



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

ВЕСТНИК 1(25) 2015

ПОВОЛЖСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

январь-март

Научно-технический журнал

Издаётся с ноября 2007 года

Выходит четыре раза в год

СЕРИЯ «Радиотехнические и инфокоммуникационные системы»

Журнал 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 26.03.15.

Формат 60×84 1/8. Усл. п. л. 10,69

Тираж 500 экз. Заказ № 1348

Дата выхода в свет 30.03.15.

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 1(25) 2015

OF VOLGA STATE UNIVERSITY
OF TECHNOLOGY

january – march

Scientific and technical journal

Issued since November, 2007

Published four times a year

SERIES «Radio Engineering and Infocommunication Systems»

The journal 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 ПИ № ФЦ77-51886 from November 23, 2012)

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

Editorial office address:

424000, Yoshkar-Ola, Lenin Square, 3

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

Fax (8362) 41-08-72

E-mail: vestnik@volgatech.net

Editor *T. A. Rybalka*

Cover design *L. G. Malankina*

Computer-aided makeup

A. A. Kislitsyn

Translation into English

O. V. Mironova

Passed for printing 26.03.15.

Format 60×84 1/8. No. of press sheets. 10,69

Circulation 500 copies. Order № 1348

Publication Date 30.03.15.

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

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИИ
И РАДИОТЕХНИКА

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

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

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАТИКА

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

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

ЭЛЕКТРОНИКА

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

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

НОВИНКИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ.
ОБОЗРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВАЖНЫЕ ДАТЫ

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

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

Информация для авторов

CONTENTS

TELECOMMUNICATION
AND RADIO ENGINEERING

D. A. Vedenkin, Yu. E. Sedelnikov, A. R. Nasybullin. Estimation of characteristics of matching of antennas, placed on surfaces made of a composite material

V. I. Esipenko, Yu. S. Korobkov. Ensuring electromagnetic compatibility of microwave systems of zonal communication

COMPUTER ENGINEERING
AND INFORMATICS

A. A. Rozhentsov, V. N. Dubrovin, D. S. Chernyshev, A. V. Egoshin. Development of image fusion technique in an intraoperative navigation system

O. V. Pyankov. Approbation of cluster analysis algorithms of information-analytical systems

ELECTRONICS

Yu. V. Zaharov, N. G. Moiseev. Comprehensive quality assessment of electronics products based on statistical decision method

E. P. Pavlov, E. A. Fritsler, E. M. Tsvetkova. Quality assesment and the selection of the front panel of radio-electronic facility constructs based on a fuzzy set technique

THE NOVELTIES IN THE FIELD OF ENGI-
NEERING 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

E. L. Kon, V. I. Freyman, A. A. Yuzhakov. New approaches to preparing of specialists in infocommunications

Information for the authors



Уважаемые коллеги!

В данном номере представлены работы учёных из различных вузов страны.

В разделе «Телекоммуникации и радиотехника» опубликованы результаты исследований по проблеме согласования антенн, которые размещены на поверхности из композитного материала. Показано, что для обеспечения необходимых электродинамических характеристик таких антенн необходимо создавать области металлизации композита. Представлены результаты расчёта оптимальных размеров металлизированных областей. Предлагаемый метод учитывает измеряемые характеристики композитных материалов, рассмотрены проблемы метода и обсуждены возникающие особенности математического анализа данной научной задачи. В следующей работе развиты методы обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) СВЧ-систем зоновой связи. Представлены практические рекомендации для обеспечения заданной ЭМС при передаче (приёме) дискретной информации в случае, когда станции работают в совмещённых радиоканалах.

В разделе «Вычислительная техника и информатика» для систем интраоперационной навигации представлены результаты решения задачи комплексирования изображений объектов с элементами дополненной реальности. Представлено созданное программное обеспечение развитого метода, связанного с совмещением изображений от реальной цифровой камеры в результате рендеринга виртуальной сцены. Во второй статье раздела представлены результаты разработки и апробации алгоритмов кластерного анализа элементов математической модели современной информационно-аналитической системы. Такие подходы используются для выделения основных элементов процесса, их функционального назначения, оценки отношений между элементами, что позволяет принимать эффективные решения при управлении производственными процессами.

