



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

ВЕСТНИК 4(28) 2015

ПОВОЛЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

октябрь-декабрь

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 30.12.15.

Формат 60×84¹/₈. Усл. п. л. 11,16

Тираж 500 экз. Заказ №

Дата выхода в свет 14.01.16.

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

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 4(28) 2015

OF VOLGA STATE UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

october-december

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 № ФС77-51886 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 30.12.15

Format 60×84 1/8. No. of press sheets. 11,16

Circulation 500 copies. Order №

Publication Date 14.01.16.

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

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, М. И. Рябова, А. А. Чернов. Исследование влияния моделей многолучёвости на структурные функции ионосферных декаметровых каналов радиосвязи
О. В. Горячкин, Д. В. Суханов. Повышение скорости передачи данных забойных телеметрических систем

6 **V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, D. V. Ivanov, R. A. Sushentsov, M. I. Ryabova, A. A. Chernov.** Investigation of the Influence of Multipath Models on Structure Functions of Ionospheric Decameter Channels of Radio Communication
 18 **O. V. Goryachkin, D. V. Suhanov.** Increase in the Transmission Rate of Downhole Telemetry System Data

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАТИКАCOMPUTER ENGINEERING
AND INFORMATICS

Я. А. Фурман, В. В. Севастьянов, К. О. Иванов, Р. Г. Хафизов, С. Н. Свинцов, А. В. Казаринов, С. А. Охотников. Контурная математическая модель электроэнцефалограммы
Р. Э. Ирмалиев. Способы учёта факторов риска в информационной системе безопасности полёта воздушного судна
М. А. Сибиряков. Классификация систем хранения данных

26 **Ya. A. Furman, V. V. Sevastyanov, K. O. Ivanov, R. G. Hafizov, S. N. Svintsov, A. V. Kazarinov, S. A. Ohotnikov.** Contour Mathematical Model of EEG
 43 **R. E. Irmaliev.** Methods of Risk Factors Record in the Information System of Aircraft Flight Safety
 53 **M. A. Sibiriyakov.** Classification of Data Storage Systems

ЭЛЕКТРОНИКА

ELECTRONICS

Е. В. Ермолаев, Н. М. Скулкин. Разработка методов повышения надёжности коммутационных плат в области межслойных переходов при производстве металлокерамических корпусов микросхем
Ю. В. Захаров, Н. Г. Моисеев. Выбор показателей при оценке качества изделий электронной техники

67 **E. V. Ermolaev, N. M. Skulkin.** Development of Interconnection Board Reliability Improvement Methods in Via Areas When Producing Metal-ceramic Microcircuit Packages
 75 **Yu. V. Zaharov, N. G. Moiseev.** Selection of Indicators when Evaluating Electronic Engineering Item Quality

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

В. Г. Наводнов, Н. М. Лазарева. Проблемы и перспективы развития Всероссийской (с международным участием) студенческой междисциплинарной интернет-олимпиады инновационного характера «Информационные технологии в сложных системах»
Указатель материалов, опубликованных в журнале в 2015 году
Информация для авторов

85 **V. G. Navodnov, N. M. Lazareva.** Problems and Perspectives of the Development of the All-Russian (with the International Participation) Student Interdisciplinary Internet Olympiad of Innovative Character «Information Technologies in Complex Systems».
 91 **List of Materials Published in the Journal in 2015**
 94 *Information for the authors*



Уважаемые коллеги!

В данном номере представлены работы учёных различных российских университетов и организаций.

В разделе «Телекоммуникации и радиотехника» опубликованы результаты исследований влияния эффектов многолучевого распространения сигналов в ионосферных высокочастотных каналах связи на их структурные характеристики. Показан способ определения передаточной функции многолучевого канала связи с высоким частотным разрешением. Выявлено, что при выборе оптимальной рабочей частоты систем декаметрового диапазона связи необходимо учитывать полосу частот конструктивной интерференции амплитудно-частотной характеристики. В следующей работе предложен способ повышения скорости передачи полезной информации без ущерба для её помехозащищённости в современных телеметрических системах, применяемых в заботах (по международной классификации MWD LWD). Эта задача актуальна для практики бурения скважин. В результате проведённых исследований установлен выигрыш относительно существующего стандарта.

В разделе «Вычислительная техника и информатика» с позиции контурного анализа рассмотрены вопросы спектрального и корреляционного анализа математической модели электроэнцефалограммы, представленной как изображение, ограниченное полигональным контуром. Показано, что согласованная фильтрация позволяет представить тонкую структуру в виде отдельных неприводимых элементов ЭЭГ и выполнить анализ их формы. На основе полученных решений возможно создание системы искусственного интеллекта. Во второй статье раздела представлены результаты разработки способов учёта факторов риска в информационной системе безопасности полёта воздушного судна на основе применения событийного моделирования и методов теории информации. Представлена абстрактная событийная модель процесса. Завершает раздел статья, в которой приведены результаты исследования существующих классификационных критериев систем хранения данных, разработаны новые критерии оценки таких систем. Предложена единая многокритериальная классификация систем хранения данных.

Раздел «Электроника» открывает статья, в которой представлен разработанный метод формирования межслойных переходов, который не приводит к образованию микротрещин в керамике. Метод позволяет повысить надёжность коммутационных плат в области межслойных переходов при производстве металлокерамических корпусов микросхем. Следующая статья посвящена разработке метода оценки информативности показателей качества изделий электронной техники на стадии производства. Метод верифицирован при оценке информативных параметров прибора – вычитающего потенциалоскопа ЛН9.

В четвёртом разделе журнала представлен анализ основных результатов и проблем развития Всероссийской (с международным участием) ежегодной междисциплинарной студенческой Интернет-олимпиады инновационного характера «Информационные технологии в сложных системах», проводимой ПГТУ при поддержке Минобрнауки РФ, в течение шести лет.

Уважаемые читатели, надеемся, что статьи, публикуемые в этом номере, будут полезны в Вашей научной и практической деятельности. Надеемся на дальнейшее сотрудничество с нашим журналом.

Профессор Наталья Рябова

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ И РАДИОТЕХНИКА

УДК 621.371.3

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МОДЕЛЕЙ МНОГОЛУЧЕВОСТИ НА СТРУКТУРНЫЕ ФУНКЦИИ ИОНОСФЕРНЫХ ДЕКАМЕТРОВЫХ КАНАЛОВ РАДИОСВЯЗИ

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

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

Показан способ определения передаточной функции многолучевого канала связи с высоким частотным разрешением. Представлены результаты влияния эффектов многолучевого распространения сигналов в ионосферных каналах связи на его структурные характеристики.

Ключевые слова: ионосфера; декаметровый радиоканал; многолучевое распространение; структурные функции.

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. Cannon, P. S. Characterization and modeling of the HF communications channel / P. S. Cannon, M. J. Angling, B. Lundborg // Review of Radio Science: 1999–2002. – 2002. – N 27. – Pp. 597–622.
2. Крюковский, А.С. Исследование особенностей распространения коротких радиоволн в неоднородной анизотропной ионосфере / А.С. Крюковский, Д.С. Лукин, Д.В. Растягаев // Электромагнитные волны и электронные системы. – 2009. – Т. 14, № 8. – С. 17-26.
3. Головин, О. В. Системы и устройства коротковолновой радиосвязи / О. В. Головин, С. П. Простов; под ред. О.В. Головина. – М.: Горячая линия - Телеком, 2006. – 354 с.
4. Царев, И.Е. Диагностика функции рассеяния декаметровых узкополосных стохастических радиоканалов / В.А. Иванов, Н.В. Рябова, И.Е. Царев // Радиотехника и электроника. – 2009. – Т. 55, № 3. – С. 1-7.
5. Иванов, В.А. Зондирование ионосферы и декаметровых каналов связи сложными радиосигналами / В.А. Иванов, Д.В. Иванов, Н.В. Рябова // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2010. – № 1 (8). – С. 3-37.
6. Ivanov, V. A. System of frequency providing of HF communication channels based on the new digital sounder on USRP platform / V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, D. V. Ivanov et al. // T-Comm. Телекоммуникации и транспорт. – 2015. – № 3 (9). – Pp. 86-88.
7. Куркин, В.И. Автоматизированный комплекс средств прогнозирования условий распространения декаметровых радиоволн на базе ионозонда с линейной частотной модуляцией и мини-ЭВМ / В.И. Куркин, С.М. Матюшонок, В.Е. Носов и др. // Исследования по геомагнетизму, аэронавигации и физике Солнца. – М.: Наука, 1990. – Вып. 92. – С. 141-152.
8. Salous, S. Modelling of wideband HF radio channels / S. Salous, L. Bertel // International Conference on Antennas and Propagation, P0958, Davos, 2000. – Pp. 958-963.
9. Ivanov, D. V. Propagation of broadband HF signals in a medium with nonlinear dispersion / D. V. Ivanov, V. A. Ivanov, N. N. Mikheeva, N. V. Ryabova, M. I. Ryabova // Journal of Communica-

tions Technology and Electronics. – 2015. – Vol. 60, No 11. Pp. 1205–1214.

10. *Ivanov, D.V.* Algorithms and software of whitening of noise in the reception of broadband chirp signals in the HF communication channel / D.V. Ivanov, V.A. Ivanov, A.A. Chernov et al. // Journal of Applied Engineering Science. – 2015. – № 4 (13). – Pp. 245-251.

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

12. *Иванов, В.А.* Оценка надежности декаметровых систем передачи информации по экспериментальным данным панорамного зондирования

ионосферы широкополосным сигналом / В.А. Иванов, Н.В. Рябова, М.И. Бастракова // Телекоммуникации. – 2010. – № 2. – С. 12-27.

13. *Bilitza, D.* International Reference Ionosphere 2000 / D. Bilitza // Radio Sci. – 2001. – Vol. 36, № 2. – Pp. 264-275.

14. *Иванов, В.А.* Комплексный метод зондирования для определения параметров ионосферных каналов связи / В.А. Иванов, Д.В. Иванов, Н.В. Рябова и др. // V Всероссийские Армадовские чтения [Электронный ресурс]: Сверхширокополосные сигналы в радиолокации, связи и акустике / Материалы V Всероссийской научной конференции (Муром, 29.06 – 1.07.2015 г.) – Муром: Изд.-полиграфический центр МиВЛГУ, 2015. – 237 с.: ил. (CD-ROM).

Статья поступила в редакцию 20.10.15.

Для цитирования: Иванов В. А., Рябова Н. В., Иванов Д. В., Сушенцов Р. А., Рябова М. И., Чернов А. А. Исследование влияния моделей многолучёвости на структурные функции ионосферных декаметровых каналов радиосвязи // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 4 (28). – 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 272 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 195 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 181 публикации.

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

РЯБОВА Мария Игоревна – кандидат физико-математических наук, доцент кафедры высшей математики, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – моделирование технических систем, распространение радиоволн. Автор 89 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 71 публикации.

UDC 621.371.3

**INVESTIGATION OF THE INFLUENCE OF MULTIPATH MODELS
ON STRUCTURE FUNCTIONS OF IONOSPHERIC DECAMETER CHANNELS
OF RADIO COMMUNICATION**

V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, D. V. Ivanov, R. A. Sushentsov, M. I. Ryabova, A. A. Chernov

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

Key words: ionosphere; decameter radio channel; multipath propagation; structure functions.

ABSTRACT

Introduction. Propagation of radio signals in the ionosphere channel has a number of features. The ionosphere has a layered structure that is the cause of a multipath effect. A constantly changing medium affects the change of channel parameters. Therefore, it is important to keep track of these changes in order to adapt communication systems to new conditions. The **purpose** of the work was to determine the impact of the effects of multipath signal propagation on the structural characteristics of the ionospheric communication channel. **Results.** The method of determining the transfer function of the multipath communication channel with high frequency resolution is shown. The results of the influence of the effects of multipath signal propagation in ionospheric communication channels on its structural characteristics are presented. The analysis of experimental values of intermodal delays for various models of multipathing and their variations throughout the year, as well as the average frequency response of main radio lines was conducted. It was revealed that, when selecting the optimal operating frequency of decameter communication systems, one must take into account the communications signal bandwidth and the frequency band of constructive interference of the amplitude-frequency response.

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); the Russian Science Foundation № 15-19-10053.

REFERENCES

1. Cannon P. S., Angling M. J., Lundborg B. Characterization and modeling of the HF communications channel. *Review of Radio Science: 1999–2002*. 2002. N 27. Pp. 597–622.
2. 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.
3. Golovin O. V., Prostov S. P. *Sistemy i ustroystva korotkovolnovoy radiosvyazi; pod red. O.V. Golovina* [Systems and Devices of Shortwave Radio Communication; Edited by O.V. Golovin]. Moscow: Goryachaya liniya – Telecom, 2006. 354 p.
4. Tsarev, I.E. Ivanov V.A., Ryabova N.V. Diagnostika funktsii rasseyaniya dekametrovykh uzkopolosnykh stokhasticheskikh radiokanalov [Diagnostics of Dispersion Function of Decameter Narrowband Stochastic Radio Channels]. *Radiotekhnika i elektronika* [Radio engineering and electronics]. 2009. Vol. 55, № 3. Pp. 1-7.
5. Ivanov V. A., Ivanov D. V., Ryabova N. V. Zondirovanie ionosfery i dekametrovykh kanalov svyazi slozhnyimi radiosignalami [The Sensing of the Ionosphere and Decameter Communication Channels by Complex Radio Signals]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2010. – № 1 (8). Pp. 3-37.
6. Ivanov V. A., Ryabova N. V., Ivanov D. V., et al. System of frequency providing of HF communication channels based on the new digital sounder on USRP platform. *T-Comm – Telecommunications and Transport*. 2015. № 3(9). Pp. 86-88.
7. Kurkin V.I., Matyushonok S.M., Nosov V.E. et al. Avtomatizirovanny kompleks sredstv prognozirovaniya usloviy rasprostraneniya dekametrovykh radiovoln na baze ionozonda s lineinoy chastotnoy modulyatsiey i mini-EVM [Automated Complex of Forecasting Facilities of Decameter Radio Waves Propagation Conditions Based on the Ionosonde with Linear Frequency Modulation and a Minicomputer]. *Issledovaniya po geomagnetizmu, aeronomii i fizike Solntsa* [Investigations on Geomagnetism, Aeronomy

and Physics of the Sun]. Moscow: Nauka. 1990. Iss. 92. Pp. 141-152.

8. Salous S., Bertel L. Modelling of wideband HF radio channels. *International Conference on Antennas and Propagation*, P0958, Davos, 2000. Pp. 958-963.

