and technical sciences]. 2012. № 6. Pp. 422-424.
8. George Danezis, David Martin (Eds.) Privacy Enhancing Technologies. Berlin: Springer, 2006. 15 p.
9. Object Management Group Unified Modeling Language (OMG UML) Information technology: ISO/IEC 19505-1:2012
10. Kyle Banker MongoDB in Action. Greenwich, CT, USA: Manning Publications, 2011. 312 p.
11. Benchmarking Top NoSQL Databases. END POINT URL: http://www.datastax.com/wp-content/themes/datastax-2014-08/files/NoSQL_Benchmarks_EndPoint.pdf (date of reference: 30.11.2015).
12. Instance types Amazon EC2. Amazon Web Service URL: <https://aws.amazon.com/ru/ec2/instance-types/> (date of reference: 30.11.2015).
13. Java SE – Documentation. Oracle URL: <http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/documentation/index.html> (date of reference: 28.11.2015).
14. Yahoo! Cloud System Benchmark (YCSB) // GitHub URL: <https://github.com/joshwilliams/YCSB> (date of reference: 26.11.2015).
15. Solid State Drive vs. Hard Disk Drive Price and Performance Study. Dell URL: http://www.dell.com/downloads/global/products/pvaul/en/ssd_vs_hdd_price_and_performance_study.pdf (date of reference: 26.11.2015).
16. Kononova A. I., Pereverzev A. L. Osnovy sistemnogo analiza [Basics of System Analysis]. MI-JeT. 2012. № 4. Pp. 140.

The article was received 21.01.16.

Citation for an article: Fedorov A. R., Vasilchuk K. S., Dorofeev A. V. Creation of Scalable Tools for the Solution of the Problems of the Analysis of Large Volumes of Data Based on DBMS MongoDB. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2016. No 1 (29). Pp. 55-63.

Information about the authors

FEDOROV Aleksey Roaldovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Informatics and the Software of Computer Systems, National Research University of Moscow Institute of Electronic Technology. The sphere of scientific interests is system theory, instruction systems, expert systems, fuzzy-set theory, neural networks, pattern recognition and image processing, 3D rendering. The author of 40 publications.

VASILCHUK Kseniya Stepanovna – a student of the Chair of Informatics and the Software of Computer Systems, National Research University of Moscow Institute of Electronic Technology. The author of 4 publications, 1 certificate of invention, 1 patent. The sphere of scientific interests is programming technologies, software engineering, virtualization of information services.

DOROFEEV Andrey Valerievich – a student of the Chair of Informatics and the Software of Computer Systems, National Research University of Moscow Institute of Electronic Technology. The sphere of scientific interests is the development of computer system architectures, processing and control of data in a cloud, data analysis in distributed systems.

ЭЛЕКТРОНИКА

УДК: 535.41

ФИЗИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСИТОННОГО ПРИБОРОСТРОЕНИЯ НА ОСНОВЕ ФОТОННОГО ЭХА

И. И. Попов, Н. С. Вашури, А. У. Баходуров

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

Исследуется возможность возбуждения при комнатной температуре фемтосекундных сигналов фотонного эха на суперпозиционных экситонных состояниях, локализованных на поверхностных дефектах тонких поликристаллических плёнок. Предлагаются методы применения фотонного эха для исследования параметров этих плёнок. Сообщается об обнаружении и исследовании в этих плёнках эффекта нефарадеевского поворота вектора линейной поляризации стимулированного фотонного эха и о его применении для создания новых приборов.

Ключевые слова: фемтосекундное фотонное эхо; магнетронное распыление; тонкие поликристаллические плёнки; поверхностные дефекты кристаллической решётки полупроводниковых плёнок; суперпозиционные экситонные состояния; характерные времена релаксации нестационарных (суперпозиционных) экситонных состояний; оптическая обработка информации; нефарадеевский поворот вектора линейной поляризации фотонного эха; приборы на экситонных состояниях.

Список литературы

1. Langer L., Poltavtsev S. V., Yugova I. A. et al. Access to long-term optical memories using photon echoes retrieved from semiconductor // *Nature Photonics*. 2014. № 8. Pp. 851–857.
2. Белявский В. И. Экситоны в низкоразмерных системах // *Соросовский образовательный журнал*. 1997. № 5. С. 93–99.
3. Гросс Е. Ф. Экситон и его движение в кристаллической решетке // *Успехи физических наук*. 1962. № 76. С. 433–466.
4. Раиба Э.И. Предсказание экситонов // *Успехи физических наук*. 1984. Т. 144. Вып. 2. С. 347–357.
5. Днепровский В. С., Жуков Е. А., Муляров Е. А., Тиходеев С. Г. Линейное и нелинейное поглощение экситонов в полупроводниковых квантовых нитях, кристаллизованных в диэлектрической матрице // *Журнал экспериментальной и теоретической физики*. 1998. Т. 113. № 2(8). С. 700–710.
6. Andreakou P., Poltavtsev S. V., Leonard J. R. et al. Optically controlled excitonic transistor // *Appl. Phys. Lett.* 2014. № 104. Pp. 091101.
7. Kuznetsova Y. Y., Remeika M., High A. A. et al. All-optical excitonic transistor // *Optics Letters*. 2010. Vol. 35, Iss. 10. Pp. 1587–1589.
8. Лозовик Ю.Е. Управление бозе-конденсатом экситонов и фононный лазер // *Успехи физических наук*. 2001. № 171. С. 1373–1376;
9. Вольян О.Д., Обод Ю.А., Яковлев П.П. Получение оптических пленок оксида цинка магнетронным распылением на постоянном и переменном токе // *Прикладная физика*. 2010. № 3. С. 42–30.
10. Белянин А. Ф., Самойлович М. И. Наноматериалы. IV. Тонкие пленки как наноструктурированные системы. М.: ЦНИТИ «Техномаш», 2008. 256 с.
11. Мороз А.В., Вашури Н.С., Попов И.И. и др. Фотонное эхо и зондовая микроскопия как методы исследования тонких пленок для микроэлектронных датчиков // *Вестник Поволжского государственного технологического университета*. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2012. № 2. С. 64–72.
12. Popov I. I., Vashurin N. S., Putilin S. E. et al. Investigation of Relaxation in Quantum Dot Ensembles in Thin Semiconductor Films by Photon-Echo Tech-

nique // Physics of Wave Phenomena. 2015. Vol. 23, Iss. 2. Pp. 101-104.

13. *Jarasiunas K., Vaitkus J.* Investigation of non-equilibrium processes in semiconductors by the method of transient holograms // Physics of the Solid State (a). 1977. Vol. 44, № 2. Pp. 793-800.

14. *Бонч-Бруевич А.М., Ходовой В.А.* Многофотонные процессы // Успехи физических наук. 1965. Т. 85. Вып. 1. С. 5-64.

15. *Popov I. I., Vashurin N. S., Putilin S. E. et al.* Photon Echoes in Single and Trilayer Semiconductor Films of Different Nanosized Thicknesses and Their Properties // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics. 2014. Vol. 78. No. 2. Pp. 152-155.

16. *Popov I.I., Vashurin N.S., Putilin S.E. et al.* Photon Echoes in Molecular Iodine Vapors and Nanofilms as a Method of Optical Data Processing // Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics. 2012. Vol. 76, No. 3. Pp. 279-282.