Раздел «Электроника» открывает работа, связанная с совершенствованием методики комплексной оценки качества изделий электронной техники на основе метода статистических решений. Следующая статья посвящена решению задачи создания математического аппарата для виртуальной разработки и выбора вариантов лицевых панелей при конструировании радиоэлектронных средств. Для оценки качества выбранного варианта использовался метод нечётких множеств. Практическое применение метода верифицировано при разработке лицевых панелей трансивера.

В четвёртом разделе журнала представлен обзор основных результатов работы XII международной научно-технической конференции «Оптические технологии телекоммуникаций», проходившей в Казани, на базе Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ. Вторая статья раздела посвящена обсуждению новых подходов к решению задачи контроля за результатами подготовки специалистов по компетентностно-ориентированным образовательным программам. Представлены выводы по результатам обсуждения предложенных подходов на пленумах учебно-методических объединений вузов по образованию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи, а также по университетскому политехническому образованию.

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 621.396.1

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК СОГЛАСОВАНИЯ АНТЕНН, РАЗМЕЩЁННЫХ НА ПОВЕРХНОСТИ ИЗ КОМПОЗИТНОГО МАТЕРИАЛА

Д. А. Веденькин, Ю. Е. Седельников, А. Р. Насыбуллин

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

Размещение антенных устройств на поверхностях из композитных материалов является не столь тривиальной задачей, как это может показаться на первый взгляд, поскольку свойства, в том числе электрофизические, композитов существенно отличаются от проводящих материалов. Для обеспечения идентичности характеристики согласования, диаграммы направленности и других электродинамических характеристик антенны, установленной на поверхности из композитного материала, аналогичным характеристикам для антенны, расположенной на металлической поверхности, необходимо создавать на поверхности композита области металлизации. Расчёт оптимальных размеров этих областей в средах электродинамического моделирования неразрывно связан с измерениями электрических характеристик композитных материалов с последующим их заданием с использованием математического аппарата. При этом, как правило, для каждой анализируемой антенны проводится три эксперимента, направленных на расчёт характеристик антенны, установленной на поверхностях из металлического материала, композита и композита с областью металлизации требуемых размеров. Проблемам и особенностям, возникающим при этом, посвящена данная статья.

Ключевые слова: композитный материал; антенна; характеристика согласования; область металлизации; математическое моделирование; модель Дебая.

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

Список литературы

1. Ишкаев, Т.М. Уточнение электрических параметров композитных материалов в диапазоне дециметровых длин волн / Т.М. Ишкаев, Д.А. Веденькин // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности. Международная научно-практическая конференция. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – Том 3. – С. 173-175.
2. Насыбуллин, А.Р. Описание свойств композитного материала в среде электродинамического моделирования / А.Р. Насыбуллин, Д.А. Веденькин, Р.Р. Самигуллин и др. // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности. Международная научно-практическая конференция. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – Том 3. – С. 278-281.
3. Зуев, О.Ю. Создание протяженных криволинейных объектов в среде электродинамического моделирования / О.Ю. Зуев, Д.А. Веденькин // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской

авиационной и ракетно-космической промышленности. Международная научно-практическая конференция. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – Том. 4. – С. 174-176.

4. *Седельников, Ю.Е.* Антенные системы радиосредств перспективных БЛА. Методика обеспечения электромагнитной совместимости радиоэлектронной аппаратуры путем оптимизации размещения антенных систем / Ю.Е. Седельников, Д.А. Веденькин, А.Р. Насыбуллин и др. // Поиск эффективных решений в процессе создания и реализации научных разработок в российской авиационной и ракетно-космической промышленности. Международная научно-практическая конференция. – Казань: Изд-во Казан. гос. техн. ун-та, 2014. – Том 3. – С. 290-295.

5. *Веденькин, Д.А.* Оценка коэффициентов связи антенн для задач обеспечения ЭМС бортового РЭО перспективных беспилотных авиационных комплексов / Д.А. Веденькин, В.Е. Латышев, Ю.Е. Седельников // Журнал Радиоэлектроники. – 2014. – № 12. – С. 1-16. <http://jre.cplire.ru/jre/dec14/3/text.pdf> (Дата обращения 10.01.2015)

6. *Веденькин, Д.А.* Оценка электромагнитной совместимости радиотехнического оборудования перспективных беспилотных летательных аппаратов на этапах разработки / Д.А. Веденькин, Ю.Е. Седельников, В.Е. Латышев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2014. – № 5 (24). – С. 57-64.