9. Ivanov D. V., Ivanov V. A., Mikheeva N. N., Ryabova N. V., Ryabova M. I. Propagation of broadband HF signals in a medium with nonlinear dispersion. *Journal of Communications Technology and Electronics*. 2015. Vol. 60, No 11. Pp. 1205—1214.

10. Ivanov D.V. Ivanov V.A., Chernov A.A. et al Algorithms and software of whitening of noise in the reception of broadband chirp signals in the HF communication channel. *Journal of Applied Engineering Science*. 2015. № 4 (13). Pp. 245-251.

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

12. Ivanov V.A., Ryabova N.V., Bastrakova M.I. Otsenka nadezhnosti dekametrovykh sistem peredachi informatsii po eksperimental'nym dannym panoram-nogo zondirovaniya ionosfery shirokopolosnym

signalom [Estimation of the Reliability of Information Transmission Decameter Systems by Experimental Data of the Panoramic Sensing of the Ionosphere by a Broadband Signal]. *Telekommunikatsii* [Telecommunications]. 2010. № 2. Pp.12-27.

13. Bilitza D. International Reference Ionosphere 2000. *Radio Sci.* 2001. Vol. 36, № 2. Pp. 264-275.

14. Ivanov V.A., Ivanov D.V., Ryabova N.V., et al. Kompleksnyy metod zondirovaniya dlya opredeleniya parametrov ionosfernykh kanalov svyazi [The Integral Method of Sensing for Determination of Ionospheric Communication Channel Parameters] *V Vserossiyskie Armandovskie chteniya* [V All-Russian Armand Readings] [Electronic resource]: Sverkhshirokopolosnye signaly v radiolokatsii, svyazi i akustike [Ultrabroadband Signals in Radiolocation, Communication and Acoustics] / Materialy V Vserossiyskoj nauchnoy konferentsii (Murom, 29.06-1.07.2015 g.) [Proceedings of V All-Russian Scientific Conference (Murom, 29.06-1.07.2015)] – Murom: Izd.-poligraficheskiy tsentr MiVVGU, 2015. 237 p.: il. (CD-ROM)

The article was received 20.10.15.

Citation for an article: Ivanov V. A., Ryabova N. V., Ivanov D. V., Sushentsov R. A., Ryabova M. I., Chernov A. A. Investigation of the Influence of Multipath Models on Structure Functions of Ionospheric Decameter Channels of Radio Communication. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 4 (28). 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 272 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 195 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 181 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 1 publication.

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 89 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 71 publications.

УДК 621.396.4

ПОВЫШЕНИЕ СКОРОСТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ЗАБОЙНЫХ ТЕЛЕМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ

О. В. Горячкин, Д. В. Суханов

Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
Российская Федерация, 443010, Самара, ул. Л. Толстого, 23
E-mail: gor@psati.ru; dms_cyx@mail.ru

В результате анализа современных забойных телеметрических систем предложен способ повышения скорости передачи полезной информации без ущерба для её помехозащищённости путём сжатия передаваемых данных с учётом априорной информации о взаимосвязи между собой различных измеряемых параметров. Получено аналитическое выражение для зависимости достаточного числа бит азимутального угла от текущих показаний зенитного угла. Представлена зависимость пределов изменения зенитного угла от минимально достаточного числа бит для кодирования азимутального угла. Получены результаты расчёта по этим формулам и выигрыши относительно существующего стандарта в битах.

Ключевые слова: горизонтальное бурение; наклонно направленное бурение; кодер данных; априорная информация; зенитный угол; азимутальный угол.

Список литературы

1. Горячкин, О.В. Пути повышения эффективности бескабельных телеметрических забойных телесистем подземной связи / О.В. Горячкин, И.В. Григоров, В.Н. Долгополов // Инфокоммуникационные технологии. – 2009. – Т. 7, № 4. – С. 46-55.
2. Пат. 2394257 Российская Федерация. МПК G01V3/34. Способ формирования пакетов данных измерений бескабельной телеметрической системы в процессе бурения скважины / Рыжанов Ю.В., Ковалёв А.Е.; заявитель и патентообладатель Общество с ограниченной ответственностью "БИТАС" (RU) г. Самара – Заявка № 2008144745/03, заявл. 12.11.2008, опублик. 10.07.2010, Бюл. № 19. – 6 с.
3. Ellis, D.V. Well Logging for Earth Scientists / D.V. Ellis, J.M. Singer. – Springer, 2008. – 699 p.
4. Poh Kheong Vong. Modeling an electromagnetic telemetry system for signal transmission in oil fields / Poh Kheong Vong, D. Rodger, A. Marshall // IEEE Transactions on Magnetics. – 2005. – Vol. 41, No 5. – Pp. 2008-2011. doi: 10.1109/TMAG.2005.846272.
5. Суханов, Д.В. Использование априорной информации о передаваемых забойной телеметрической системой данных для их сжатия / Д.В. Суханов // Материалы XIX Российской научной конференции профессорско-преподавательского состава, научных сотрудников и аспирантов ПГУТИ. – Самара: ПГУТИ, 2012. – С. 15-16.
6. Калинин, А.Г. Бурение наклонных скважин / А.Г. Калинин, Н.А. Григорян, Б.З. Султанов. – М.: Недра, 1990. – 348 с.
7. Скобло, В.З. Реальные телесистемы: технология разработки от идеи до изделия / В.З. Скобло, А.Ю. Ропяной. – М.: Новые технологии, 2008. – 375 с.
8. Грачёв, Ю.В. Автоматический контроль в скважинах при бурении и эксплуатации / Ю.В. Грачёв, В.П. Варламов. – М.: Недра, 1968. – 327 с.
9. Молчанов, А.А. Измерение геофизических и технологических параметров в процессе бурения скважин / А.А. Молчанов. – М.: Недра, 1983. – 188 с.

Статья поступила в редакцию 26.11.15.

Для цитирования: Горячкин О. В., Суханов Д. В. Повышение скорости передачи данных забойных телеметрических систем // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 4 (28). – С. 18-25.

Информация об авторах

ГОРЯЧКИН Олег Валериевич – доктор технических наук, доцент, заведующий кафедрой теоретических основ радиотехники и связи, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Область научных интересов – цифровая обработка сиг-

налов в системах радиотехники и связи, радиофизические методы дистанционного зондирования Земли, радиолокация с синтезированием апертуры антенны, слепая идентификация систем, прикладная статистика. Автор 220 публикаций.

СУХАНОВ Дмитрий Владимирович – старший преподаватель кафедры теоретических основ радиотехники и связи, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Область научных интересов – проектирование и разработка забойных телеметрических систем, цифровая обработка сигналов. Автор 27 публикаций.

UDC 621.396.4

INCREASE IN THE TRANSMISSION RATE OF DOWNHOLE TELEMETRY SYSTEM DATA

O. V. Goryachkin, D. V. Suhanov

Volga State University of Telecommunications and Informatics,
23, L. Tolstoy St., Samara, 443010, Russian Federation
E-mail: gor@psati.ru; dms_cyx@mail.ru

Key words: horizontal drilling; directed drilling; data coder; a priori information; inclination angle; horizontal angle.

ABSTRACT

Introduction. For modern technologies of oil and gas wells drilling, such as directed and horizontal drilling, it is necessary to use downhole telemetry systems (DTS), which are called MWD, LWD in foreign terminology. EM-MWD systems are most widespread in our home market. Such systems have their advantages and disadvantages, which limit the sphere of their application. One of the disadvantages in comparison with communication channels of other types is a relatively low rate of valuable information transmission. In order to get the information from the bottom of a rather deep well, one must use carrier frequencies of about a few Hz. Moreover, because of high levels of noise in such a channel, it is necessary to use error-control codes with the rate of about $\frac{1}{4}$ (i.e. with large redundancy). As a result the valuable information transmission rate reaches the value of about $0,25 \div 2$ bit/sec. Consequently, for increasing the rate, accuracy and depth of drilling, the problem of raising the telemetry information transmission rate is urgent. The **purpose** of the work is finding the ways of increasing the information rate of data transmission in downhole telemetry systems, based on data coder modernization. **As a result** of the analysis of modern variants of downhole telemetry systems, in this work the method of increasing the rate of valuable information transmission without the damage to its noise immunity by means of the compression of transmitted data considering a priori information about the interaction of various measured parameters, for example inclination and horizontal angles was presented. An analytical expression for the dependence of the sufficient number of bits for the horizontal angle on current indications of the inclination angle was received. Inverse analytical dependence of the limits of the inclination angle change on a marginally sufficient number of bits for horizontal angle coding was also presented. Calculation results and the received gain in time or bits are given both in tables and with a particular numerical example. **Practical significance.** The received time reserve can be used for still greater increase in noise immunity of certain channels of telemetry data or for the transmission of additional measurement channels. Results, presented in this article, can be also used for downhole telemetry systems with communication channels of other types such as hydraulic, acoustic and combined wireless electromagnetic together with a wire channel.

REFERENCES

1. Goryachkin O.V., Grigorov I.V., Dolgoplov V.N., Petrov O.A., Sukhanov D.V., Khabarov E.O. Puti Povysheniya Effektivnosti Beskabel'nykh Telemetricheskikh Zaboynykh Telesistem Podzemnoi Svyazi [Ways of increase efficiency of wireless MWD systems for subsurface communications]. *Infokommu-*

nikacionnye tehnologii [InfoCommunication Technologies], 2009. Vol. 7, No 4. Pp. 46-55.

2. Ryzhanov Yu.V., Kovalev A.E. Sposob formirovaniya paketov dannykh izmereniy beskabel'noy teletricheskoj sistemy v processe bureniya skvazhiny [The Method of Data Packets Formation of Wireless Telemetry System Measurements in the Process of Well Drilling]. Patent RF, no. 2280590, 2010.

3. Ellis D.V., Singer J.M. Well Logging for Earth Scientists. Springer, 2008. 699 p.

4. Poh Kheong Vong, Rodger D., Marshall A. Modeling an electromagnetic telemetry system for signal transmission in oil fields. IEEE Transactions on Magnetics, 2005, vol. 41, no. 5, pp. 2008-2011. doi: 10.1109/TMAG.2005.846272.

5. Suhanov D.V. Ispolzovanie apriornoy informatsii o peredavaemykh zaboinoy teletricheskoj sistemy dannykh dlya ikh szhatiya [The Use of a Priori Information about Data, Transmitted by a Downhole Telemetry System for their Compression]. *Materialy XIX Rossiyskoy nauchnoy konferentsii professorsko-prepodavatel'skogo sostava, nauch-*

nykh sotrudnikov i aspirantov PGUTI [Proceedings of XIX Russian Scientific Conference of Professional and Teaching Staff, Research Workers and Postgraduate Students of Volga State University of Telecommunications and Informatics]. Samara: VSUTI, 2012.

6. Kalinin A.G., Grigoryan N.A., Sultanov B.Z. *Burenie naklonnykh skvazin* [Directional drilling]. Moscow.: Nedra, 1990. – 348 p.

7. Skoblo V. Z. Ropyanoy A. Yu. *Real'nye telesistemy: tekhnologiya razrabotki ot idei do izdeliya* [Real Telesystems: Development Technology from an Idea to a Product]. Moscow: Novye tekhnologii. 2008. 375 p.

8. Grachev Yu. V. Varlamov V. P. *Avtomaticheskij kontrol' v skvazhinakh pri bureanii i ekspluatatsii* [Automatic Control in Wells while Drilling and Exploitation]. Moscow: Nedra, 1968. 327 p.

9. Molchanov A. A. *Izmerenie geofizicheskikh i tekhnologicheskikh parametrov v protsesse bureniya skvazhin* [Measurement of Geophysical and Technological Parameters in the Process of Well Drilling]. Moscow: Nedra, 1983. 188 p.

The article was received 26.11.15.

Citation for an article: Goryachkin O. V., Suhanov D. V. Increase in the Transmission Rate of Downhole Telemetry System Data. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems. 2015. No 4 (28). Pp. 18-25.

Information about the authors

GORYACHKIN Oleg Valerievich – Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, the Head of the Chair of Theoretical Foundations of Radio Engineering and Communication, Volga State University of Telecommunications and Informatics. The sphere of scientific interests is digital signal processing in radio engineering and communication systems, radiophysical methods of the Earth remote sensing, radiolocation with synthesizing of antenna aperture, blind identification of systems, applied statistics. The author of 220 publications.

SUHANOV Dmitry Vladimirovich – Senior Lecturer of the Chair of Theoretical Foundations of Radio Engineering and Communication, Volga State University of Telecommunications and Informatics. The sphere of scientific interests is design and development of bottomhole telemetering systems, digital signal processing. The author of 27 publications.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 621.391

КОНТУРНАЯ МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ЭЛЕКТРОЭНЦЕФАЛОГРАММЫ

**Я. А. Фурман¹, В. В. Севастьянов^{1, 2}, К. О. Иванов¹, Р. Г. Хафизов¹, С. Н. Свинцов³,
А. В. Казаринов¹, С. А. Охотников¹**

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

²Центр патологии речи и нейрореабилитации,
Российская Федерация, 424031, Йошкар-Ола, ул. Пролетарская, 65
E-mail: cpr@mari-el.ru

³ГБУ РМЭ «Республиканская клиническая больница»,
Российская Федерация, 424037, Йошкар-Ола, ул. Осипенко, 33
E-mail: rkb@minzdrav12.ru

Электроэнцефалограмма (ЭЭГ) рассмотрена как изображение, ограниченное полигональным контуром. В качестве её математической модели принята последовательность заданных в аналитическом виде элементарных векторов, аппроксимирующих линию контура. Введено понятие тонкой структуры ЭЭГ как совокупности колебаний, измеренных значений биоэлектрического потенциала. В качестве элемента тонкой структуры принят непроизводный элемент в виде отдельного колебания. С позиции контурного анализа рассмотрены вопросы спектрального и корреляционного анализа ЭЭГ. Показано, что согласованная фильтрация позволяет представить тонкую структуру в виде отдельных непроизводных элементов и выполнить анализ их формы.

Ключевые слова: автокорреляционная функция; взаимокорреляционная функция; дискретное преобразование Фурье; импульсная характеристика; контурный согласованный фильтр; математическая модель ЭЭГ; скалярное произведение; элементарный вектор; элементарный контур; электроэнцефалограмма.