17. *Попов И.И., Вашурин Н. С., Путилин С.Э. и др.* Обнаружение эффекта нефарадеевского поворота вектора поляризации стимулированного фотонного эха, возбуждаемого на трионных состояниях // Материалы Десятой международной научной школы «Наука и инновации-2015» ISS «SI-2015». Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2015. С. 58-61.

18. *Bikbov I.S., Popov I.I., Samartsev V.V., Yevseyev I.V.* Polarization Properties of Photon Echoes in Molecular Iodine and its Application // Laser physics. 1995. Vol.5, №. 3. Pp. 580-583.

19. *Allenic A., Guo W., Chen Y. et. al.* Amphoteric Phosphorus Doping for Stable p-Type ZnO // Adv. Mater. 2007. № 19. Pp. 3333-3337.

20. *Kruger F. A.* The Chemistry of Imperfect Crystals; 2nd Edition. North Holland, Amsterdam, 1974. 73 p.

21. *Capozzi V., Staehli J.* Spontaneous and optically amplified luminescence from exciton-exciton collisions in GaSe at liquid-He temperature // Phys. Rev. B. 1983. Vol. 28. Pp. 4461-4467.

22. *Гольман Е.К., Плоткин Д.А., Разумов С.В., Тумарки А.В.* Получение толстых пленок $\text{YBa}_2\text{Cu}_3\text{O}_{7-\delta}$ на сапфире с подслоем оксида цезия // Журнал технической физики. 1999. Т. 69. Вып. 9. С. 132-136.

23. *Попов И.И., Вашурин Н.С., Путилин С.Э.* Нефарадеевский поворот вектора поляризации стимулированного фотонного эха в тонкой поликристаллической пленке ZnO/Si(P)/Si(B) // Ученые записки физического факультета Московского университета. 2015. № 4. С. 154338.

24. *Baeg T., Abella I.D.* Polarization rotation of photon echoes in cesium vapor in a magnetic field // Phys. Rev. A. 1977. № 16. Pp. 2093-2100.

25. *Попов И.И., Бикбов И.С., Евсеев И.В., Самарцев В.В.* Наблюдение поворота вектора поляризации светового (фотонного) эха в молекулярном газе // Журнал прикладной спектроскопии. 1990. Т. 52. № 5. С. 794-798.

26. *Евсеев И.В., Ермаченко В.М., Решетов В.А.* Стимулированное фотонное эхо в газе при наличии магнитного поля // Оптика и спектроскопия. 1982. Т. 52, № 3. С. 444-449.

Статья поступила в редакцию 09.02.16.

Для цитирования: Попов И. И., Вашурин Н. С., Баходуров А. У. Физические основы экситонного приборостроения на основе фотонного эха // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 64-75.

Информация об авторах

ПОПОВ Иван Иванович – доктор физико-математических наук, профессор кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – оптические исследования взаимодействия света с веществом. Автор 200 публикаций.

ВАШУРИН Никита Сергеевич – аспирант кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – нелинейная оптика, когерентное взаимодействие. Автор 35 публикаций.

БАХОДУРОВ Амирхон Усмонович – магистрант радиотехнического факультета, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – диэлектрическая спектроскопия, полярные вещества. Автор трёх публикаций.

UDC 535.41

**PHYSICAL BASES OF EXCITONIC INSTRUMENT MAKING
BASED ON PHOTON ECHO****I. I. Popov, N. S. Vashurin, A. U. Bahodurov**Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: popov@volgatech.net

Key words: femtosecond photon echo; magnetron sputtering; polycrystalline thin films; surface defects of the crystal lattice of semiconductor films; superposition exciton states; relaxation time scale of nonstationary (superposition) exciton states; optical information processing; non-Faraday vector rotation of linear polarization of photon echo; devices on exciton states.

ABSTRACT

Introduction. A minimum possible quantity of defects of the crystal lattice of thin films is one of the basic conditions for instrument making on exciton states. Long-life optical memory in thin films on the basis of photon echo was received only at a helium temperature and with the speed of the presented device operation in a nanosecond time span. Receiving the possibility of work on the basis of photon echo with the information in a nanosecond time span and at the room temperature in films, obtained by the magnetron sputtering method, is the urgent problem of modern scientific research. The objectives are the detection of femtosecond signals of photon echo at the room temperature in thin polycrystalline films, received by the magnetron sputtering method and the development of photon echo application methods for the estimation of parameters and characteristics of films and optical information processing on superposition exciton states. **Conclusion.** Obtained at the room temperature, experimental results, concerning the detection of femtosecond signals of photon echo, formed on superposition exciton states, localized on surface defects of the crystal lattice in polycrystalline thin films, which thickness is less, than the length of exciting laser radiation have been received. By measuring the time of irreversible transverse T_2 relaxation, the possibility of the estimation of the effective thickness and film parameters is shown, including the presence of surface defects, sufficient for the formation of photon echo signals in the investigated film. The received information about the irreversible longitudinal T_1 relaxation showed the time, when recording and processing of information, contained in the exciting sequence of laser pulses is possible. The effect of the nonFaraday vector rotation of stimulated photon echo polarization in an exciton gas in thin polycrystalline films was detected and investigated. The **practical significance** consists in the formation of scientific basis for a new field of engineering – exciton instrument making on the basis of photon echo.

REFERENCES

1. Langer L., Poltavtsev S. V., Yugova I. A. et al. Access to long-term optical memories using photon echoes retrieved from semiconductor. *Nature Photonics*. 2014. № 8. Pp. 851–857.
2. Belyavsky V. I. Eksitony v nizkorazmernykh sistemakh [Excitons in Low-Dimensional Systems]. *Sorosovskiy obrazovatel'nyy zhurnal* [Soros educational journal]. 1997. № 5. Pp. 93–99.
3. Gross, E. F. Eksiton i ego dvizhenie v kristallicheskoj reshetke [Exciton and its Motion in the Crystal Lattice]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Success of physical sciences]. 1962. № 76. Pp. 433–466.
4. Rashba E.I. Predskazanie eksitonov [Exciton Prediction]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Success of physical sciences]. 1984. Vol. 144, Iss. 2. Pp. 347–357.
5. Dneprovsky V. S., Zhukov E. A., Mulyarov E. A., Tihodeev S. G. Lineinoe i nelineinoe pogloshchenie eksitonov v poluprovodnikovykh kvan-
tovykh nityakh, kristallizovannykh v dielektricheskoy matritse [Linear and Nonlinear Absorption of Excitons in Semiconductor Quantum Wires, Crystallized in a Dielectric Matrix]. *Zhurnal eksperimental'noy i teoreticheskoy fiziki* [Journal of experimental and theoretical physics]. 1998. Vol. 113, № 2(8). Pp. 700–710.
6. Andreakou P., Poltavtsev S. V., Leonard J. R. et al. Optically controlled excitonic transistor. *Appl. Phys. Lett.* 2014. № 104. Pp. 091101.
7. Kuznetsova Y. Y., Remeika M., High A. A. et al. All-optical excitonic transistor. *Optics Letters*. 2010. Vol. 35, Iss. 10. Pp. 1587–1589.
8. Lozovik Yu.E. Upravlenie boze-kondensatom eksitonov i fotonnyy lazer [Control of Bose Condensate of Excitons and Photon Laser]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Success of physical sciences]. 2001. № 171. Pp. 1373–1376.