Статья поступила в редакцию 22.01.15.

Ссылка на статью: Веденькин Д. А., Седельников Ю. Е., Насыбуллин А. Р. Оценка характеристик согласования антенн, размещённых на поверхности из композитного материала // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 6-15.

Информация об авторах

ВЕДЕНЬКИН Денис Андреевич – кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники и микроволновых технологий, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ. Область научных интересов – СВЧ-технологии в промышленности, антенная техника, сфокусированные антенные решётки, неразрушающий контроль. Автор 40 публикаций.

СЕДЕЛЬНИКОВ Юрий Евгеньевич – доктор технических наук, профессор кафедры радиоэлектронных и телекоммуникационных систем, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ. Область научных интересов – СВЧ-технологии в промышленности, антенная техника, сфокусированные антенные решётки, методы неразрушающего контроля. Автор 120 публикаций.

Насыбуллин Айдар Ревкатович – кандидат технических наук, доцент кафедры радиотехники и микроволновых технологий, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ. Область научных интересов – микроволновые технологии в промышленности, измерение диэлектрической проницаемости в СВЧ-диапазоне, антенная техника, микроволновая химия, СВЧ-датчики. Автор 40 публикаций.

UDC 621.396.1

ESTIMATION OF CHARACTERISTICS OF MATCHING OF ANTENNAS, PLACED ON SURFACES MADE OF A COMPOSITE MATERIAL

D. A. Vedenkin, Yu. E. Sedelnikov, A. R. Nasybullin

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

Key words: composite material; antenna; matching characteristic; metallization area; mathematical modeling; Debye model.

ABSTRACT

Placement of antenna devices on surfaces made of composite materials is not as trivial as it may seem at first sight, since the properties (including electrophysical) of composites are significantly different from the properties of metals. Composite materials themselves have a pronounced anisotropy, since they are layer structures made of a composite material – a semi-finished product and different binding compounds. It is worth noting that the properties of the composite material in general and its electrical properties in particular depend not only on the thickness and the number of layers,

but also on the mutual orientation of layers relative to each other. Conditions for antenna devices functioning on the surfaces made of composite materials essentially depend on the type and properties of composite materials, such as radioparency, conductivity of the material - semi-finished product and a number of others. At the same time fine tuning of matching characteristics and directivity by antenna adjustment elements is extremely difficult or impossible. To ensure the identity of matching characteristics, the antenna diagram and other electrodynamic characteristics of the antenna mounted on the surface made of the composite material, to analogous characteristics of the antenna, located on the metal surface, it is necessary to create metallization areas on the composite surface. Determining the size of these domains can be done in several ways: experimental methods and simulation modeling methods using appropriate program packages. The calculation of the optimal sizes of these areas in electrodynamic modeling environment is inseparably connected with the measurements of the electrical characteristics of composite materials with their subsequent setting using mathematical tools. The shape and dimensions of the metallization area are substantially dependent on the configuration of the antenna and its overall dimensions. Thus, as a rule, for each analyzed antenna, about three experiments are carried out, they are aimed at the calculation of the characteristics of the antenna, mounted on the surfaces made of the metallic material, the composite and the composite with the metallization area of required dimensions.