Список литературы

1. Кулаичев, А. П. Компьютерная электрофизиология и функциональная диагностика / А.П. Кулаичев. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002. – 640 с.
2. Кулаичев, А. П. Системы компьютерного анализа биоэлектрических сигналов / А. П. Кулаичев, А. Я. Каплан // Мир ПК (персональных компьютеров). – 1994. – № 8. – С. 132-137.
3. Кропотов, Ю. Д. Количественная ЭЭГ, когнитивные вызванные потенциалы мозга человека и нейротерапия / Ю. Д. Кропотов. – Донецк: Издатель Заславский АЮ, 2010. – 512 с.
4. Русинов, В. С. Биопотенциалы мозга человека. Математический анализ / В. С. Русинов, Г. П. Болдырева. – М.: Медицина, 1987. – 256 с.
5. Зенков, Л. Р. Клиническая электроэнцефалография / Л. Р. Зенков. – Таганрог: Изд-во Медиком-Лтд, 1996. – 358 с.
6. Гнездицкий, В. В. Обратная задача ЭЭГ и клиническая электроэнцефалография (картирование и локализация источников электрической активности мозга) / В. В. Гнездицкий. – М.: МЕДпресс-информ, 2004. – 624 с.
7. Думенко, В. Н. Высокочастотные компоненты ЭЭГ и инструментальное обучение / В.Н. Думенко; Рос. акад. наук, Ин-т высш. нервной деятельности и нейрофизиологии. – М.: Наука, 2006. – 150 с.
8. Каплан, А. Я. Проблема сегментного описания электроэнцефалограммы человека / А. Я. Каплан // Физиология человека. – 1999. – Т. 25, № 1. – С. 125-133.
9. Kaplan, A. Y. Nonstationary nature of the brain activity as revealed by EEG/MEG: methodological, practical and conceptual challenges / A. Y. Kaplan, A. A. Fingelkurts, A. A. Fingelkurts, S. V. Borisov, B. S. Darkhovsky // Signal processing. – 2005. – Vol. 85, № 11. – Pp. 2190-2212.
10. Жадин, М. Н. Биофизические механизмы формирования электроэнцефалограммы / М. Н. Жадин. – М.: Наука, 1984. – 196 с.

11. Цыган, В. Н. Электроэнцефалография / В. Н. Цыган, М. М. Богословский, А. В. Мироллюбов; под ред. М. М. Дьяконова. – СПб.: Наука, 2008. – 192 с.
12. Фу, К. С. Структурные методы в распознавании образов / К. С. Фу; Пер. с англ. Н.В. Завалишина, С.В. Петрова и Р.Л. Шейнина. Под ред. М.А. Айзермана. – М.: Мир, 1977. – 320 с.
13. Ефимов, Н. В. Линейная алгебра и многомерная геометрия / Н. В. Ефимов, Э. Р. Розендорн. – М.: Главная редакция физико-математической литературы «Наука», 1974. – 544 с.
14. Фурман, Я.А. Введение в контурный анализ и его приложения к обработке изображений и сигналов / Я.А. Фурман, А.В. Кревецкий, А.К. Передреев и др. – М.: Физматлит, 2002. – 592 с.
15. Фурман, Я. А. О двух замечательных видах замкнутых контуров изображений / Я. А. Фурман // Радиотехника и электроника. – 1993. – Т. 39. – С. 1054-1061.
16. Фурман, Я.А. Контурный анализ сигналов и изображений в инфокоммуникационных системах / Я.А. Фурман, А.А. Роженцов, Р.Г. Хафизов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2012. – № 2 (16). – С. 29-63.
17. Васин, В. А. Информационные технологии в радиотехнических системах / В. А. Васин, И. Б. Власов, Ю. М. Егоров и др.; под ред. И. Б. Федорова. – М.: Изд-во МГТУ им. Баумана, 2004. – 762 с.
18. Рабинер, Л. Теория и применение цифровой обработки сигналов / Л. Рабинер, Б. Гоулд. Пер. с англ. А. Л. Зайцева, Э. Г. Назаренко, Н. Н. Теткина; Под ред. Ю. Н. Александрова. – М.: Мир, 1978. – 848 с.
19. Хафизов, Р.Г. Анализ непрерывных комплекснозначных сигналов, задающих контуры изображений плоских объектов / Р.Г. Хафизов // Вестник КГТУ им. А.Н. Туполева. – 2006. – № 4. – С. 24-27.
20. Охотников, С. А. Линейная фильтрация непрерывных контуров изображений, заданных в комплекснозначном виде / С. А. Охотников, Р. Г. Хафизов // Компьютерная оптика. – 2010. – Т. 34, № 3. – С. 408-416.
21. Хафизов, Р. Г. Распознавание непрерывных комплекснозначных контуров изображений / Р. Г. Хафизов, С. А. Охотников // Известия вузов. Приборостроение. 2012. – № 5. С. 3-9.
22. Охотников, С. А. Дискретизация непрерывных контуров изображений, заданных в комплекснозначном виде / С. А. Охотников, Р. Г. Хафизов // Компьютерная оптика. – 2012. – Т. 36, № 2. – С. 274-278.

Статья поступила в редакцию 09.09.15.

Для цитирования: Фурман Я. А., Севастьянов В. В., Иванов К. О., Хафизов Р. Г., Свинцов С. Н., Казаринов А. В., Охотников С. А. Контурная математическая модель электроэнцефалограммы // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 4 (28). – С. 26-42.

Информация об авторах

ФУРМАН Яков Абрамович – доктор технических наук, профессор кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – цифровая обработка изображений и сигналов, распознавание образов. Автор 150 публикаций.

СЕВАСТЬЯНОВ Виктор Викторович – доктор медицинских наук, профессор кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет; главный врач Центра патологии речи и нейрореабилитации нейро-сенсорных и двигательных нарушений Министерства здравоохранения Республики Марий Эл. Область научных интересов – неврология, программируемая электростимуляция, лазеростимуляция, медикаментозная терапия, лечение речевых нарушений с применением радиоэлектронных устройств. Автор 200 публикаций и девяти патентов за рубежом.

ИВАНОВ Константин Олегович – аспирант кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – цифровая обработка изображений и сигналов. Автор 20 публикаций.

ХАФИЗОВ Ринат Гафиятуллович – доктор технических наук, профессор кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – цифровая обработка сигналов, обработка и распознавание изображений. Автор 120 публикаций, соавтор трёх монографий.

СВИНЦОВ Сергей Николаевич – врач-невролог высшей врачебной категории, ГБУ РМЭ «Республиканская клиническая больница».

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

ОХОТНИКОВ Сергей Аркадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – цифровая обработка сигналов, обработка изображений групповых точечных объектов. Автор девяти публикаций.

UDC 621.391

CONTOUR MATHEMATICAL MODEL OF EEG

*Ya. A. Furman¹, V. V. Sevastyanov^{1,2}, K. O. Ivanov¹, R. G. Hafizov¹, S. N. Svintsov³,
A. V. Kazarinov¹, S. A. Ohotnikov¹*

¹Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: krtmbs@volgatech.net

²Centre of Speech Pathology and Neuro-Rehabilitation,
65, Proletarskaya St., Yoshkar-Ola, 424031, Russian Federation
E-mail: cpr@mari-el.ru

³State Budget Institution of the Republic of Mari El «Republican Clinical Hospital»,
33, Osipenko Street, Yoshkar-Ola, 424037, Russian Federation
E-mail: rkb@minzdrav12.ru

Key words: autocorrelation function; cross-correlation function; discrete Fourier transform; pulse response; contour matched filter; mathematical model of EEG; scalar product; elementary vector; elementary contour; electroencephalogram.

ABSTRACT

Introduction. The object of electroencephalogram (EEG) study is biopotentials of the brain, registered on the surface of the head. At the present stage an EEG computer analysis is carried out on its spectral and correlated characteristics, derived in the frequency range from 0.1 ÷ 256 Hz. Unlike other organs, the brain work is difficult to study and systematize. Therefore the validity of clinical conclusions on the obtained EEG considerably depends on the professional experience and intuition of a highly skilled clinician. **The aim of this paper** is to improve the objectivity of EEG clinical conclusion results through the development of a new mathematical model, which takes into account the additional information, contained in its fine structure. The fine structure of the EEG is considered as a sequence of non-derivative elements (waves, pulses) in the composition of oscillation. Used in the clinical practice, the correlated and spectral analysis allows you to get only average characteristics by a large number of informative elements of the EEG fine structure. **EEG contour model description.** The model is an ordered sequence of vectors, specifying the complex envelope of the EEG. The current elementary vector (EV) is determined by the first difference of encephalograph neighboring digital samples. The sequence of EV is considered as a signal, specified in unitary space. Higher informativity of the scalar product in unitary space, whose basis for calculations is linear operations of signal processing, is formally expressed in the presence of an imaginary part. This option is not available when you set signals in a real linear space. It should be noted, that the contour model makes it possible not only to analyze shapes of fine structure non-derivative elements, but also to find correlated and spectral EEG characteristics. **Contour model formation.** To this end, in this paper we give a solution to direct and inverse problems. The direct problem consists in finding a complex valued sequence of EEG envelope vectors with its known real samples. The solution of the inverse problem allows obtaining the vector of real EEG samples at the fixed interval of discretization and the complex representation of an EEG fragment. **Matched filtering of non-derivative EEG elements.** The introduced contour model is the theoretical basis for the quantitative analysis of the fine EEG structure. The use of non-derivative elements, making up the fine structure, allows obtaining local (point) characteristics of

the EEG in addition to the average ones. Point characteristics are expressed in the assessment of the parameters of each pulse of the fine structure and obtaining the optimal representation of its shape. It is possible that one or several adjacent non-derivative elements can be attributed to one of the patterns of a normal or pathological class automatically and reasonably. **Conclusion.** The proposed EEG contour model allows obtaining both integral and differential characteristics of the ECG in quantitative terms. The model provides a theoretical foundation for the study of the processes related to the fine signal structure and the basis for intelligence system creation, serving as a neurophysiologist assistant.

REFERENCES

1. Kulaichev A. P. *Kompyuternaya elektrofiziologiya i funktsional'naya diagnostika* [Computer Electrophysiology and Functional Diagnostics]. Moscow: Izd-vo Mosk. un-ta, 2002. 640 p.
2. Kulaichev A. P., Kaplan A. Ya. *Sistemy kompyuternogo analiza bioelektricheskikh signalov* [Systems of Computer Analysis of Bioelectrical Signals]. *PC (personal computers) world*. 1994. № 8. Pp. 132-137.
3. Kropotov Yu. D. *Kolichestvennaya EEG, kognitivnye vyzvannye potentsialy mozga cheloveka i neiroterapiya* [Quantitative EEG, Cognitive Evoked Human Brain Potentials and Neurotherapy]. Donetsk: Izdatel' Zaslavskiy AYU, 2010. 512 p.
4. Rusinov V. S., Boldyreva G. P. *Biopotentsialy mozga cheloveka. Matematicheskiy analiz* [Human Brain Potentials. Mathematical analysis]. Moscow: Medicine, 1987. 256 p.
5. Zenkov L. R. *Klinicheskaya elektroentsefalografiya* [Clinical Electroencephalography]. Taganrog: Izd-vo Medikom-Ltd, 1996. 358 p.
6. Gnezditsky V. V. *Obratnaya zadacha EEG i klinicheskaya elektroentsefalografiya (kartirovanie i lokalizatsiya istochnikov elektricheskoy aktivnosti mozga)* [Inverse Problem of EEG and Clinical Electroencephalography (Mapping and Localization of Electric Brain Activity Sources)]. Moscow: MEDpress-inform, 2004. 624 p.
7. Dumenko V. N. *Vysokochastotnye komponenty EEG i instrumental'noe obuchenie* [High-Frequency EEG Components and Instrumental Learning]; Russian Academy of Sciences, Institute of Higher Nervous Activity and Neurophysiology. Moscow: Nauka, 2006. 150 p.
8. Kaplan A. Ya. *Problema segmentnogo opisaniya elektroentsefalogrammy cheloveka* [Problem of Segmental Description of Human Brain Electroencephalogram]. *Fiziologiya cheloveka* [Human physiology]. 1999. Vol. 25, № 1. Pp. 125-133.
9. Kaplan A. Y., Fingelkurts A. A., Fingelkurts A. A., Borisov S. V., Darkhovskiy, B. S. *Non-stationary nature of the brain activity as revealed by EEG/MEG: methodological, practical and conceptual challenges*. *Signal processing*. 2005. Vol. 85, № 11. Pp. 2190-2212.
10. Zhadin M. N. *Biofizicheskie mekhanizmy formirovaniya elektroentsefalogrammy* [Biophysical Mechanisms of Electroencephalogram Forming]. Moscow: Nauka, 1984. 196 p.
11. Tsygan V. N., Bogoslovskiy M. M., Miroyulov A. V. *Elektroentsefalografiya; pod. red. M. M. D'yakonova* [Electroencephalography; edited by M. M. Dyakonov]. – Saint Petersburg: Nauka, 2008. 192 p.
12. Fu K. S. *Strukturnye metody v raspoznavanii obrazov; Per. s angl. N.V. Zavalishina, S.V. Petrova i R.L. Sheynina; Pod red. M.A. Ayzermana* [Syntactic methods in pattern recognition; Translation from English. N.V. Zavalishin, S.V. Petrov and R.L. Sheinin. Edited by M.A. Aizerman]. Moscow: Mir, 1977. 320 p.
13. Efimov N. V., Rozendorn E. R. *Lineinaya algebra i mnogomernaya geometriya* [Linear Algebra and Multidimensional Geometry]. Moscow: Glavnaya redaktsiya fiziko-matematicheskoy literatury «Nauka», 1974. 544 p.
14. Furman Ya.A., Krevetsky A.V., Peredreev A.K. et al. *Vvedenie v konturnyy analiz i ego prilozheniya k obrabotke izobrazheniy i signalov* [Introduction to Contour Analysis and its Applications to Image and Signal Processing]. Moscow: Fizmatlit, 2002. 592 p.
15. Furman Ya. A. *O dvukh zamechatel'nykh vidakh zamknutykh konturov izobrazheniy* [On Two Remarkable Types of Closed Image Contours]. *Radioelektronika i elektronika* [Radio Engineering and electronics]. 1993. Vol. 39. Pp. 1054-1061.
16. Furman Ya.A., Rozhentsov A.A., Hafizov R.G. *Konturnyy analiz signalov i izobrazheniy v infokommunikatsionnykh sistemakh* [Loop Signal and Image Analysis in Infocommunication Systems]. *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. 29-63.
17. Vasin V. A. Vlasov I. B., Egorov Yu. M. et al. *Informatsionnye tekhnologii v radiotekhnicheskikh sistemakh; pod. red. I. B. Fedorova* [Information Technologies in Radio Engineering Systems; edited by I. B. Fedorov]. Moscow: Izd-vo MGTU im. Bauman, 2004. 762 p.
18. Rabiner L., Gold B. *Teoriya i primeneniye tsifrovoy obrabotki signalov; Per. s ang. A. L. Zaytseva, E. G. Nazarenko, N. N. Tetekina; Pod red. Yu. N.*

Aleksandrova [Theory and application of digital signal processing; Translation from English A. L. Zaitsev, E. G. Nazarenko, N. N. Tetekin; Edited by Yu. N. Aleksandrov]. Moscow: Mir, 1978. 848 p.