9. Volpyan O.D., Obod Yu.A., Yakovlev P.P. Poluchenie opticheskikh plenok oksida tsinka magnetronnym raspyleniem na postoyannom i peremennom toke [Production of Optical Films of Zinc Oxide by Magnetron Sputtering on Direct and Alternating Current]. *Prikladnaya fizika* [Applied Physics]. 2010. № 3. Pp. 42-30.
10. Belyanin A. F., Samoilovich M. I. Nanomaterialy. IV. Tonkie plenki kak nanostrukturirovannye sistemy [Nanomaterials. IV. Thin Films as Nanostructured Systems]. Moscow: Central Scientific-Research Technological Institute «Technomash». 2008. 256 p.
11. Moroz A.V., Vashurin N.S., Popov I.I. et al. Fotonnnoe ekho i zondovaya mikroskopiya kak metody issledovaniya tonkikh plenok dlya mikroelektronnykh datchikov [Photon Echo and Probe Microscopy as Methods of the Study of Thin Films for Microelectronic Sensors]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radio-tekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Series: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2012. № 2. Pp. 64-72.
12. Popov I. I., Vashurin N. S., Putilin S. E. et al. Investigation of Relaxation in Quantum Dot Ensembles in Thin Semiconductor Films by Photon-Echo Technique. *Physics of Wave Phenomena*. 2015. Vol. 23, Iss. 2. Pp. 101-104.
13. Jarasunas K., Vaitkus J. Investigation of non-equilibrium processes in semiconductors by the method of transient holograms. *Physics of the Solid State (a)*. 1977. Vol. 44, № 2. Pp. 793-800.
14. Bonch-Bruevich A.M., Hodovoy V.A. Mnogofotonnye protsessy [Multiphoton Processes]. *Uspekhi fizicheskikh nauk* [Success of physical sciences]. 1965. Vol. 85, Iss. 1. Pp. 5-64.
15. Popov I. I., Vashurin N. S., Putilin S. E. et al. Photon Echoes in Single and Trilayer Semiconductor Films of Different Nanosized Thicknesses and Their Properties. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics*. 2014. Vol. 78, No 2. Pp. 152–155.
16. Popov I.I. , Vashurin N.S., Putilin S.E. et al. Photon Echoes in Molecular Iodine Vapors and Nanofilms as a Method of Optical Data Processing. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences. Physics*. 2012. Vol. 76, No 3. Pp. 279-282.
17. Popov I.I., Vashurin N. S., Putilin S.E. et al. Obnaruzhenie effekta nefaradeevskogo povorota vektora polarizatsii stimulirovannogo fotonnogo ekha vobuzhdaemogo na trionnykh sostoyaniyakh [Detection of the Effect of NonFaraday Vector Rotation of the Polarization of the Stimulated Photon Echo, Excited on Trion States]. *Materialy Desyatoy mezhdunarodnoy nauchnoy shkoly «Nauka i innovatsii-2015» ISS «SI-2015»* [Proceedings of the Tenth International Scientific School «Science and Innovations- 2015» ISS «SI-2015»]. Yoshkar-Ola: Volga State University of Technology. 2015. Pp. 58-61.
18. Bikbov I.S., Popov I.I., Samartsev V.V., Yevseyev I.V. Polarization Properties of Photon Echoes in Molecular Iodine and its Application. *Laser physics*. 1995. Vol.5, № 3. Pp. 580-583.
19. Allenic A., Guo W., Chen Y. et. al. Amphoteric Phosphorus Doping for Stable p-Type ZnO. *Adv. Mater.* 2007. № 19. Pp. 3333–3337.
20. Kruger F. A. The Chemistry of Imperfect Crystals. 2nd Edition. North Holland, Amsterdam, 1974. 73 p.
21. Capozzi V., Staehli J. Spontaneous and optically amplified luminescence from excitonexciton collisions in GaSe at liquid-He temperature. *Phys. Rev. B*. 1983. Vol. 28. Pp. 4461-4467.
22. Golman E.K., Plotkin D.A., Razumov S.V., Tumarki A.V. Poluchenie tolstykh plenok YBa₂Cu₃O_{7-δ} na sapfire s podsloem oksida tseziya [Production of Thick YBa₂Cu₃O_{7-δ} Films on a Sapphire with the Sublayer of Cerium Oxide]. *Zhurnal tekhnicheskoy fiziki* [Journal of technical Physics]. 1999. Vol. 69, Iss. 9. Pp. 132-136.
23. Popov I.I., Vashurin N.S., Putilin S.E. Nefaradeevskiy povорот vektora polarizatsii stimulirovannogo fotonnogo ekha v tonkoy polikristallicheskoy plenke ZnO/Si(P)/Si(B) [NonFaraday Vector Rotation of the Polarization of the Stimulated Photon Echo in Thin Polycrystalline Films ZnO/Si(P)/Si(B)]. *Uchenye zapiski fizicheskogo fakul'teta Moskovskogo universiteta* [Proceedings of the Physics Department of Moscow University]. 2015. № 4. Pp. 154338.
24. Baer T., Abella I.D. Polarization rotation of photon echoes in cesium vapor in a magnetic field. *Phys. Rev. A*. 1977. № 16. Pp. 2093-2100.
25. Popov I.I., Bikbov I.S., Evseev I.V., Samartsev V.V. Nablyudenie povorota vektora polarizatsii svetovogo (fotonnogo) ekha v molekulyarnom gaze [Observation of Vector Rotation of the Polarization of Light (Photon) Echo in a Molecular Gas]. *Zhurnal prikladnoy spektroskopii* [Journal of applied spectroscopy]. 1990. Vol.52. № 5. Pp. 794-798.
26. Evseev I.V., Ermachenko V.M., Reshetov V.A. Stimulirovannoe fotonnoe ekho v gaze pri naliichii magnitnogo polya [Stimulated Photon Echo in a Gas in the Presence of a Magnetic Field]. *Optika i spektroskopiya* [Optics and spectroscopy]. 1982. Vol.52. № 3. Pp. 444-449.

Citation for an article: Popov I. I., Vashurin N.S., Bahodurov A.U. Physical Bases of Excitonic Instrument Making Based on Photon Echo. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems. 2016. No 1 (29). Pp. 64-75.

Information about the authors

POPOV Ivan Ivanovich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor of the Chair of Radio Equipment Engineering and Production, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is optical studies of the interaction of light and a substance. The author of 200 publications.

VASHURIN Nikita Sergeevich – a postgraduate student of the Chair of Radio Equipment Engineering and Production, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is nonlinear optics, coherent interaction. The author of 35 publications.

BAHODUROV Amirhon Usmonovich – a student of Radio Engineering Faculty, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is dielectric spectroscopy, polar substances. The author of 3 publications.