19. Hafizov R.G. Analiz nepreryvnykh kompleksnoznachnykh signalov, zadayushchikh kontury izobrazheniy ploskikh obyektov [Analysis of Continuous Complex Valued Signals, Specifying Image Contours of Flat Objects]. *Vestnik KGTU im. A.N. Tupoleva* [Bulletin of KNRTU named after A.N. Tupolev]. 2006. № 4. Pp. 24-27.

20. Ohotnikov S. A., Hafizov R. G. Lineinaya fil'tratsiya nepreryvnykh konturov izobrazheniy, zadannykh v kompleksnoznachnom vide [Linear Filtering of Continuous Image Contours, Specified in a

Complex Valued Form]. *Komp'yuternaya optika* [Computer optics]. 2010. Vol. 34, № 3. Pp. 408-416.

21. Hafizov R. G., Ohotnikov S. A. Raspoznavanie nepreryvnykh kompleksnoznachnykh konturov izobrazheniy [Recognition of Continuous Complex Valued Image Contours]. *Izvestiya vuzov. Priborostroenie* [News of universities. Instrument making]. 2012. № 5. Pp. 3-9.

22. Ohotnikov S. A., Hafizov R. G. Diskretizatsiya nepreryvnykh konturov izobrazheniy, zadannykh v kompleksnoznachnom vide [Discretization of Continuous Image Contours, Specified in a Complex Valued Form]. *Komp'yuternaya optika* [Computer optics]. 2012. Vol. 36, № 2. Pp. 274-278.

The article was received 09.09.15.

Citation for an article: Furman Ya. A., Sevastyanov V. V., Ivanov K. O., Hafizov R. G., Svintsov S. N., Kazarinov A. V., Ohotnikov S. A. Contour Mathematical Model of EEG. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 4 (28). Pp. 26-42.

Information about the authors

FURMAN Yakov Abramovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Medical-Biological System Engineering at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is digital image and signal processing, pattern recognition. The author of 150 publications.

SEVASTYANOV Viktor Viktorovich – Doctor of Medicine, Professor of the Chair of Medical-Biological System Engineering at Volga State University of Technology, the Head of the Center for Speech Pathology and Neurorehabilitation of Neurosensor and Motor Disturbances, the Ministry of Healthcare of the Republic of Mari El. The sphere of scientific interests is neurology, programmable electrostimulation, laser stimulation, pharmacological therapy, speech disorders treatment using radio electronic devices. The author of more than 200 publications and 9 patents abroad.

IVANOV Konstantin Olegovich – a postgraduate student of the Chair of Medical-Biological System Engineering at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is digital image and signal processing. The author of 20 publications.

HAFIZOV Rinat Gafiyatulloevich – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Medical-Biological System Engineering at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is digital signal processing, image recognition and processing. The author of 120 publications, co-author of 3 monographs.

SVINTSOV Sergey Nikolaevich – a neurologist of the highest medical category, the Republican Clinical Hospital in the Republic of Mari El.

KAZARINOV Artemiy Vitalievich – a postgraduate student of the Chair of Medical-Biological System Engineering at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is digital image and signal processing. The author of 1 publication.

OHOTNIKOV Sergey Arkadievich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Medical-Biological System Engineering at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is digital signal processing, processing of group point object images. The author of 9 publications.

УДК 351.814.2

СПОСОБЫ УЧЁТА ФАКТОРОВ РИСКА В ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТА ВОЗДУШНОГО СУДНА

Р. Э. Ирмалиев

Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил
«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»,
Российская Федерация, 394064, Воронеж, ул. Старых большевиков, 54 А
E-mail: ramazan@irmaliev.ru

Определено научное понятие риска в авиационной системе. Предложены научно обоснованные способы учёта вероятных неконтролируемых событий, способных оказать влияние на безопасное состояние авиационной системы в алгоритмах работы информационной системы безопасности полёта воздушного судна на основе применения событийного моделирования и методов теории информации. Для наглядности представлена абстрактная событийная модель безопасного полёта воздушного судна.

Ключевые слова: безопасность полёта; авиационная система; способ учёта факторов риска в авиационной системе; информационная система безопасности полёта воздушного судна.

Список литературы

1. Руководство по управлению безопасностью полетов (РУБП). ИКАО, Документ ИКАО Doc. 9859 AN/474 Издание третье, 2013. – 297 с.
2. Конвенция о международной гражданской авиации ИКАО, Документ ИКАО Doc. 7300/9. Издание девятое, 2006. – 51 с.
3. *Панфилова, Э.А.* Понятие риска: многообразие подходов и определений / Э.А. Панфилова // Теория и практика общественного развития. – 2010. – № 4. – С. 30-34.
4. *Найт, Ф.Х.* Риск, неопределенность и прибыль / Ф.Х. Найт; перевод с английского. – М.: Дело, 2003. – 360 с.
5. Правила расследования авиационных происшествий и авиационных инцидентов с государственными воздушными судами в Российской Федерации (ПРАПИ-2000). Утверждены Постановлением Правительства Российской Федерации от 2 декабря 1999 г. № 1329. С изменениями и дополнениями от: 30 января 2008 г., 7 декабря 2011 г. – М.: Военное издательство, 2012. – 80 с.
6. *Мальшев, В.А.* Теоретические основы построения системы управления техногенными рисками на промышленных предприятиях: монография / В.А. Мальшев, Ю.В. Никитенко. – Воронеж: ИПЦ «Научная книга», 2015. – 240 с.
7. *Хохлов, Н.В.* Управление риском / Н.В. Хохлов. – М.: ЮНИТИ, 2001. – 241 с.
8. *Жмеренецкий, В.Ф.* Активное обеспечение безопасности полета летательного аппарата: методология, модели, алгоритмы / В.Ф. Жмеренецкий, К.Д. Полулях, О.Ф. Акбашев. – М.: Издательство «Ленанд», 2014. – 320 с.
9. *Овчаров, В.Е.* Человеческий фактор в авиационных происшествиях / В.Е. Овчаров. – М.: Полиграф, 2005. – 80 с.
10. *Поспелов, Д.А.* Ситуационное управление: теория и практика / Д.А. Поспелов. – М.: Издательство «Наука», 1986. – 282 с.
11. *Ерусалимский, М.А.* Ситуационное понимание» как фактор авиационных происшествий / М.А. Ерусалимский // Авиасоюз. – 2012. – № 4. – С. 55-56.

Статья поступила в редакцию 14.09.15.

Для цитирования: Ирмалиев Р. Э. Способы учёта факторов риска в информационной системе безопасности полёта воздушного судна // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 4 (28). – С. 43-52.

Информация об авторе

ИРМАЛИЕВ Рамазан Эльдусович – кандидат военных наук, доцент, начальник кафедры боевой подготовки и безопасности полётов командного факультета, Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». Область научных интересов – безопасность полётов авиации. Автор 105 публикаций.

UDC 351.814.2

METHODS OF RISK FACTORS RECORD IN THE INFORMATION SYSTEM OF AIRCRAFT FLIGHT SAFETY**R. E. Irmaliev**

Military Educational and Scientific Centre of Air Forces «Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin»,
Russian Federation, 394064, Voronezh, Starykh Bolshevikov Street, 54 A
E-mail: ramazan@irmaliev.ru

Key words: flight safety; aviation system; method of risk factors record in aviation system; information system of aircraft flight safety.

ABSTRACT

Introduction. The solution of the practical problem of modern aviation flight safety requires the search for new ways and methods of the prevention of unfavorable aviation events, leading to aviation incidents with aircraft. It is necessary to find an unambiguous and acceptable from the scientific point of view definition of the notion «risk» in the aviation system. For this purpose, the methods of the information theory, event-driven simulation, and the deterministic approach to problem solution were suggested. Besides, it is necessary to offer a complex decision on flight risk factors record in an on-board information system of aircraft. The **purpose** of the work is to give the correct definition of a risk in the aviation system and methods of its record during aircraft flight safety control. In the creation of the flight safety control system using the suggested information approach, the notion «risk» in flight safety control can be defined as the probability of the emergence of a set of independent events, leading to an aviation accident or incident, which has at least one event that is not observed or amenable to formalization, registration or control in the aviation system. The amount of the risk is determined as the share of uncertainty in the aviation system or so called «nonmeasurable» risk. In order to solve flight safety problems, it is necessary to use the system of aircraft flight safety information support, implementing two important interrelated functions. The first function is the decrease in uncertainty in the aviation system. The second function is the control of «nonmeasurable» risks, i. e. the transfer of risks from a human operator to specialized technical facilities and the development of supplementary measures to exclude other probable uncontrollable dangerous simple events, which can lead to aviation incidents. **Results.** 1) The correct notion of «risk» in the aviation system is given; 2) Based on the event-driven model of AF safe flight, two methods of risk factors record in the aviation system are presented, using main methods of the risk control theory: the method of risk factors record, using the method of renunciation of the risk by means of uncertainty elimination in the aviation system and the method of the transfer of risks, connected with the unsatisfactory activity of a human operator in the aviation system to specialized technical facilities.

REFERENCES

1. Rukovodstvo po upravleniyu bezopasnost'yu poletov (RUBP). ICAO, Dokument IKAO Doc. 9859 AN/474. [Flight Safety Control Directive. ICAO, Document IKAO Doc. 9859 AN/474]. The third edition, 2013. 297 p.
2. Konventsiya o mezhdunarodnoy grazhdanskoy aviatsii ICAO, Dokument IKAO Doc. 7300/9 [Convention on International Civil Aviation ICAO, Document IKAO Doc. 7300/9]. The ninth edition, 2006. 51 p.
3. Panfilova E.A. Ponyatie riska: mnogoobrazie podkhodov i opredeleniy [The Notion of «Risk»: Diversity of Approaches and Definitions]. *Teoriya i praktika obshchestvennogo razvitiya* [Theory and practice of social development]. 2010. № 4. Pp. 30-34.
4. Knight F.H. Risk, neopredelennost' i pribyl' [Risk, Uncertainty, and Profit] / Translation from English. Moscow: Delo, 2003. 360 p.
5. Pravila rassledovaniya aviatsionnykh proisshestviy i aviatsionnykh intsidentov s gosudarstvennymi vozdushnymi sudami v Rossiyskoy Federatsii (PRAPI-2000). Utverzhdeny Postanovleniem Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 2 dekabrya 1999 g. № 1329. S izmeneniyami i dopolneniyami ot: 30 yanvarya 2008 g., 7 dekabrya 2011 g. [Rules of the Investigation of Aviation Accidents and Incidents with State Aircraft in the Russian Federation. Approved by

the Decree of the Government of the Russian Federation from December 2, 1999 № 1329. Revised and Amended January 30, 2008, December 7, 2011. Moscow: Voennoe izdatel'stvo, 2012. 80 p.

6. Malyshev V.A., Nikitenko Yu.V. *Teoreticheskie osnovy postroeniya sistemy upravleniya tekhnogennymi riskami na promyshlennykh predpriyatiyakh: monografiya* [Theory of the Design of the Anthropogenic Risk Control System at Industrial Enterprises: Monograph]. Voronezh: IPTs «Nauchnaya kniga», 2015. 240 p.

7. Hohlov N.V. *Upravlenie riskom* [Risk Control]. Moscow: UNITI, 2001. 241 p.

8. Zhmerenetsky V.F., Polulyakh K.D., Akbashev O.F. *Aktivnoe obespechenie bezопасnosti poleta letatel'nogo apparata: metodologiya, modeli,*

algoritmy [Active Aircraft Flight Protection: Methodology, Models, Algorithms]. Moscow: Izdatel'stvo «Lenand», 2014. 320 p.

9. Ovcharov V.E. *Chelovecheskiy faktor v aviatsionnykh proisshestviyakh* [Human Factor in Aviation Incidents]. Moscow: Polygraph, 2005. 80 p.

10. Pospelov D.A. *Situatsionnoe upravlenie: teoriya i praktika* [Situational Management: Theory and Practice]. Moscow: Publishing house «Nauka», 1986. – 282 p.

11. Erusalimsky M.A. «Situatsionnoe ponimanie» kak faktor aviatsionnykh proisshestviy [«Situational Understanding» as a Factor of Aviation Incidents]. *Aviasoyuz* [Aviasoyuz]. 2012. № 4. Pp. 55-56.

The article was received 14.09.15.

Citation for an article: Irmaliev R. E. Methods of Risk Factors Record in the Information System of Aircraft Flight Safety. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 4 (28). Pp. 43-52.

Information about the author

IRMALIEV Ramazan Eldusovich – Candidate of Military Sciences, Associate Professor, the Head of the Chair of Combat Training and Flight Safety of the Command Faculty, Military Educational and Scientific Centre of the Air Force «The Air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Yu. A. Gagarin». The sphere of scientific interests is aviation flight safety. The author of 105 publications.

УДК 004.33

КЛАССИФИКАЦИЯ СИСТЕМ ХРАНЕНИЯ ДАННЫХ

М. А. Сибиряков

Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: maxover777@bk.ru

Исследуются существующие классификационные критерии систем хранения данных, разрабатываются новые критерии оценки таких систем. Предлагается единая многокритериальная классификация систем хранения данных.

Ключевые слова: хранение информации; системы хранения данных; классификация; RAID; сетевые протоколы.