UDC 621.3

CONTROLLED PASSIVE PUMPING OF THE STATIC ELECTRICITY IN PETROLEUM INDUSTRY

Mičo Gaćanović

University of Banja Luka,
Bulevar vojvode Petra Bojovica 1A, 78000, Banja Luka, Republic of Srpska, Bosnia and Herzegovina
E-mail: bilchy@blic.net

Key words: *passive electrical circuit; controlled pumping of static electricity; parametric amplifier; metallic tank; elimination of static electricity.*

The problem of charge elimination of static electricity in the technological process of pouring oil and petroleum products is a safety dangerous and serious technical problem that in the present state of technique is solved by direct grounding of the tank or reservoir metallic wall. Due to the presence of high concentrations of explosive and flammable vapours in the air area, we were aware that the only possible way was passive controlled pumping of electrostatic charge - elimination of static electricity. In this paper, the working principle of the simplest passive electrical circuit for the controlled pumping of static electricity is explained, as our research proposal. The quality of controlled pumping of static electricity by the method of passive electrical circuit in the case of oil or petroleum products is determined by the value of the coefficient of pumping, which we explain in the paper. Also in this paper we show and prove the results of our research proposal of passive controlled pumping of static charge in technological process of refilling oil and petroleum derivatives, and finally we give the research conclusion.

REFERENCES

1. Gaćanović M. Nove mogućnosti pasivne eliminacije statičkog elektriciteta“, doktorska disertacija, Elektrotehnički fakultet Banja Luka, Banja Luka/Niš/Beograd, 2002. godine.
2. Rules for protection from static electricity in chemical, petrochemical and oil-refining industries. Moscow: Himija, 1973. 60 p (In Russian).
3. Bobrovsky S.A., Yakovlev E.I. Zashchita ot staticheskogo elektrichestva v neftyanoy promyshlennosti [Protection from Static Electricity in Petroleum Industry]. Moscow: Nedra, 1983. 60 p.
4. Gaćanović Mičo. Passive Elimination of Static Electricity in Oil Industry. Serbian Journal of Electrical Engineering. 2014. Vol. 11, No. 4 (special issue). Pp.673-699 . DC: 537.242:665.6 DOI: 10.2298/SJEE1404673G.
5. Gaćanović Mičo: patent “Device for static electricity elimination used during racking, transportation and loading/unloading of inflammable or explosive materials, type EL-1 N/S”, YU Patent 48839 ; German Patent No. 699 14 225; European Patent EP 1 169 88; Canadian Patent No. 2,401,517; European-Asian Patent & Patent Russia No. EA 003411; 1998 – 2013.
6. Dragović N., Gaćanović M. Computer Simulation of Passive Device for Elimination of Static Electricity // Int. J. Emerg. Sci. 2011. 1(4). Pp. 607-614.
7. Gaćanović Mičo, Dragović Nikola. New Possibilities of the Passive elimination of Static Electricity”, 11th International Conference on Applied Electromagnetics ПЕЕ 2013, September 01 – 04, 2013, Niš, Serbia. Pp. 75-79. DOI: 10.7562/SE2013.3.02.03
8. Dmitrienko O. A. Inzhnerye metody otsenki elektrizatsii i ee opasnosti pri proizvodstve i pererabotke plastmass [Engineering methods for estimation of electrification and its danger in the production and processing of plastics]. Moscow: NIITEKhIM, 1986. 56 p.
9. Popov B.G., Verevkin V.N., Bondar V.A., Gorshkov V.I. Staticheskoe elektrichestvo v khimicheskoy promyshlennosti [Static Electricity in Chemical Industry]. Edited by. N. G. Drozdov: the first edition. L.: Himija, 1971. 208 p.
10. Vlasova E. P. Povyshenie bezopasnosti sistem khraneniya nefiti putem neutralizatsii staticheskogo elektrichestva [Safety Improvement of Oil Storage Systems by Neutralization of Static Electricity]. Tyumen, 2009. 110 p.
11. Maksimov B. K., Obukh A. A., Tikhonov A. V. Elektrostaticheskaya bezopasnost' pri zapolnenii rezervuarov nefteproduktami [Electrostatic Safety when Filling Reservoirs with Oil Products]. Moscow: Energoatomizdat, 1989. 152 p.
12. Kisits S. I., Vlasova E. P., Shimko T. F. Nejtralizator [Neutralizer] Patent RF, №2351100, 2009.
13. Titova E. S., Syrba A. A., Kropotova N. A. K voprosu o vozniknovenii staticheskogo elektrichestva v zhidkostyakh [On the Problem of Formation of Static Electricity in Liquids]. Ivanovo, 2013. Pp. 94-96.

14. Zakharchenko V.V., Lryachko N.I., Mazhara E.F. et al. Elektrizatsiya zhidkostey i ee predotvrashchenie [Elictrization of Liquids and its Prevention]. Moscow: Himija, 1975. 128 p.

15. The new standards IEC 80079-36 and 80079-37, which are to be released in 2016, stipulate that such a conformity assessment declaration by the manufacturer does not satisfy requirements. Only external agencies are allowed to issue IECEx certificates for non-electrical equipment.

16. Veličković D. M. Metodi za proračun elektrostatičkih polja, knjiga prva, Niš, 1982.

17. Surutka J. V. Osnovi elektrotehnike, prvi deo, Elektrostatika, Naučna knjiga, Beograd, 1980.

18. Rasko S.L., Chigorko A.B., Lomakin G.S. Razryadnoe indikatornoe ustroistvo [Discharge Indicating Device]ю Patent RF № 2024220. 1994.

19. Asano K., Kramer H. On the estimation of ionic mobilities in dielectric liquids from charge relaxation studies// J. Electrostatics. 1976. 2. Pp. 269-276.

The article was received 16.11.15.

Citation for an article: Gaćanović Mićo. Controlled Passive Pumping of the Static Electricity in Petroleum Industry. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems. 2016. No 1 (29). Pp. 76-87.

Information about the author

GAĆANOVIĆ Mićo – PhD in the area of Applied electrostatics, associate professor at the University of Banja Luka, Faculty of Electrical Engineering. With the area of research Applied electrostatics –Static electricity elimination. Author of 58 scientific papers.

УДК 621.3

КОНТРОЛИРУЕМОЕ ПАССИВНОЕ УСТРАНЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО ЭЛЕКТРИЧЕСТВА В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**Мичо Гачанович**

Университет Баня-Луки, Босния и Герцеговина, Республика Сербская

E-mail: bilchy@blic.net

Ключевые слова: пассивная электрическая цепь; контролируемое устранение статического электричества; параметрический усилитель; металлический резервуар; устранение статического электричества.

РЕЗЮМЕ

Введение. Устранение заряда статического электричества во время технологического процесса заливки нефти и нефтепродуктов является сложной технической задачей, которая на современном этапе решается путём прямого заземления металлических стенок бака или резервуара. Каждый бак или резервуар частично заполнен нефтью или нефтепродуктами, т.е. всегда присутствуют испарения в его воздушной части с большой концентрацией взрывчатых и легковоспламеняющихся смесей в его незаполненной области. Решение проблемы устранения заряда статического электричества путём заземления металлических стенок резервуара с самого начала использования нефти и её производных соединений не претерпело изменений и не соответствует требованиям технологии для заливки нефти и нефтепродуктов. Путём прямого заземления металлических стенок резервуара в области, где присутствуют испарения, возникает разряд через воздушное пространство на металлические стенки резервуара. Разряды могут представлять собой свечение, искрение и др. Каждый из возможных разрядов всегда имеет значение определённой энергии W , поэтому он может воспламенить существующую концентрацию взрывчатых и легковоспламеняющихся смесей в воздушной зоне. Этим создаётся угроза безопасности технологического процесса заливки нефти и нефтепродуктов. Наблюдаемые скрытые угрозы, связанные с устранением статического электричества во время технологического процесса заливки нефти и нефтепродуктов положили начало этого исследования. Таким образом, в работе изучены возможные способы пассивного контролируемого устранения статического заряда. Использован метод наблюдения и анализа аварий, относящихся к технологическому процессу заливки нефти и нефтепродуктов в заземлённом металлическом резервуаре. **Цель** исследования – предотвращение присутствия разрядов в испарениях в воздушной области заземлённого металлического резервуара. Из-за присутствия взрывчатых и легковоспламеняющихся смесей высокой концентрации в воздушной области был выявлен единственный возможный способ – контролируемое пассивное устранение статического заряда – устранение статического электричества. Контролируемое устранение возможно только при выборе пассивных электрических компонентов с тщательно подобранными элементами для постоянных времени. Данное исследование продолжалось много лет, было использовано как компьютерное моделирование, так и моделирование в реальных условиях различных вариантов пассивных электрических цепей для контролируемого устранения заряда статического электричества, результатом которого было получение запатентованного варианта. Данное предложение не является окончательным, но оно содействует решению проблемы. В статье объясняется принцип работы простой пассивной электрической цепи для контролируемого устранения статического электричества. Качество контролируемого устранения статического электричества при помощи пассивной электрической цепи при работе с нефтью и нефтепродуктами определяется значением коэффициента устранения. Кроме того, показаны и подтверждены результаты исследования контролируемого устранения статического заряда во время технологического процесса дополнительной заливки нефти и её производных.

Список литературы

1. Gaćanović M. Nove mogućnosti pasivne eliminacije statičkog elektriciteta“, doktorska disertacija, Elektrotehnički fakultet Banja Luka, Banja Luka/Niš/Beograd, 2002. godine.
2. Правила защиты от статического электричества в производствах химической, нефтехимической и нефтеперерабатывающей промышленности. М.: Химия, 1973. 60 с.
3. Бобровский С.А., Яковлев Е.И. Защита от статического электричества в нефтяной промышленности. М.: Недра, 1983. 60 с.
4. Gaćanović Mićo. Passive Elimination of Static Electricity in Oil Industry. Serbian Journal of Electrical Engineering. 2014. Vol. 11, No. 4 (special issue). Pp.673-699. DC: 537.242:665.6 DOI: 10.2298/SJEE1404673G.
5. Gaćanović Mićo: patent “Device for static electricity elimination used during racking, transportation and loading/unloading of inflammable or explosive materials, type EL-1 N/S”, YU Patent 48839 ; German Patent No. 699 14 225; European Patent EP 1 169 88; Canadian Patent No. 2,401,517; European-Asian Patent & Patent Russia No. EA 003411; 1998 – 2013.
6. Dragović N., Gaćanović M. Computer Simulation of Passive Device for Elimination of Static Electricity // Int. J. Emerg. Sci. 2011. 1(4), Pp. 607-614.
7. Gaćanović Mićo, Dragović Nikola. New Possibilities of the Passive elimination of Static Electricity”, 11th International Conference on Applied Electromagnetics ПЕС 2013, September 01 – 04, 2013, Niš, Serbia. Pp. 75-79. DOI: 10.7562/SE2013.3.02.03
8. Дмитриенко О. А. Инженерные методы оценки электризации и ее опасности при производстве и переработке пластмасс. М.: НИИТЭХИМ, 1986. 56 с.
9. Попов Б.Г., Веревкин В.Н., Бондарь В.А., Горшков В.И. Статическое электричество в химической промышленности / Под ред. Н. Г. Дроздова. 1-е изд. Л.: Химия, 1971. 208 с.
10. Власова Е. П. Повышение безопасности систем хранения нефти путем нейтрализации статического электричества. Тюмень, 2009. 110 с.
11. Максимов Б. К., Обух А. А., Тихонов А. В. Электростатическая безопасность при заполнении резервуаров нефтепродуктами. М.: Энергоатомиздат, 1989. 152 с.
12. Патент №2351100 Российская Федерация, МПК8 НО 5F3/2. Нейтрализатор [текст]/ Кисиц С. И., Власова Е. П., Шимко Т. Ф. – заявитель и патентообладатель ТюмГНУ - № 2007127226/28, заявл. 16.07.2007; опубл. 27.03.2009, бюл. № 9. 5 с.
13. Титова Е. С., Сырбу А. А., Кропотова Н. А. К вопросу о возникновении статического электричества в жидкостях. Иваново, 2013.
14. Захарченко В.В., Прячко Н.И., Мажара Е.Ф. и др. Электризация жидкостей и ее предотвращение. М.: Химия, 1975. 128 с.
15. The new standards IEC 80079-36 and 80079-37, which are to be released in 2016, stipulate that such a conformity assessment declaration by the manufacturer does not satisfy requirements. Only external agencies are allowed to issue IECEx certificates for non-electrical equipment.
16. Veličković D. M. Metodi za proračun elektrostatičkih polja, knjiga prva, Niš, 1982.
17. Surutka J. V. Osnovi elektrotehnike, prvi deo, Elektrostatika, Naučna knjiga, Beograd, 1980.
18. Патент РФ № 2024220. Разрядное индикаторное устройство / Раско С.Л., Чигорко А.Б., Ломакин Г.С. Патентообладатель(и): Научно-производственное объединение «Алтай». Заявл.: 1990-12-10. опубл.: 30.11.1994.
19. Asano K., Kramer H. On the estimation of ionic mobilities in dielectric liquids from charge relaxation studies // J. Electrostatics. 1976. 2. Pp. 269-276.

Статья поступила в редакцию 16.11.15.

Для цитирования: Гачанович Мичо. Контролируемое пассивное устранение статического электричества в нефтяной промышленности // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 76-87.

Информация об авторе

ГАЧАНОВИЧ Мичо – доктор наук в области прикладной электростатики, Университет Баня-Луки, факультет электротехники. Область научных интересов – прикладная электростатика. Автор 58 публикаций, имеет международные патенты в области прикладной электростатики.

НОВИНКИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ. ОБЗОРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВАЖНЫЕ ДАТЫ

УДК: 378.662(470.343):001.38

IV ПОВОЛЖСКИЙ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ФОРУМ ШКОЛЬНИКОВ «МОЙ ПЕРВЫЙ ШАГ В НАУКУ». ИТОГИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Д. В. Иванов, Ю. С. Андрианов, П. А. Нехорошков

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

E-mail: IvanovDV@volgatech.net; AndrianovYS@volgatech.net; NehoroshkovPA@volgatech.net

Подведены итоги IV Поволжского научно-образовательного форума школьников «Мой первый шаг в науку». Дана оценка четырёхлетнего опыта проведения Форума, проведён анализ прошедших мероприятий, дана оценка эффективности.

Ключевые слова: форум школьников; внеурочная работа школьников; привлечение молодёжи в сферу науки; научно-техническое творчество молодёжи.

Волгатех издавна славится традициями в науке, образовании и воспитании молодёжи. Одной из добрых традиций Волгатеха является Поволжский научно-образовательный форум школьников «Мой первый шаг в науку», проводимый в 2016 году уже в четвёртый раз.