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

Список литературы

1. Storage Network Explained: Basic and Application of Fibre Channel SAN, NAS, iSCSI, InfiniBand and FCoE, second edition / U. Troppens and etc. – Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2009. – 564 p.
2. Farley, M. Building Storage Networks, second edition / M. Farley. – Osborne: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2001. – 596 p.
3. Сибиряков, М.А. Анализ архитектур интеллектуальных систем хранения данных / М.А. Сибиряков, Н.С. Васяева // В мире научных открытий. Сер.: Математика. Механика. Информатика. – 2013. – № 2 (38). – С. 32-51.
4. Сибиряков, М.А. Сравнительный анализ основных моделей интеллектуальных систем хранения данных в процессе их эволюции / М.А. Сибиряков, Н.С. Васяева // Сборник трудов всерос. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе». – Йошкар-Ола: Изд-во ПГТУ, 2012. – Ч. 1. – С. 99-105.
5. Somasundaram, G. Information storage and management: Storing, Managing, and Protecting Digital Information in Classic, Virtualized, and Cloud Environments, 2nd Edition / G. Somasundaram, A. Shrivastava. – Indianapolis.: Wiley Publishing, Inc., 2012. – 528 p.
6. Орлов, С. СХД: от мала до велика // Журнал сетевых решений LAN. – М: Открытые системы, 2012. – № 4. – [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.osp.ru/lan/2012/04/13014660/> (дата обращения: 10.10.2012).
7. Jayaswal, K. Administering Data Centers: Servers, Storage, and Voice over IP / K. Jayaswal. – Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2006. – 632 p.
8. Сибиряков, М.А. Анализ основных уровней RAID, используемых в интеллектуальных системах хранения данных / М.А. Сибиряков // Сборник трудов всерос. науч.-практ. конф. «Информационные технологии в профессиональной деятельности и научной работе». – Йошкар-Ола: Изд-во ПГТУ, 2013. – Ч.2. – С. 144-147.
9. Krischer, J. White paper: Storage is Still Not a Commodity: an Updated Comparison of High End Storage Subsystems [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.joshkrischer.com/files/Storage_is_not_a_commodity_v2.pdf (дата обращения: 11.02.2013).
10. Hitachi Lighting 9900 Series Architecture guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.manualslib.com/manual/67931/Hitachi-9900-Series.html> (дата обращения: 20.02.2013).
11. Hitachi virtual storage platform architecture guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hds.com/assets/pdf/hitachi-architecture-guide-virtual-storage-platform.pdf> (дата обращения: 22.02.2013).
12. Symmetrix storage systems product description guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www.bull-online.co.uk/pdf_files/symm8000_prodguide.pdf (дата обращения: 01.03.2013).
13. EMC Symmetrix DMX architecture guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.emc.com/collateral/hardware/solution-overview/c1011-symm-dmx-architecture-prod-desc-gd.pdf> (дата обращения: 11.03.2013).
14. EMC Symmetrix VMAX with engineuity product description guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.emc.com/collateral/hardware/product-description/h6544-vmax-w-engineuity-pdg.pdf> (дата обращения: 14.03.2013).
15. IBM DS8870 Architecture and implementation (Release 7.5) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg248085.pdf> (дата обращения: 19.03.2013).
16. IBM TotalStorage Enterprise Storage Server Model 800 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246424.pdf> (дата обращения: 29.03.2013).
17. IBM RAMAC 3 Array storage [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg244835.pdf> (дата обращения: 08.04.2013).
18. Hitachi TagmaStore® Modular Storage Architecture Guide [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.hds.com/assets/pdf/tagmastore-adaptable-modular-storage-and-workgroup-modular->

storage-architecture-guide.pdf (дата обращения: 10.04.2013).

Статья поступила в редакцию 13.11.15.

Для цитирования: Сибиряков М. А. Классификация систем хранения данных // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 4 (28). – С. 53-66.

Информация об авторе

СИБИРЯКОВ Максим Андреевич – аспирант кафедры информационно-вычислительных систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – хранение данных. Автор 12 публикаций.

UDC 004.33

CLASSIFICATION OF DATA STORAGE SYSTEMS

M. A. Sibiriyakov

Volga State University of Technology,
3, Lenin Square, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: maxover777@bk.ru

Key words: *information storage; data storage systems; classification; RAID; network protocols.*

ABSTRACT

Introduction. *In recent years there have been many different architectures and technologies in the field of data storage. However, it should be noted, that the development of such systems is a relatively new area of computing. Systematization and classification of theoretical knowledge in this field for the possibility of the comprehensive study and the analysis of similar systems are required. In existing scientific literature there is no exhaustive classification of data storage systems. Known attempts to classify them are limited. Uniform and accurate classification is necessary for the reflection of tendencies of system development. It is necessary for the possibility of the choice of development and research directions in this area and above all, for the possibility of the multicriterion analysis of systems. Besides the scientific assessment, this classification allows analyzing features of a system from a practical point of view. Such a necessity appears when choosing the necessary decision depending on these or those techno-economic and operational requirements. Based on it, the main **objective** of the article is the synthesis of known classifications with the increase in a number of criteria. To achieve this purpose, one had to solve the following **problems**: a) the research and analysis of the development of technologies and data storage systems creation; b) determination of criteria of existing classifications; c) development of a uniform classification of DSS by means of the unification of existing classifications and the addition to them. The offered multiaspect classification of data storage systems is the system of interconnected classifications according to several criteria. Each criterion allows characterizing one of system sides. It is possible to refer the following **basic criteria** to them: 1) functionality of the controller, 2) performance level, 3) method of the connection to servers, 4) method of elements connection, 5) type of stored data and 6) number of modules of data processing. It is worth mentioning, that criteria number 4), 6) were offered by the author of this article on the basis of conducted research. Additional criteria allow giving full assessment of architectural features of investigated systems. **Conclusion.** *The variety of studied objects can be wide, and the classification gives considerable help in their study. It allows systematizing knowledge in this or that area. The classification implies the division of the set of studied objects into groups by some criteria. It allows analyzing investigated systems from different points of view in detail. In the article the problem of the development of the uniform multiaspect classification was set and solved. As a result of the conducted research and the analysis of the historical development of data storage systems, several criteria for their classification were selected. In total there were six basic criteria, two of which were offered by the author. The developed classification allows studying and analyzing data storage systems fully.**

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

REFERENCES

1. U. Troppens and etc. Storage Network Explained: Basic and Application of Fibre Channel SAN, NAS, iSCSI, InfiniBand and FCoE, second edition. Chichester: John Wiley & Sons Ltd, 2009. 564 p.
2. Farley M. Building Storage Networks, second edition. Osborne: The McGraw-Hill Companies, Inc., 2001. 596 p.
3. Sibiryakov M.A., Vasyaeva N.S. Analiz arkhitektur intellektual'nykh sistem khraneniya dannykh [Analysis of Architectures of Intelligence Data Storage Systems]. *V mire nauchnykh otkrytiy. Ser.: Matematika. Mekhanika. Informatika* [In the World of Scientific Discoveries. Ser. Mathematics. Mechanics. Informatics]. 2013. № 2 (38). Pp. 32-51.
4. Sibiryakov M.A., Vasyaeva N.S. Sravnitel'nyy analiz osnovnykh modeley intellektual'nykh sistem khraneniya dannykh v protsesse ikh evolyutsii [Comparative Analysis of the Main Models of Intelligence Data Storage Systems in the Process of their Evolution]. *Sbornik trudov vseros. nauch.-prakt. konf. «Informatsionnye tekhnologii v professional'noy deyatel'nosti i nauchnoy rabote»* [Proceedings of All-Russian Theoretical and Practical Conference – «Information Technologies in Professional Activity and Research Work»]. Yoshkar-Ola: Publishing house of Volga State University of Technology, 2012. Pt.1. Pp. 99-105.
5. Somasundaram G., Shrivastava A. Information storage and management: Storing, Managing, and Protecting Digital Information in Classic, Virtualized, and Cloud Environments, 2nd Edition. Indianapolis.: Wiley Publishing, Inc., 2012. 528 p.
6. Orlov S. SHD: ot mala do velika [DSS: from Small to Big]. *Zhurnal setevykh resheniy LAN. M: Otkrytye sistemy* [Network Solutions Journal LAN – M: Open Systems], 2012. № 4 [Electronic resource]. Access mode: <http://www.osp.ru/lan/2012/04/13014660/> (date of reference: 10.10.2012).
7. Jayaswal K. Administering Data Centers: Servers, Storage, and Voice over IP. Indianapolis: Wiley Publishing, Inc., 2006. 632 p.
8. Sibiryakov M.A. Analiz osnovnykh urovney RAID, ispol'zuemykh v intellektual'nykh sistemakh khraneniya dannykh [Analysis of Main RAID Levels, Used in Intelligence Data Storage Systems]. *Sbornik trudov vseros. nauch.-prakt. konf. «Informatsionnye tekhnologii v professional'noy deyatel'nosti i nauchnoy rabote»* [Proceedings of All-Russian Theoretical and Practical Conference – «Information Technologies in Professional Activity and Research Work»]. Yoshkar-Ola: Publishing house of Volga State University of Technology, 2012. Pt.1. Pp. 144-147.
9. Krischer J. White paper: Storage is Still Not a Commodity: an Updated Comparison of High End Storage Subsystems [Digital resource]. Access: http://www.joshkrischer.com/files/Storage_is_not_a_commodity_v2.pdf (date of reference: 11.02.2013).
10. Hitachi Lighting 9900 Series Architecture guide [Digital resource]. – Access: <http://www.manual-slib.com/manual/67931/Hitachi-9900-Series.html> (date of reference: 20.02.2013).
11. Hitachi virtual storage platform architecture guide [Digital resource]. Access: <https://www.hds.com/assets/pdf/hitachi-architecture-guide-virtual-storage-platform.pdf> (date of reference: 22.02.2013).
12. Symmetrix storage systems product description guide [Digital resource]. Access: http://www.bull-online.co.uk/pdf_files/symm8000_prodguide.pdf (date of reference: 01.03.2013).
13. EMC Symmetrix DMX architecture guide [Digital resource]. Access: <http://www.emc.com/collateral/hardware/solution-overview/c1011-symm-dmx-architecture-prod-desc-gd.pdf> (date of reference: 11.03.2013).
14. EMC Symmetrix VMAX with enginuity product description guide [Digital resource]. Access: <http://www.emc.com/collateral/hardware/product-description/h6544-vmax-w-enginuity-pdg.pdf> (date of reference: 14.03.2013).
15. IBM DS8870 Architecture and Implementation (Release 7.5) [Digital resource]. Access: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg248085.pdf> (date of reference: 19.03.2013).
16. IBM TotalStorage Enterprise Storage Server Model 800 [Digital resource]. Access: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg246424.pdf> (date of reference: 29.03.2013).
17. IBM RAMAC 3 Array storage [Digital resource]. Access: <http://www.redbooks.ibm.com/redbooks/pdfs/sg244835.pdf> (date of reference: 08.04.2013).
18. Hitachi TagmaStore® Modular Storage Architecture Guide [Digital resource]. Access: <https://www.hds.com/assets/pdf/tagmastore-adaptable-modular-storage-and-workgroup-modular-storage-architecture-guide.pdf> (date of reference: 10.04.2013).

The article was received 13.11.15.

Citation for an article: Sibiryakov M. A. Classification of Data Storage Systems. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems. 2015. No 4 (28). Pp. 53-66.

Information about the author

SIBIRYAKOV Maksim Andreevich – a postgraduate student of the Chair of Information-Computer Systems, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is data storage. The author of 12 publications.

ЭЛЕКТРОНИКА

УДК. 666.3.019

РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ ПОВЫШЕНИЯ НАДЁЖНОСТИ КОММУТАЦИОННЫХ ПЛАТ В ОБЛАСТИ МЕЖСЛОЙНЫХ ПЕРЕХОДОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ МЕТАЛЛОКЕРАМИЧЕСКИХ КОРПУСОВ МИКРОСХЕМ

Е. В. Ермолаев¹, Н. М. Скулкин²

¹Марийский государственный университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 1
E-mail: genek2011@inbox.ru

²Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: Skulkin48@mail.ru

Рассматривается один из механизмов образования микротрещин металлокерамических плат в области межслойных переходов. Доказано, что наличие пор на границе системы материалов «керамика – межслойный переход» служит барьером для пропитки межслоевой металлизации стеклофазой керамики. Проведён расчёт радиальных и тангенциальных напряжений вокруг пор и выделено преобладающее влияние последних на образование микротрещин. Разработан метод формирования межслойных переходов, который не приводит к образованию микротрещин в керамике.

Ключевые слова: *металлокерамическая плата; стеклофаза; межслойный переход; микротрещина; островковая пропитка.*

Список литературы

1. Козлов, П.И. Проблема разработки системы качества металлокерамических плат и корпусов микросхем / П.И. Козлов, Н.М. Скулкин, Е.В. Михеева // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2011. – № 3 (13). – С.102-108.
2. Скулкин, Н.М. Стабилизация металлокерамических спаев на этапе металлизации пластичных заготовок коммутационных плат / Н.М. Скулкин, Е.В. Михеева // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2013. – № 2 (18). – С. 82-86.
3. Ермолаев, Е.В. Разгерметизация металлокерамических корпусов в области межслойных проводников в производственных условиях/ Е.В. Ермолаев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2014. – № 1 (20). – С.87-92.
4. Ермолаев, Е.В. Структурные напряжения в межслойных проводниках металлокерамических корпусов в производственных условиях / Е.В. Ермолаев // Наука. Технологии. Производство. – 2014. – № 1. – С.67-72.
5. Ермолаев, Е.В. Стабилизация термомеханической прочности металлокерамических плат и корпусов микросхем в процессе циклической высокотемпературной обработки / Е.В. Ермолаев, Н.М. Скулкин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2014. – № 2 (21). – С. 75-83.
6. Ермолаев, Е.В. Технология восстановления и стабилизации качества межслойных переходов металлокерамических коммутационных плат / Е.В. Ермолаев // Вестник «Европа–Азия».

Сер. Технические науки. – 2015. – № 4 (13). – С. 13-15.

7. Гегузин, Я.Е. Физика спекания / Я. Е. Гегузин. – М.: Наука, 1984. – 312 с.

8. Батыгин, В.Н. Вакуумно-плотная керамика и ее спаи с металлами / В.Н. Батыгин, И.И. Метелкин, А.М. Решетников. – М.: Энергия, 1973. – С. 259-260.

Статья поступила в редакцию 12.11.15.

Для цитирования: Ермолаев Е. В., Скулкин Н. М. Разработка методов повышения надёжности коммутационных плат в области межслойных переходов при производстве металлокерамических корпусов микросхем // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 4 (28). – С. 67-74.

Информация об авторах

ЕРМОЛАЕВ Евгений Валерьевич – аспирант кафедры физики и методики обучения физике, Марийский государственный университет. Область научных интересов – физические причины дефектности металлокерамических дисперсных систем. Автор 15 публикаций.

СКУЛКИН Николай Михайлович – доктор технических наук, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – физические причины дефектности металлокерамических корпусов и металлокерамических плат. Автор 50 публикаций и 20 авторских свидетельств и патентов.