Основной целью Форума является развитие творческого потенциала обучающихся и привлечение школьников к занятию техническим творчеством, конструированием и проектированием на базе кружков, секций и клубов. Волгатех имеет в своём распоряжении обширную базу инновационно-технологических и научно-исследовательских подразделений, в рамках которых по различным направлениям проводятся кружки со школьниками по робототехнике, конструированию, радиотехнике и многим другим направлениям.

Роль качественного инженерного образования на сегодня для России поистине огромна. На заседании Совета по науке и

образованию, который проходил 23 июня 2014 года, речь шла о модернизации инженерного образования и повышении качества подготовки инженерных специалистов. Президент России В. В. Путин отметил, что «...сегодня лидерами глобального развития становятся те страны, которые способны создавать прорывные технологии и на их основе формировать собственную мощную производственную базу. Качество инженерных кадров становится одним из ключевых факторов конкурентоспособности государства и, что принципиально важно, основой для его технологической, экономической независимости...». Государством многое делается для поднятия статуса инженера. За последние несколько лет в инженерные вузы и факультеты вложено более 54 миллиардов рублей. Также растёт интерес к техническим направлениям у учащихся средней и старшей школы, что подтверждается тем, что все больше обучающихся

увлекаются математикой, физикой, химией, участвуют во всероссийских олимпиадах и конкурсах. Конкурс на поступление в известные российские вузы на технические направления подготовки также значительно вырос. Также В. В. Путин отметил, что «... отечественная система технического образования должна быть нацелена на подготовку инженеров, чьи навыки, квалификация отвечают требованиям, потребностям предприятий. Это не только главные конструкторы и исследователи, идущие к новым технологическим решениям, это и так называемые линейные инженеры, на них и держится вся профессия. Навыки, компетенции, знания линейных инженеров во многом определяют надёжность, эффективность производственного процесса, внедрение новых технологий, качество конечного продукта. Именно таких специалистов сегодня остро не хватает в отечественной экономике...»

Год от года Поволжский научно-образовательный форум школьников «Мой первый шаг в науку» набирает популярность – на сей раз в «Волгатех» съехались свыше пятисот юных учёных из всех уголков Республики Марий Эл, а также соседних регионов – Чувашии, Татарстана, Кировской и Нижегородской областей. Ещё столько же ребят приняли заочное участие в Форуме, прислав на суд экспертов свои научно-исследовательские проекты.

Приветствуя собравшихся, ректор ПГТУ Е. М. Романов подчеркнул, что данный Форум – пример успешного сотрудничества вуза и школ. Современные школьники – народ пытливый, любознательный и творческий. Важно развить и приумножить эти способности, начав как можно раньше прививать ребятам вкус к научным исследованиям, изобретательству, поискам нестандартных решений. Ведь от нынешних школьников зависит будущее, возрождение страны невозможно без молодых, креативных, амбициозных специалистов, способных генерировать инновационные идеи и воплощать их в жизнь.



Выступление ректора на открытии Форума школьников



Ректор ПГТУ Е. М. Романов, зам. министра образования и науки РМЭ Э. Д. Идиатуллина, проректор по научной работе и инновационной деятельности Д. В. Иванов на выставке

Заместитель министра образования и науки РМЭ Э. Д. Идиатуллина отметила, что наука в ПГТУ на подъёме, о чём свидетельствуют многочисленные гранты, инновационные разработки, патенты на изобретения. Но особенно важно то, что успешные учёные заботятся о преемственности, обучая молодёжь, поэтому «волгатеховцы» на протяжении долгих лет активно участвуют в республиканском и всероссийском фестивалях науки, а с 2013 года положили начало ещё одной хорошей традиции – проведению научного Форума для школьников Поволжья. В будущем участники Форума смогут продолжить свои научные исследования во время учёбы в вузе и использовать для построения будущей карьеры.

С каждым годом растёт количество секций Форума – ныне их 19. Тематика самая разнообразная – от классических наук – математики, физики, химии до робототехники, IT-технологий и нанoeлектроники. Обсуждаются и вопросы экономики, охраны природы, истории и культурного наследия общества, так что каждый может блеснуть знаниями в той области, где он особенно силён. А для учащихся младших классов организована специальная секция «Клуб юных исследователей».

Все тезисы докладов участников традиционно включаются в специальный сборник, издаваемый по итогам Форума. Так что у школьников есть шанс уже на школьной скамье получить свою первую научную публикацию. Очень важно, что победители по каждой секции не только получают призы, но и зарабатывают дополнительные баллы в своё портфолио – лучшие ребята при поступлении в «Волга-

тех» смогут получить до 10 баллов к сумме ЕГЭ.

Анализ участия обучающихся в IV Форуме показал, что традиционно популярными остаются секции «Клуб юных исследователей», «Экология и география: горизонты познания», «Математика в нашей жизни», «Познавая мир экономики». Популярностью пользуются как секции технического, так и гуманитарного профиля.

Такой успех Форума не случаен. Университет уже много лет проводит огромную работу со школами республики по привлечению старшеклассников к научно-исследовательской работе, занятию техническим творчеством на базе объектов инновационной инфраструктуры университета (центр коллективного пользования, студенческое конструкторское бюро, бизнес-инкубатор, технопарк, малые инновационные предприятия и многие другие).



Работа секций Форума

Таблица 1

Итоговые данные по количеству докладов и участников IV Форума школьников

Наименование секции	Количество докладов	Количество участников
1. Математика в нашей жизни	59	94
2. Физика вокруг нас	43	53
3. Химия окружающей среды	34	48
4. Экология и география: горизонты познания	64	94
5. Ландшафтная архитектура, благоустройство и озеленение населённых территорий	25	26
6. Лес в современном мире	24	39
7. Древесина – материал на все времена	10	11
8. Наноматериалы, нетрадиционная энергетика, альтернативный транспорт, машиностроение	6	8
9. Искусственный интеллект, электроника, нанотехнологии, мобильная связь, цифровое телевидение – технологии будущего	47	55
10. Информатика и информационные технологии	25	36
11. Безопасность жизнедеятельности, использование и охрана природных ресурсов	26	32
12. Архитектура и строительство	14	16
13. Познавая мир экономики	58	71
14. Государство и бизнес	24	30
15. Современные проблемы молодёжи	33	47
16. История и культура	58	76
17. Человек и общество	16	24
18. Лингвистика и межкультурная коммуникация	37	52
19. Клуб юных исследователей (4 классы)	84	90
ИТОГО	687	902