UDC 666.3.019

DEVELOPMENT OF INTERCONNECTION BOARD RELIABILITY IMPROVEMENT METHODS IN VIA AREAS WHEN PRODUCING METAL-CERAMIC MICROCIRCUIT PACKAGES

E. V. Ermolaev¹, N. M. Skulkin²

¹Mary State University,
3, Lenin Squire, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: genek2011@inbox.ru

²Volga State University of Technology,
3, Lenin Squire, Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation
E-mail: Skulkin48@mail.ru

Key words: metal-ceramic board; glass phase; via; microcrack; partial impregnation.

ABSTRACT

Introduction. One of the most frequently applied methods of providing the electric connection between separate layers of a metal-ceramic microcircuit package is the formation of vertical conductors (vias) in interconnection boards. A typical defect when producing such items is microcrack formation in the area of vias, absorbing moisture and the technological environment and thereby decreasing sharply microcircuit corrosion resistance during the service. Defect precipitation depends on the dynamics of the shrinkage effects of dissimilar materials of the board in the process of high-temperature processing. That's why local stresses arise, which in their turn lead to the loss in reliability of a metal-ceramic unit and finally, depressurization of the package as a whole. The **aim** of this work is the development of the method of this defect prevention at the stage of metal-ceramic board production. To achieve this purpose, we set the problem, where the cause for interlayer metallization and ceramics shrinkage factors mismatch was investigated. Meanwhile the **method** of situational modeling was used, that didn't distort the reality of the considered physical-chemical process. According to investigation **results**, the physical model of the partial impregnation of the via has been theoretically developed and experimentally confirmed. The cause for the formation of local stresses on the border of materials «ceramics-via» has been revealed. The method of via formation, excepting microcracking in the via area was developed.

REFERENCES

1. Kozlov P.I., Skulkin N.M., Miheeva E.V. Problema razrabotki sistemy kachestva metallokeramicheskikh plat i korpusov mikroskhem [The Problem of Development of the Quality System of Metal-Ceramic Boards and Microcircuit Packages]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo uni-*

versiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy [Vestnik of Mari State Technical University. Ser. Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2011. № 3 (13). Pp.102-108.

2. Skulkin N.M., Miheeva E.V. Stabilizatsiya metallokeramicheskikh spaev na etape metallizatsii plastichnykh zagotovok kommutatsionnykh plat [Stabilization of Metal-Ceramic Seals at the Stage of Metallization of Plastic Billets of Interconnection Boards]. *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. 82-86.

3. Ermolaev E.V. Razgermetizatsiya metallokeramicheskikh korpusov v oblasti mezhsloinykh provodnikov v proizvodstvennykh usloviyakh [Depressurization of Metal-Ceramic Packages in the Area of Interlayer Conductors under Production Conditions]. *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 (28). Pp. 87-92.

4. Ermolaev E.V. Strukturnye napryazheniya v mezhsloinykh provodnikakh metallokeramicheskikh korpusov v proizvodstvennykh usloviyakh [Structural Stresses in Interlayer Conductors of Metal-Ceramic

Packages under Production Conditions]. *Nauka. Tekhnologii. Proizvodstvo*. [Science. Technologies. Production.]. 2014. № 1. Pp.67-72.

5. Ermolaev E.V., Skulkin N.M. Stabilizatsiya termomekhanicheskoy prochnosti metallokeramicheskikh plat i korpusov mikroskhem v protsesse tsiklicheskoy vysokotemperaturnoy obrabotki [Stabilization of Thermomechanical Strength of Metal-Ceramic Boards and Microcircuit Packages in the Process of Cyclic High-Temperature Processing]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser. Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2014. № 2 (21). Pp.75-83.

6. Ermolaev E.V. Tekhnologiya vosstanovleniya i stabilizatsii kachestva mezhsloinykh perekhodov metallokeramicheskikh kommutatsionnykh plat [Technology of Restoration and Stabilization of the Quality of Metal-Ceramic Interconnection Board Vias]. *Vestnik «Evropa–Aziya». Ser. Tekhnicheskie nauki* [Bulletin «Europe–Asia». Ser. Technical Sciences]. 2015. № 4 (13). Pp.13-15.

7. Geguzin Ya.E. Fizika spekaniya [Physics of Sintering]. Moscow: Nauka, 1984. 312 p.

8. Batygin V.N., Metelkin I.I., Reshetnikov A.M. Vakuumno-plotnaya keramika i ee spai s metallami [Vacuum-Tight Ceramics and its Seals with Metals]. Moscow: Energia, 1973. Pp. 259-260.

The article was received 12.11.15.

Citation for an article: Ermolaev E. V., Skulkin N. M. Development of Interconnection Board Reliability Improvement Methods in Via Areas When Producing Metal-ceramic Microcircuit Packages. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 4 (28). Pp. 67-74.

Information about the authors

ERMOLAEV Evgeny Valerievich – a postgraduate student of the Chair of Physics and Teaching Methodology, Mari State University. The sphere of scientific interests is physical causes for the faultiness of metal-ceramic dispersive systems. The author of 15 publications.

SKULKIN Nikolay Mikhailovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Life Safety, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is physical causes for the faultiness of metal-ceramic packages and boards. The author of 50 publications and 20 author's certificates and patents.

УДК 621.396.6.019.6

ВЫБОР ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПРИ ОЦЕНКЕ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ

Ю. В. Захаров, Н. Г. Моисеев

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

Разработан метод оценки информативности показателей качества изделий электронной техники на стадии производства. Основой метода является проверка гипотезы о равенстве начальных моментов первого порядка для проверяемых выборок. Исследован вопрос оценки оптимального объёма выборки изделий предложенного метода. Определены информативные параметры приборов – вычитающих потенциалоскопов ЛН9.

Ключевые слова: показатели качества; информативность параметров; критерий Стьюдента; объём выборки; коэффициент весомости.

Список литературы

1. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных / Н. И. Сидняев. – М.: Изд-во Юрайт, 2014. – 495 с.
2. Diestel, R. Graph Theory, Electronic Edition / R. Diestel. – NY.: Springer-Verlag, 2005. – 422 с.
3. Орлов, А. И. Организационно-экономическое моделирование. Ч. 2. Экспертные оценки / А. И. Орлов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2011. – 486 с.
4. Кудряшов, Б. Д. Теория информации / Б. Д. Кудряшов. – СПб.: Изд-во Питер, 2009. – 320 с.
5. Фомин, Я. А. Распознавание образов: теория и применение; 2-е изд. / Я. А. Фомин. – М.: ФАЗИС, 2012. – 429 с.
6. Колесникова, С. И. Методы анализа информативности разнотипных признаков / С. И. Колесникова // Вестник Томского государственного университета. Управление, вычислительная техника и информатика. – 2009. – № 1(6). – С. 70 – 80.
7. Гмурман, В. Е. Теория вероятности и математическая статистика / В. Е. Гмурман. – М.: Изд-во Юрайт, 2012. – 479 с.
8. Ferris, C. D. Operating characteristics for the common statistical tests of significance / C. D. Ferris, F. E. Grubbs, C. L. Weaver // The Annals of Mathematical Statistics. – 2006. – Vol.17, № 2. – Pp. 123-129.

Статья поступила в редакцию 23.10.15.

Для цитирования: Захаров Ю. В., Моисеев Н. Г. Выбор показателей при оценке качества изделий электронной техники // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 4 (28). – С. 75-84.

Информация об авторах

ЗАХАРОВ Юрий Владимирович – кандидат технических наук, профессор кафедры проектирования и производства электронно-вычислительных средств, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – математическое моделирование и надёжность электронных средств. Автор 76 публикаций.

МОИСЕЕВ Николай Геннадьевич – кандидат технических наук, доцент кафедры информационно-вычислительных систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – ускоренные испытания на надёжность и надёжно-ориентированное проектирование изделий электронной техники. Автор 30 публикаций.

UDC 621.396.6.019.6

SELECTION OF INDICATORS WHEN EVALUATING ELECTRONIC ENGINEERING ITEM QUALITY

Yu. V. Zaharov, N. G. Moiseev

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

Key words: quality indicators; parameter informativity; Student's test; sample size; weight coefficient.

ABSTRACT

Introduction. The selection of controlled quantitative indicators of the technical state of electronic engineering items at the stage of production is considered to be the main task when evaluating their quality. Meanwhile it is necessary to remember, that a part of indicators contains insignificant information about the item quality. The elimination of indicators, which provide little information, simplifies the algorithm of making the decision on the item quality level and minimizes material and time costs when evaluating and predicting its reliability. The analysis of existing approaches of the estimation of technical object parameter informativity (based on the theories: passive and active experiments; a graph theory; expert evaluation; an information theory; pattern recognition) showed their insufficient efficiency, subjectivism, complexity, the lack of engineering methods when selecting electronic engineering item quality indicators. The **purpose** of the work is the development of the method of the selection of controlled indicators of electronic engineering item quality at the stage of production. **The essence of the method.** Unstable parameters contain more information about the technical object, than stable parameters. The instability measure of the electronic engineering item quality indicator in the production process is significant discrepancy of its initial time of the first order (the mean value) for two sampling groups, which are different from each other in terms of item production quality or indicator control time during factory testing of their reliability. Instability evaluation of electronic engineering item quality indicators is carried out by checking the hypothesis as to the equality of averages using a Student's test. The use of this criterion requires preliminary hypothesis check of dispersion equality in investigated item samples, which is implemented using a Fisher's test. The offered algorithm of the initial time method allows receiving weight coefficients for each controlled item quality indicator. The work considers the problem of the selection of the minimal volume of items, which allows receiving the power of the Student's test not less than specified. **Practical results.** The offered method can be applied for the selection of indicators of the quality of different electronic engineering item types. Its approbation was implemented when choosing controlled parameters of electron-beam equipment – barrier-grid storage tubes.

REFERENCES

1. Sidnyaev N. I. *Teoriya planirovaniya eksperimenta i analiz statisticheskikh dannykh* [Theory of Experiment Planning and Statistical Data Analysis]. Moscow: Izd-vo Yurait, 2014. 495 p.
2. Diestel R. *Graph Theory*, Electronic Edition. NY.: Springer-Verlag, 2005. 422 p.
3. Orlov A. I. *Organizatsionno-ekonomicheskoe modelirovanie. Ch. 2. Ekspertnye otsenki* [Economic-Organizing Modeling. Part 2. Expert Evaluation]. Moscow: Izd-vo MGTU im. N. E. Baumana, 2011. 486 p.
4. Kudryashov B. D. *Teoriya informatsii* [Information Theory]. Saint Petersburg: Izd-vo Piter, 2009. 320 p.
5. Fomin Ya. A. *Raspoznavanie obrazov: teoriya i primeneniye* [Pattern Recognition: Theory and Application]; the second edition. Moscow: FAZIS, 2012. 429 p.
6. Kolesnikova S. I. *Metody analiza informativnosti raznotipnykh priznakov* [Methods of the Informativity Analysis of Polytypic Signs]. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika i informatika* [Bulletin of Tomsk State University. Control, Computer Engineering and Informatics]. 2009. № 1(6). Pp. 70 – 80.
7. Gmurman V. E. *Teoriya veroyatnosti i matematicheskaya statistika* [Probability Theory and Mathematical Statistics]. Moscow: Izd-vo Yurait, 2012. 479 p.
8. Ferris C. D., Grubbs F. E., Weaver C. L. Operating characteristics for the common statistical tests of significance. *The Annals of Mathematical Statistics*. 2006. Vol.17, № 2. Pp. 123-129.

The article was received 23.10.15.

Citation for an article: Zaharov Yu. V., Moiseev N. G. Selection of indicators when evaluating electronic engineering item quality. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems. 2015. No 4 (28). Pp. 75-84.

Information about the authors

ZAHAROV Yuri Vladimirovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Design and Production of Computing Systems, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is mathematical modeling and reliability of electronic means. The author of 76 publications.

MOISEEV Nikolay Gennadievich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Information and Computing Systems, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is accelerated tests of reliability and reliability-oriented design of electronic engineering products. The author of 30 publications.

НОВИНКИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ. ОБЗОРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВАЖНЫЕ ДАТЫ

УДК 378.001.76

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВСЕРОССИЙСКОЙ (С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ) СТУДЕНЧЕСКОЙ МЕЖДИСЦИПЛИНАРНОЙ ИНТЕРНЕТ-ОЛИМПИАДЫ ИННОВАЦИОННОГО ХАРАКТЕРА «ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СЛОЖНЫХ СИСТЕМАХ»

В. Г. Наводнов¹, Н. М. Лазарева²

¹Поволжский государственный технологический университет,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3
E-mail: vgn8108@mail.ru

²ООО «Национальный фонд поддержки инноваций в сфере образования»,
Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, ул. Первомайская, 148 А
E-mail: iolymps@gmail.com

Рассматриваются проблемы и перспективы развития международного студенческого олимпиадного движения посредством продвижения олимпиад междисциплинарного характера.

Ключевые слова: мониторинг качества обучения; инфокоммуникационные технологии; междисциплинарный подход.

В свете российской образовательной политики, основанной на принципах индивидуализации процесса обучения, выявления талантливой молодежи, способной составить интеллектуальную элиту российского общества, важную роль играет такая форма контроля качества образования, как олимпиада.

Олимпиады – один из добровольных способов самооценки, который пока не имеет достаточно массового характера, но, безусловно, заслуживает внимания в общей контрольно-оценочной системе, особенно при отборе наиболее способных и подготовленных ребят для продолжения обучения на более высоком уровне.

В настоящее время олимпиады решают важные задачи, продиктованные современными тенденциями развития высшего про-

фессионального образования: диагностика компетенций студентов, выявление талантливой молодежи, развитие у студентов творческих способностей, формирование и развитие имиджа социально успешного и творчески активного молодого исследователя и специалиста. Проведение олимпиад различных уровней и направлений позволяет выявить являющихся потенциальным ресурсом инновационной России молодых людей, способных к научным исследованиям.

Междисциплинарная олимпиада «Информационные технологии в сложных системах» проводится с 2009 года и включает в себя четыре направления, связанные с информационными технологиями в сложных технических, социально-экономических, экологических системах, а также в архитектуре и строительстве.

Первый (отборочный, вузовский) тур олимпиады проводится в форме компьютерного тестирования в режиме online на основе полидисциплинарного подхода и содержит задачи по трём дисциплинам циклов ЕН и ОПД (математике, информатике, физике, экономике, экологии), выбранным на основе макроанализа ГОС ВПО для всей совокупности образовательных программ и по видам сложных систем.