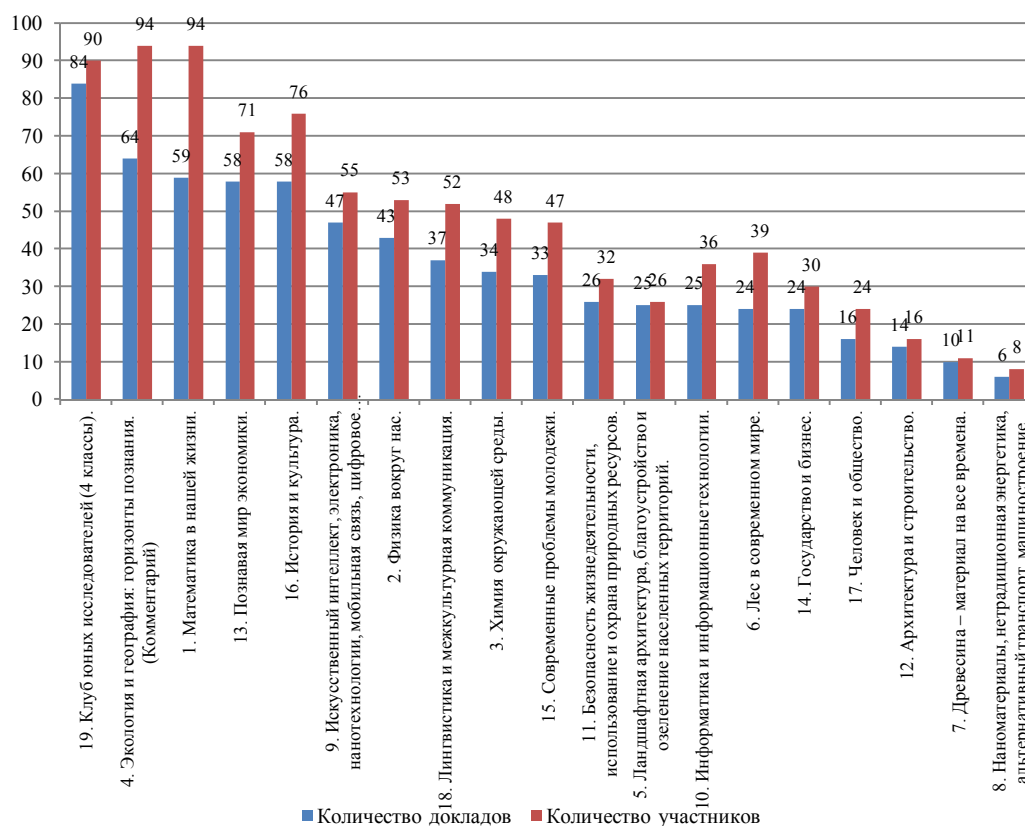


Рис. 1. Рейтинг по секциям IV Форума школьников по количеству докладов и участников

На сегодняшний день, благодаря развитой системе СНО, действующего в рамках объединённого совета обучающихся, в университете создана благоприятная среда для привлечения школьников и учащихся СПО для участия в научно-исследовательской работе совместно со студентами и аспирантами Волгатеха. Си-

стема школьник – студент – аспирант – профессор позволяет реализовать сквозную систему получения новых научных знаний, привлечения к научным исследованиям и подготовке кадров высшей квалификации, что в результате формирует кадровый и научный потенциал университета из научной элиты.

Таблица 2

Статистика изменения количества участников форумов школьников

Наименование секции	Количество участников			
	I Форум школьников	II Форум школьников	III Форум школьников	IV Форум школьников
1. Математика в нашей жизни	22	64	82	94
2. Физика вокруг нас	23	62	59	53
3. Химия окружающей среды	28	57	50	48
4. Экология и география: горизонты познания	11	48	97	94
5. Ландшафтная архитектура, благоустройство и озеленение населённых территорий	32	19	39	26
6. Лес в современном мире	11	49	40	39
7. Древесина – материал на все времена	23	33	28	11
8. Наноматериалы, нетрадиционная энергетика, альтернативный транспорт, машиностроение	19	25	29	8
9. Искусственный интеллект, электроника, нанотехнологии, мобильная связь, цифровое телевидение – технологии будущего	33	43	27	55
10. Информатика и информационные технологии	53	51	39	36
11. Безопасность жизнедеятельности, использование и охрана природных ресурсов	19	39	55	32
12. Архитектура и строительство	27	32	34	16
13. Познавая мир экономики	42	51	62	71
14. Государство и бизнес	24	27	60	30
15. Современные проблемы молодёжи	33	60	85	47
16. История и культура	18	35	47	76
17. Человек и общество	19	35	48	24
18. Лингвистика и межкультурная коммуникация	0	0	0	52
19. Клуб юных исследователей (4 классы)	21	112	134	90
ИТОГО	458	842	1015	902

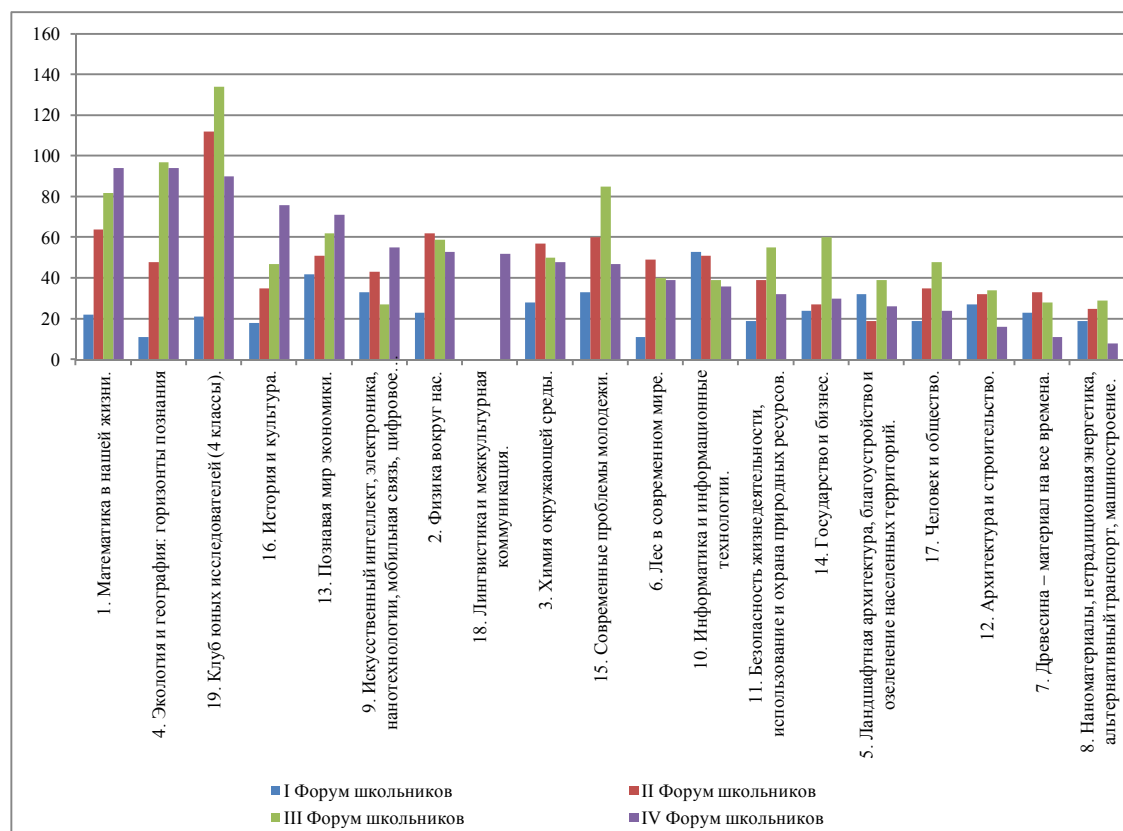


Рис. 2. Рейтинг изменения количества участников по секциям форумов школьников

Отрадно, что некоторые из ребят ведут научные исследования уже не один год, а многие выбирали тему с прицелом на будущую профессию.

Доклады школьников были тщательно проработаны, сопровождались яркими презентациями. Победители по каждой из секций получили призы, а по итогам Форума издан сборник, куда вошли все представленные доклады.

Сегодня высококачественное инновационное образование – важнейшая часть жизни каждого человека, но успешно окончить школу и даже вуз – это лишь начало пути. Чтобы быть успешным в жизни, важно постоянно совершенствоваться, расширять кругозор, осваивать новые горизонты. Участие в таких мероприя-

тиях, как Форум школьников, или Всероссийский студенческий форум «Инженерные кадры – будущее инновационной экономики России» развивает навыки для решения творческих задач, в том числе изобретательских, формирует нестандартный стиль мышления. А это – необходимые составляющие для успеха в будущей профессии. Форум даёт прекрасный шанс показать свои достижения, научиться отстаивать свою точку зрения, проявить характер и получить первую научную публикацию по результатам исследований.

Благодарим всех участников IV Поволжского научно-образовательного форума школьников, желаем дальнейших успехов и достижений и приглашаем на V юбилейный Форум, который состоится в 2017 году.

Список литературы

1. Нехорошков П.А. Фестиваль науки впервые в Республике Марий Эл // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2010. № 3 (10). С. 91-95.

2. Иванов В.А., Андрианов Ю.С., Нехорошков П.А. II Фестиваль науки в Республике Марий Эл, итоги года // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфо-

коммуникационные системы. 2012. № 2 (16). С. 94-96.

3. Иванов В.А., Андрианов Ю.С., Рябова Н.В., Нехорошков П.А. Первый шаг в науку школьников Приволжского федерального округа // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2013. № 1 (17). С. 97-101.

4. Иванов Д.В., Андрианов Ю.С., Нехорошков П.А. III Фестиваль науки в Республике Марий Эл, итоги года // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2013. № 3 (19). С. 94-98.

5. Иванов Д.В., Андрианов Ю.С., Нехорошков П.А. IV Фестиваль науки в Республике Марий Эл. Итоги и перспективы // Вестник Поволжского

государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2014. № 4 (23). С. 93-99.

6. Иванов Д.В., Андрианов Ю.С., Нехорошков П.А. II Поволжский научно-образовательный форум школьников «Мой первый шаг в науку». Итоги проведения // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2014. № 1 (20). С. 93-99.

7. Иванов Д.В., Андрианов Ю.С., Нехорошков П.А. Достижения Поволжского государственного технологического университета в международных научных мероприятиях // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2014. № 5 (24). С. 83-89.

Статья поступила в редакцию 10.03.16.

Для цитирования: Иванов Д. В., Андрианов Ю. С., Нехорошков П. А. IV Поволжский научно-образовательный форум школьников «Мой первый шаг в науку». Итоги и перспективы // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. 2016. № 1 (29). С. 88-95.

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 186 публикаций.

АНДРИАНОВ Юрий Семенович – кандидат технических наук, профессор кафедры управления и права, начальник управления научной и инновационной деятельности, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – управление и организация автомобильных перевозок в отраслевых промышленных кластерах, управление интеллектуальной собственностью. Автор 200 публикаций, в том числе четырёх монографий

НЕХОРОШКОВ Пётр Аркадьевич – кандидат технических наук, доцент, начальник отдела научных программ, публикаций и интеллектуальной собственности, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – рациональное лесопользование, транспорт леса, оптимизация и моделирование транспорта леса, геоинформационные и логистические системы. Автор 38 публикаций.

UDC 378.662(470.343):001.38

IV VOLGA REGION SCIENTIFIC AND EDUCATIONAL FORUM OF SCHOOL STUDENTS «MY FIRST STEP IN SCIENCE». RESULTS AND PROSPECTS

D. V. Ivanov, Yu. S. Andrianov, P. A. Nekhoroshkov

Volga State University of Technology,

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

E-mail: IvanovDV@volgatech.net; AndrianovYS@volgatech.net; NekhoroshkovPA@volgatech.net

Key words: forum of school students; extracurricular activity of school students; involvement of the youth in the sphere of science; scientific and technical creativity of the youth.

ABSTRACT

Results of the IV Volga region scientific and educational forum of school students «My first step in science» are presented. The assessment of the four-year experience in conducting the Forum is given, the analysis of past events is carried out and the efficiency assessment is presented.

REFERENCES

1. Nehoroshkov P.A. Festival' nauki v pervye v Respublike Mariy El [The First Festival of Science in the Republic of Mari El]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser. Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2010. № 3 (10). Pp. 91-95.
2. Ivanov V.A., Andrianov Yu.S., Nehoroshkov P.A. II Festival' nauki v Respublike Mariy El, itogi goda [The II Festival of Science in the Republic of Mari El, Results of the Year]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2012. № 2 (16). Pp. 94-96.
3. Ivanov V. A., Andrianov Yu. S., Ryabova N. V., Nekhoroshkov P. A. Pervyy shag v nauku shkolnikov Privolzhskogo federalnogo okruga [Schoolchildren of the Volga federal district take the first step towards science]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2013. № 1 (17). Pp. 97-101.
4. Ivanov D. V., Andrianov Yu. S., Nehoroshkov P. A. III Festival' nauki v Respublike Mariy El, itogi goda [The III Festival of Science in the Republic of Mari El, Results of the Year]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2013. № 3 (19). Pp. 94-98.
5. Ivanov D. V., Andrianov Yu. S., Nehoroshkov P. A. IV Festival' nauki v Respublike Mariy El, itogi i perspektivy [IV Festival of science in the Republic of Mari El, results and prospects]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2014. № 4 (23). Pp. 93-99.
6. D. V. Ivanov, Yu. S. Andrianov, P. A. Nekhoroshkov. II Povolzhskij nauchno-obrazovatel'nyj forum shkol'nikov «Moj pervyy shag v nauku». Itogi provedeniya [Results of the II Volga region scientific and educational forum of school students «My first step in science»]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2014. № 1 (20). Pp. 93-99.
7. D. V. Ivanov, Yu. S. Andrianov, P. A. Nekhoroshkov. Dostizheniya Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta v mezhduнародnykh nauchnykh meropriyatiyakh [Achievements of Volga state university of technology in international scientific events]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2014. № 5 (24). Pp. 83-89.

The article was received 10.03.16.

Citation for an article: Ivanov D. V., Andrianov Yu. S., Nekhoroshkov P. A. IV Volga Region Scientific and Educational Forum of School Students «My First Step in Science». Results and Prospects. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems. 2016. No 1 (29). Pp. 88-95.

Information about the authors

IVANOV Dmitry Vladimirovich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation Activity at 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 186 publications.

ANDRIANOV Yuriy Semenovich – Candidate of Technical Sciences, Professor at the Chair of Management and Law, Head of Research and Innovation Department, Volga State University of Technology. Research interests – management and organization of transportation by road in sectoral industrial clusters, intellectual property management. The author of 200 publications, including 4 monographs.

NEKHOROSHKOV Petr Arkadyevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Scientific Programs, Publication and Intellectual Property Management. Research Work, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is efficient forest exploitation, forest transport, optimization and modeling of forest transport, geo information and logistic 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 незначущих 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 вставляя 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 чёткости. 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@volgatech.net

Плата за публикацию рукописей не взимается.

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