Второй (финальный, всероссийский с международным участием) тур междисциплинарной олимпиады проводится в традиционной форме на базе Поволжского государственного технологического университета («Волгатеха», г. Йошкар-Ола). Участникам второго тура предлагаются олимпиадные задания междисциплинарного характера по направлению олимпиады и видам сложных систем.

При разработке олимпиадных заданий акцент делается на оценку не теоретических знаний, а навыков их применения в контекстах, максимально приближенных к будущей профессиональной практике. Участники представляют на суд жюри обоснованные решения заданий. Всем участникам финального тура олимпиады вручаются именные сертификаты, а лауреаты и победители олимпиады награждаются призами и дипломами.

Участие вуза в подобных проектах говорит о готовности вуза к серьёзной оцен-

ке уровня знаний и практических навыков студентов, оценке общих знаний и компетенций и специальных знаний и компетенций по четырём видам сложных систем. Это перспективное направление в сфере оценки качества образования, что подтверждает стремление вузов выработать систему международной оценки качества обучения на основе междисциплинарного подхода (например, проект ANHELLO).

Опыт проведения олимпиады показал большую заинтересованность образовательных учреждений высшего профессионального образования в подобного рода проектах: около 18 тысяч участников из 150 образовательных учреждений Российской Федерации, а также стран ближнего зарубежья.

На рис. 1 представлена диаграмма по распределению стран-участниц в междисциплинарных олимпиадах за 2009–2015 годы. На основании представленных данных можно говорить об абсолютном лидерстве Российской Федерации (17165 участников), достаточно активную позицию занимают также Узбекистан (339 участников) и Казахстан (285 участников). Перспективным, на наш взгляд, является продвижение междисциплинарных олимпиад в Кыргызстане, Беларуси и Азербайджане, а также привлечение к участию других стран СНГ, которые занимают активную позицию в олимпиадном движении: Армении, Таджикистана, Туркменистана.

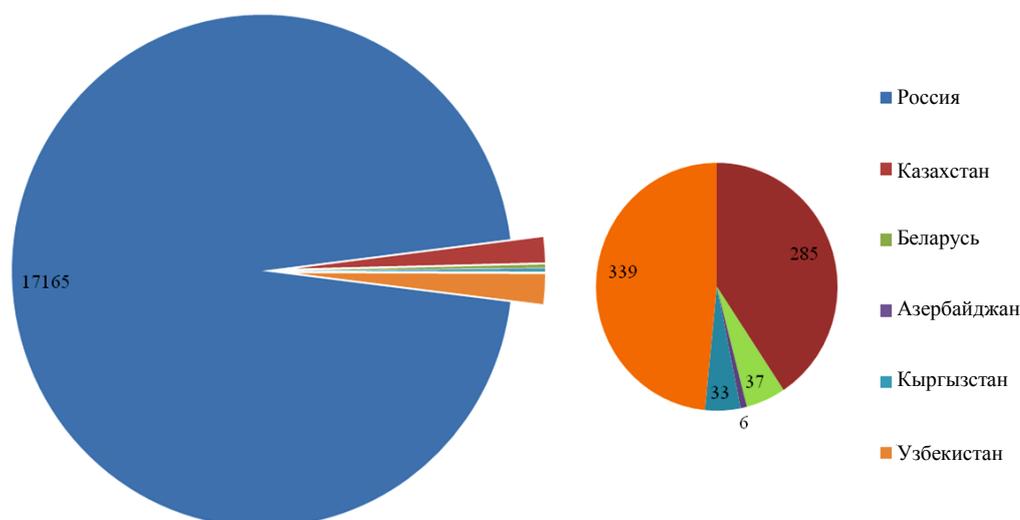


Рис.1. Страны-участницы Междисциплинарной интернет-олимпиады за 2009–2015 гг.

Интересным представляется анализ количества вузов-участников и студентов-участников за период с 2009 по 2015 годы. На рис. 2 представлен график сравнительного распределения количества участников Междисциплинарной олимпиады за шесть лет. Как показано на графике, количество участников первого тура Междисциплинарной олимпиады к 2015 году выросло до 4081 человека, что говорит о возрастающей популярности олимпиады среди студентов и преподавателей - научных руководителей команд, а также перспективности данного проекта.

Причиной уменьшения количества образовательных учреждений-участников олимпиады является, с одной стороны, сокращение количества вузов и филиалов вузов в свете политики оптимизации системы высшего образования, проводимой Министерством образования и науки Российской Федерации, с другой стороны, как показал опрос представителей вузов, неспособностью выставить для

участия в олимпиаде студентов, имеющих отличные знания сразу по трём дисциплинам.

Если посмотреть на Междисциплинарную интернет-олимпиаду через призму относительной «популярности» видов сложных систем (рис. 3), то наибольший интерес студенты вузов проявляют к сложным техническим системам. Подобный выбор связан с тем, что более активную позицию в плане участия в междисциплинарных олимпиадах занимают вузы технического профиля, где более пристальное внимание уделяется изучению именно дисциплин естественно-научного направления (математики, физики, информатики). Классические вузы выбирают, как правило, сложные социально-экономические и сложные экологические системы, где акцент делается на изучение специальных дисциплин – экономики, экологии, именно в этих видах систем данные вузы традиционно показывают высокие результаты.

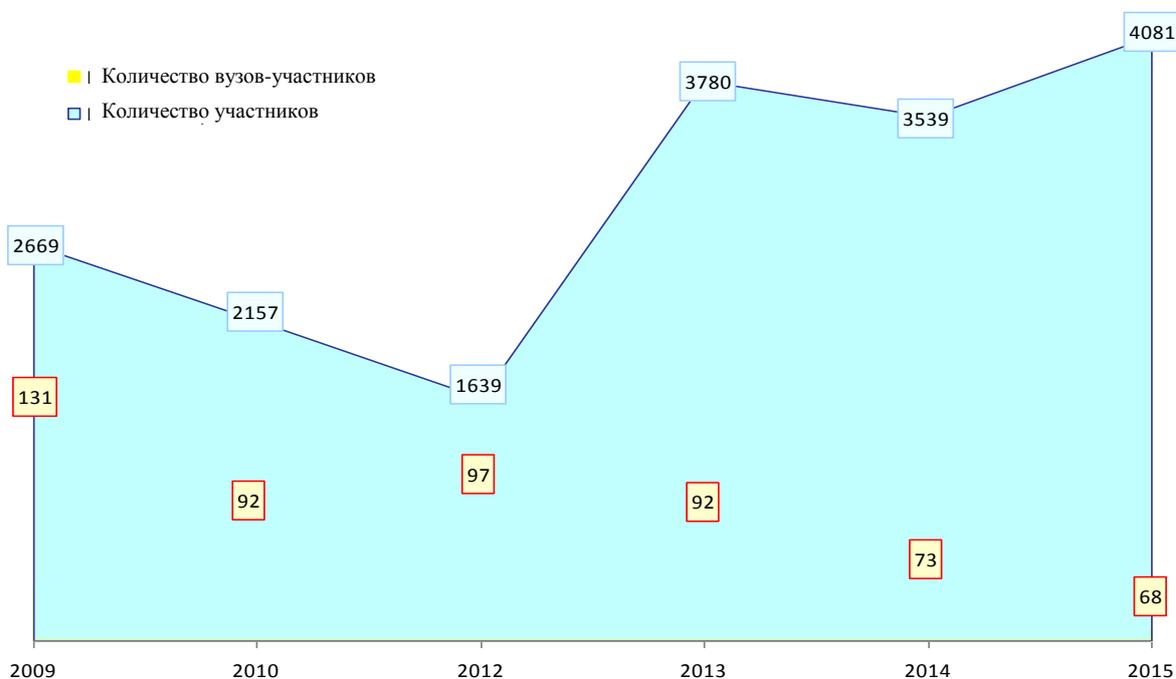


Рис. 2. Распределение количества участников и вузов-участников I тура Междисциплинарной интернет-олимпиады за 2009–2015 гг.

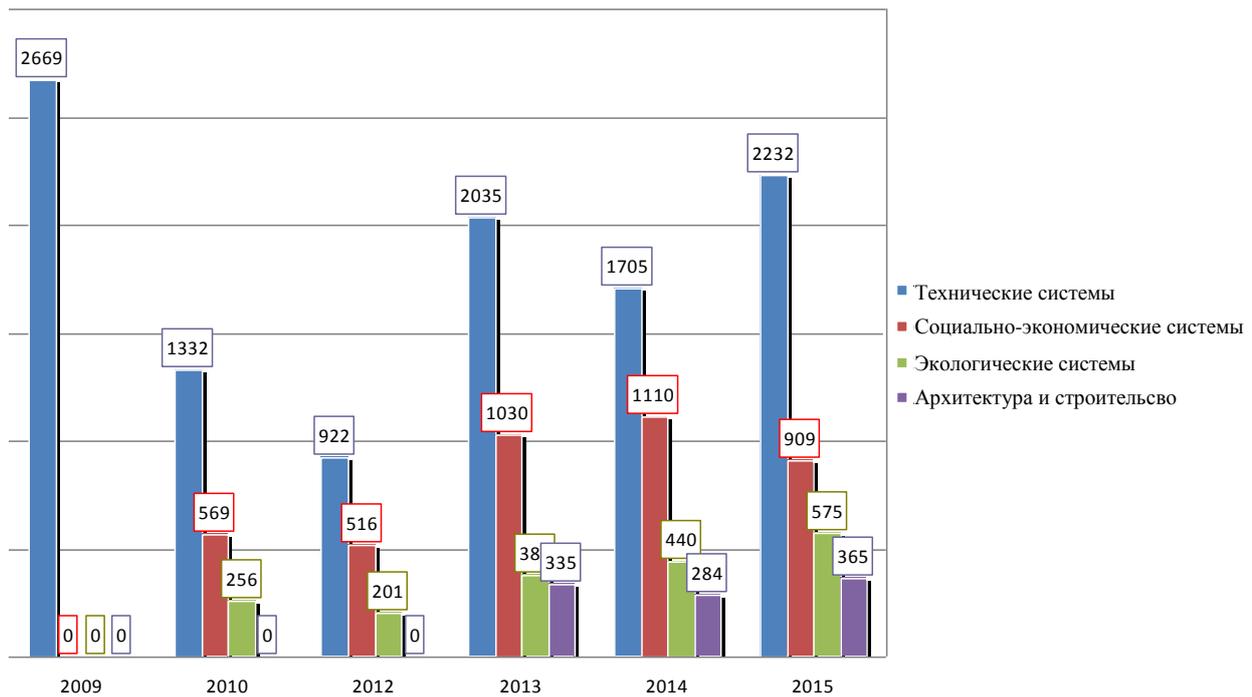


Рис. 3. Распределение участников Междисциплинарной интернет-олимпиады по выбираемым видам сложных систем (2009–2015 гг.)

Таким образом, опыт проведения междисциплинарных интернет-олимпиад определяет перспективы использования результатов олимпиад как важного фактора мониторинга качества в системе высшего профессионального образования, что будет способствовать повышению качества подготовки студентов и позволит стать олимпиаде действительно массовым движением. Признание достижений участни-

ков интернет-олимпиад при процедуре профессионально-общественной аккредитации и в проекте «Лучшие образовательные программы инновационной России» говорит о важности интернет-олимпиад как инструмента оценки качества образования, раскрывает новые возможности и перспективы в деле дальнейшего развития студенческого олимпиадного движения.

Список литературы

1. Мотова, Г.Н. Анализ качества высшего профессионального образования на основе экспертного оценивания с использованием интернет-технологий / Г.Н. Мотова, В.Г.Наводнов, Т.В. Сарычева // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Экономика и управление. – 2011. – № 1 (11) – С. 3-19.
2. Развитие системы Открытых международных Интернет-олимпиад / В.Г. Наводнов, И.В.Журавлева, Н.М. Лазарева, Л.Н. Шарафутдинова // Современные проблемы профессионального технического образования: международная науч.-метод. конф. (2012; Йошкар-Ола). – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технологический университет, 2012. – С. 74-79.
3. Наводнов, В.Г. Проблемы и перспективы развития Открытых международных студенческих интернет-олимпиад для учащихся профессиональных образовательных организаций (СПО) / В.Г. Наводнов, Н.М. Лазарева // Современные проблемы фундаментального образования в техническом вузе: сборник статей / [редкол.: С. Г. Кудрявцев и др.]; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО «Поволж. гос. техн. ун-т». – Йошкар-Ола : ПГТУ, 2014. – С. 129-133.
4. Сайт Открытых международных студенческих Интернет-олимпиад [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.i-olymp.ru>, <http://www.i-olymp.com>; <http://olymp.i-exam.ru/>

Статья поступила в редакцию 08.12.15.

Для цитирования: Наводнов В. Г., Лазарева Н. М. Проблемы и перспективы развития Всероссийской (с международным участием) студенческой междисциплинарной интернет-олимпиады инновационного характера «Информационные технологии в сложных системах» // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 4 (28). – С. 85-90.

Информация об авторах

НАВОДНОВ Владимир Григорьевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой прикладной математики и информационных технологий, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – системы управления качеством образования, технологии тестирования, системы автоматизированного проектирования педагогических измерительных материалов. Автор 200 публикаций.

ЛАЗАРЕВА Наталья Михайловна – кандидат педагогических наук, заместитель генерального директора ООО «Национальный фонд поддержки инноваций в сфере образования». Область научных интересов – совершенствование коммуникативной компетенции будущих специалистов и бакалавров, формирование общекультурных и профессиональных компетенций на основе преподавания дисциплин гуманитарного цикла; инфокоммуникационные технологии как инструмент повышения качества высшего и среднего профессионального образования. Автор 36 публикаций.

UDC 378.001.76

PROBLEMS AND PERSPECTIVES OF THE DEVELOPMENT OF THE ALL-RUSSIAN (WITH THE INTERNATIONAL PARTICIPATION) STUDENT INTERDISCIPLINARY INTERNET OLYMPIAD OF INNOVATIVE CHARACTER «INFORMATION TECHNOLOGIES IN COMPLEX SYSTEMS»

V. G. Navodnov, N. M. Lazareva

¹Volga State University of Technology,

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

E-mail: vgn8108@mail.ru

² LLC «National Fund for Innovation Support in Education»,

148 A, Pervomayskaya St., Yoshkar-Ola, 424000, Russian Federation

E-mail: iolymps@gmail.com

Problems and perspectives of the development of the international student Olympiad movement by means of advancing interdisciplinary Olympiads are considered in the article.

Key words: *education quality monitoring; infocommunication technologies; interdisciplinary approach.*

REFERENCES

1. Motova G.N., Navodnov V.G., Sarycheva T.V. Analiz kachestva vysshego professional'nogo obrazovaniya na osnove ekspertnogo otsenivaniya s ispol'zovaniem Internet-tehnologiy [The Analysis of Higher Professional Education Quality Based on Expert Evaluation Using the Internet Technologies] *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: Ekonomika i upravlenie* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser.: Economics and Management]. 2011. №1 (11). Pp. 3-19.
2. Navodnov V.G., Zhuravleva I.V., Lazareva N.M., Sharafutdinova L.N. Razvitie sistemy Otkrytykh mezhhdunarodnykh Internet-olimpiad [Development of the System of the Open International Internet Olympiads]. *Sovremennye problemy professional'nogo tekhnicheskogo obrazovaniya: mezhhdunarodnaya nauch.-metod. konf. (2012; Yoshkar-Ola)* [Modern Problems of Professional Technical Education: International Methodological Conference (2012; Yoshkar-Ola)]. – Yoshkar-Ola: Volga State University of Technology, 2012. Pp. 74-79.
3. Navodnov V.G., Lazareva N.M. Problemy i perspektivy razvitiya Otkrytykh mezhhdunarodnykh studencheskikh internet-olimpiad dlya uchashchikhsya professional'nykh obrazovatel'nykh organizatsiy

(SPO) [Problems and Perspectives of the Development of the Open International Internet Olympiads for Students of Secondary Vocational Education Institutions]. *Sovremennye problemy fundamental'nogo obrazovaniya v tekhnicheskoy vuzovskoy obshchestvennoy nauke: sbornik statey* [Modern Problems of Fundamental Education in Technical Institutions of Higher Education: Proceedings; editorial board: S. G. Kudryavtsev and others];

the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, Volga State University of Technology, Yoshkar-Ola : VSUT, 2014. Pp. 129-133.

4. Sait Otkrytykh mezhdunarodnykh studenteskikh Internet-olimpiad [Site of Open International Student Internet Olympiads] [Electronic resource]. Access mode: <http://www.i-olymp.ru> , <http://www.i-olymp.com>; <http://olymp.i-exam.ru/>

The article was received 08.12.15.

Citation for an article: Navodnov V. G., Lazareva N. M. Problems and Perspectives of the Development of the All-Russian (with the International Participation) Student Interdisciplinary Internet Olympiad of Innovative Character «Information Technologies in Complex Systems». *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 4 (28). Pp. 85-90.

Information about the authors

NAVODNOV Vladimir Grigorievich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Head of the Chair of Applied Mathematics and Information Technologies, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is education quality control systems, testing technologies, systems of computer-aided design of educational measuring materials. The author of 200 publications.

LAZAREVA Natalia Mikhailovna – Candidate of Pedagogic Sciences, Deputy General Director of LLC «National Fund for Innovation Support in Education». The sphere of scientific interests is the improvement of the communicative competence of future specialists and bachelors, the formation of cultural and professional competencies based on teaching the humanities; infocommunication technologies as an instrument of higher and secondary professional education quality improvement. The author of 36 publications.

УКАЗАТЕЛЬ МАТЕРИАЛОВ,
ОПУБЛИКОВАННЫХ
В ЖУРНАЛЕ В 2015 ГОДУ

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
И РАДИОТЕХНИКА

О. И. Бокова, Д. А. Жайворонок, О. С. Слестникова. Повышение помехоустойчивости радиосвязи при наличии преднамеренно поставленных помех

3

Д. А. Веденькин, Ю. Е. Седельников, А. Р. Насыбуллин. Оценка характеристик согласования антенн, размещённых на поверхности из композитного материала

1

О. В. Горячкин, Д. В. Суханов. Повышение скорости передачи данных забойных телеметрических систем

4

В. И. Есипенко, Ю. С. Коробков. Обеспечение электромагнитной совместимости СВЧ-систем зонной связи

1

В. А. Иванов, Д. В. Иванов, Н. В. Рябова, М. И. Рябова, А. А. Чернов, В. В. Овчинников. Первичная обработка ионограмм наклонного зондирования ионосферы

2

В. А. Иванов, Д. В. Иванов, М. И. Рябова, А. А. Чернов, Ю. А. Ведерникова, А. С. Полякова. Анализ и разработка алгоритма синхронизации терминалов SDR ЛЧМ-ионозонда

3

В. А. Иванов, Н. В. Рябова, Д. В. Иванов, Р. А. Сушенцов, М. И. Рябова, А. А. Чернов. Исследование влияния моделей многолучёвости на структурные функции ионосферных декаметровых каналов радиосвязи

4

А. А. Кислицын. Алгоритмы определения временных вариаций полного электронного содержания верхней атмосферы Земли

2

О. Г. Морозов, И. М. Габдулхаков. Универсальная радиофотонная система квантового распределения ключей с частотным кодированием

2

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАТИКА

А. В. Антисескул, И. И. Безукладников, Е. Л. Кон. Использование скрытых каналов для решения задачи поиска партнёров в P2P VPN-сети

3

С. А. Даденков, Е. Л. Кон, А. А. Южаков. Математические модели и количественная оценка времени задержки приложения узла в сенсорных сетях со случайным доступом

3

К. О. Иванов. Использование морфологических остовов для оцифровки сигналов, представленных на бинарных растровых изображениях

2

LIST OF MATERIALS
PUBLISHED
IN THE JOURNAL IN 2015

TELECOMMUNICATION
AND RADIO ENGINEERING

O. I. Bokova, D. A. Zhaivoronok, O. S. Slastnikova. Improvement of Noise Immunity of Radio Communication in Case of Intentional Interference

D. A. Vedenkin, Yu. E. Sedelnikov, A. R. Nasybullin. Estimation of Characteristics of Matching of Antennas, Placed on Surfaces Made of a Composite Material

O. V. Goryachkin, D. V. Suhanov. Increase in the Transmission Rate of Downhole Telemetry System Data

V. I. Esipenko, Yu. S. Korobkov. Ensuring Electromagnetic Compatibility of Microwave Systems of Zonal Communication

V. A. Ivanov, D. V. Ivanov, N. V. Ryabova, M. I. Ryabova, A. A. Chernov, V. V. Ovchinnikov. Initial Processing of Oblique Ionospheric Sounding Ionograms

V. A. Ivanov, D. V. Ivanov, M. I. Ryabova, A. A. Chernov, Yu. A. Vedernikova, A. S. Polyakova. Analysis and Development of the Synchronization Algorithm of SDR Terminals of a LFM Ionosonde

V. A. Ivanov, N. V. Ryabova, D. V. Ivanov, R. A. Sushentsov, M. I. Ryabova, A. A. Chernov. Investigation of the Influence of Multipath Models on Structure Functions of Ionospheric Decameter Channels of Radio Communication

A. A. Kislitsin. Algorithms of Determination of Time Variations of Total Electron Content in the Upper Atmosphere of the Earth

O. G. Morozov, I. M. Gabdulkhakov. Universal Microwave Photonic System for Quantum Key Distribution with Frequency Coding

COMPUTER ENGINEERING
AND INFORMATION TECHNOLOGY

A. V. Antineskul, I. I. Bezukladnikov, E. L. Kon. Use of Covert Channels to Solve the Partner Search Problem in P2P VPN-networks

S. A. Dadenkov, E. L. Kon, A. A. Yuzhakov. Mathematical Models and Quantitative Estimation of Node Application Delay Time in Random-access Sensor Networks

K. O. Ivanov. The Use of Morphological Skeletons for Digitizing Signals, Presented in Binary Bitmap Images

Ю. А. Ипатов, А. В. Кривецкий, А. Ю. Тюкаев, Н. В. Парсаев. Локализация объектов динамически изменяющихся сцен цветных изображений на сложном фоне

3

Р. Э. Ирмалиев. Информационная модель безопасного полёта воздушного судна

2

Р. Э. Ирмалиев. Способы учёта факторов риска в информационной системе безопасности полёта воздушного судна

4

О. В. Пьянков. Апробация алгоритмов кластерного анализа информационно-аналитических систем

1

А. А. Рожнецов, В. Н. Дубровин, Д. С. Чернышев, А. В. Егосхин. Разработка методики комплексования изображений в системе интраоперационной навигации

1

М. А. Сибиряков. Классификация систем хранения данных

4

Я. А. Фурман, В. В. Севастьянов, К. О. Иванов, Р. Г. Хафизов, С. Н. Свинцов, А. В. Казаринов, С. А. Охотников. Контурная математическая модель электроэнцефалограммы

4

ЭЛЕКТРОНИКА

О. Ш. Даутов, Ибрахим Салем. Согласование прямоугольной щелевой антенны, покрытой слоем диэлектрика и возбуждаемой симметричной полосковой линией в объёмном резонаторе с воздушным заполнением

2

Е. В. Ермолаев, Н. М. Скулкин. Разработка методов повышения надёжности коммутационных плат в области межслойных переходов при производстве металлокерамических корпусов микросхем

4

Ю. В. Захаров, Н. Г. Моисеев. Выбор показателей при оценке качества изделий электронной техники

4

Ю. В. Захаров, Н. Г. Моисеев. Комплексная оценка качества изделий электронной техники на основе метода статистических решений

1

В. Н. Игумнов. Модель электропроводности толстоплёночных резисторов

2

П. И. Козлов, Н. М. Скулкин, Е. В. Михеева. Фактор структурной нестабильности при разработке вероятностно-физической модели дефектов металлокерамических плат

2

Б. Ф. Лаврентьев. Электронный блок управления системой сбора пчелиного яда

3

Е. П. Павлов, Е. А. Фрицлер, Е. М. Цветкова. Оценка качества и выбор варианта лицевой панели конструктивов радиоэлектронных средств на основе метода нечётких множеств

1

Н. В. Рябова, В. В. Павлов. Исследование трёхэлементных директорных антенн с одинаковыми размерами вибраторов

3

Yu. A. Ipatov, A. V. Krevetsky, A. Yu. Tyukaev, N. V. Parsaev. Localization of Objects of Dynamically Changing Scenes of Color Images on the Complex Background

R. E. Irmaliev. Information Model of the Safe Flight of Aircraft

R. E. Irmaliev. Methods of Risk Factors Record in the Information System of Aircraft Flight Safety

O. V. Pyankov. Approbation of Cluster Analysis Algorithms of Information-Analytical Systems

A. A. Rozhentsov, V. N. Dubrovin, D. S. Chernyshev, A. V. Egoshin. Development of Image Fusion Technique in an Intraoperative Navigation System

M. A. Sibiryakov. Classification of Data Storage Systems

Ya. A. Furman, V. V. Sevastyanov, K. O. Ivanov, R. G. Hafizov, S. N. Svintsov, A. V. Kazarinov, S. A. Ohotnikov. Contour Mathematical Model of EEG

ELECTRONICS

O. Sh. Dautov, Ibrahim Salem. Matching of the Rectangular Slot Antenna, Covered by the Dielectric Layer and Excited by a Symmetrical Strip Line in the Resonant Cavity Filled with Air

E. V. Ermolaev, N. M. Skulkin. Development of Interconnection Board Reliability Improvement Methods in Via Areas When Producing Metal-ceramic Microcircuit Packages

Yu. V. Zaharov, N. G. Moiseev. Selection of Indicators when Evaluating Electronic Engineering Item Quality

Yu. V. Zaharov, N. G. Moiseev. Comprehensive Quality Assessment of Electronics Products Based on Statistical Decision Method

V. N. Igumnov. Model of Thick-Film Resistor Electroconductivity

P. I. Kozlov, N. M. Skulkin, E. V. Mikheeva. Structural Instability Factor in Design of a Probabilistic Physical Model of Metal-Ceramic Board Defects

B. F. Lavrentyev. Electronic Control Unit of a Bee Venom Gathering System

E. P. Pavlov, E. A. Fritsler, E. M. Tsvetkova. Quality Assessment and the Selection of the Front Panel of Radio-electronic Facility Constructs Based on a Fuzzy Set Technique

N. V. Ryabova, V. V. Pavlov. Investigation of Three-Element Director Antennas with Equally Sized Vibrators

**НОВИНКИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ.
ОБЗОРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВАЖНЫЕ ДАТЫ**

В. А. Андреев, В. А. Бурдин, О. Г. Морозов, А. Х. Султанов. В преддверии Года света и световых технологий

А. В. Зув. VIII Международный молодёжный форум «Информационные технологии в мире коммуникаций»

Е. Л. Кон, В. И. Фрейман, А. А. Южаков. Новые подходы к подготовке специалистов в области инфокоммуникаций

В. Г. Наводнов, Н. М. Лазарева. Проблемы и перспективы развития всероссийской (с международным участием) студенческой междисциплинарной интернет-олимпиады инновационного характера «информационные технологии в сложных системах»

С. Г. Пашукова, А. Н. Дудин. Инфокоммуникационная система «Безопасный город» в единой сети мониторинга безопасности и защиты населения от чрезвычайных ситуаций

В. Е. Филимонов, М. В. Даниарова. Поволжский научно-образовательный форум «Мой первый шаг в науку» и комплексная подготовка учащихся к проектной деятельности

**THE NOVELTIES IN THE FIELD OF
ENGINEERING AND TECHNOLOGIES.
REVIEWS.CONFERENCES.
IMPORTANT DATES**

V. A. Andreev, V. A. Burdin, O. G. Morozov, A. H. Sultanov. On the Threshold of the Year of Light and Light-Based Technologies

A. V. Zuev. VIII International Youth Forum «Information Technologies in the World of Communications»

E. L. Kon, V. I. Freyman, A. A. Yuzhakov. New Approaches to Preparing of Specialists in Infocommunications

V. G. Navodnov, N. M. Lazareva. Problems and Perspectives of the Development of the All-russian (with the International Participation) Student Interdisciplinary Internet Olympiad of Innovative Character «Information Technologies in Complex Systems».

S. G. Pashukova, A. N. Dudin. Infocommunication System «Safe City» in the Unified Network of Monitoring of Civil Security and Protection from Emergency Situations

V. E. Filimonov, M. V. Daniarova. Volga Scientific and Educational Forum «My First Step in Science» and Comprehensive Training of Students for Project Activity

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 наноэлектронных изделий, принципов построения интегральных схем, по исследованию механизмов влияния условий эксплуатации на работу активных приборов, микро- и наноэлектронных 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 незначащих формулировок.

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

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

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

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

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

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

Объем текста авторского резюме не менее 250-300 слов.

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

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

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

Список литературы оформляется согласно порядку ссылок в тексте (где они указываются в квадратных скобках) и обязательно в соответствии с ГОСТ 7.1-2003 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>