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

REFERENCES

1. Ishkayev T.M., Vedenkin D.A. Utochnenie elektricheskikh parametrov kompozitnykh materialov v diapazone detsimetrovykh dlin voln [Refinement of Electric Parameters of Composite Materials in the Range of Decimeter Wavelengths]. *Poisk effektivnykh resheniy v protsesse sozdaniya i realizatsii nauchnykh razrabotok v rossiyskoy aviatsionnoy i raketno-kosmicheskoy promyshlennosti. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [The Search for Efficient Solutions in the Process of Creation and Implementation of Scientific Development in Russian Aircraft, Rocket and Spacecraft Industry. International Scientific and Practical Conference]. Kazan: Izd-vo Kazan. gos. tekhn. un-ta, 2014. Vol. 4. Pp. 174-176.
2. Nasybullin A.R., Vedenkin D.A., Samigullin R.R. idr. Opisanie svoystv kompozitnogo materiala v srede elektrodinamicheskogo modelirovaniya [Description of Properties of a Composite Material in the Medium of Electrodynamic Modeling]. *Poisk effektivnykh resheniy v protsesse sozdaniya i realizatsii nauchnykh razrabotok v rossiyskoy aviatsionnoy i raketno-kosmicheskoy promyshlennosti. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [The Search for Efficient Solutions in the Process of Creation and Implementation of Scientific Development in Russian Aircraft, Rocket and Spacecraft Industry. International Scientific and Practical Conference]. Kazan: Izd-vo Kazan. gos. tekhn. un-ta, 2014. Vol. 3. Pp. 278-281.
3. Zuev O.Yu., Vedenkin D.A. Sozdanie protyazhennykh krivolinyeynykh ob'yektov v srede elektrodinamicheskogo modelirovaniya [Creation of Extended Curvilinear Objects in the Medium of Electrodynamic Modeling]. *Poisk effektivnykh resheniy v protsesse sozdaniya i realizatsii nauchnykh razrabotok v rossiyskoy aviatsionnoy i raketno-kosmicheskoy promyshlennosti. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [The Search for Efficient Solutions in the Process of Creation and Implementation of Scientific Development in Russian Aircraft, Rocket and Spacecraft Industry. International Scientific and Practical Conference]. Kazan: Izd-vo Kazan. gos. tekhn. un-ta, 2014. Vol. 4. Pp. 174-176.
4. Sedelnikov Yu.E., Vedenkin D.A., Nasybullin A.R. and others. Antennye sistemy radiosredstv perspektivnykh BLA. Metodika obespecheniya elektromagnitnoy sovmestimosti radioelektronnoy apparatury putem optimizatsii razmeshcheniya antennoykh sistem [Antenna Systems of Radio Facilities of Advanced Pilotless Vehicles. Methods of Support of Electromagnetic Compatibility of Radio Electronic Equipment by Means of the Optimization of Antenna System Location]. *Poisk effektivnykh resheniy v protsesse sozdaniya i realizatsii nauchnykh razrabotok v rossiyskoy aviatsionnoy i raketno-kosmicheskoy promyshlennosti. Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya* [The Search for Efficient Solutions in the Process of Creation and Implementation of Scientific Development in Russian Aircraft, Rocket and Spacecraft Industry. International Scientific and Practical Conference]. Kazan: Izd-vo Kazan. gos. tekhn. un-ta, 2014. Vol. 3. Pp. 290-295.
5. Vedenkin D. A., Latyshev V. E., Sedelnikov Yu. E. Otsenka koeffitsienta svyazi antenn dlya zadach obespecheniya EMS bortovogo REO perspektivnykh bespilotnykh aviatsionnykh kompleksov [Es-

timation of Antenna Coupling Coefficients for the Problems of Providing EMC of Board REE of Advanced Unmanned Aircraft Systems], Journal Radio Electronics №12, 2014, Pp.1-16. <http://jre.cplire.ru/jre/dec14/3/text.pdf> (Date of reference 05.02.2015)

6. Vedenkin D. A., Sedelnikov Yu. E., Latyshev V. E. Otsenka elektromagnitnoy sovmestimosti radiotekhnicheskogo oborudovaniya perspektivnykh

bespilotnykh letatel'nykh apparatov na etapakh razrabotki [Estimation of electromagnetic compatibility of radio equipment in advanced pilotless vehicles at the development stage]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radio-tekhnicheskie i infokommunikacionnye sistemy* [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2014. No 5 (24). Pp. 57-64.

The article was received 22.01.15.

Citation for an article: Vedenkin D. A., Sedelnikov Yu. E., Nasybullin A. R. Estimation of characteristics of matching of antennas, placed on surfaces made of a composite material. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 1 (25). Pp. 6-15.

Information about the authors

VEDENKIN Denis Andreevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Microwave Photonics and Technologies at Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev. The sphere of scientific interests is microwave technologies in industry, antenna engineering and focused antenna arrays, nondestructive testing. The author of 40 publications.

SEDELNIKOV Yuri Evgenyevich – Doctor of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Radio Electronic and Telecommunication Systems, Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev. The sphere of scientific interests is microwave technologies in industry, antenna engineering and focused antenna arrays, nondestructive testing methods. The author of 120 publications.

NASYBULLIN Aidar Revkatovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Television and Multimedia Systems at Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev (KSTU). The sphere of scientific interests is microwave technologies in industry, measurement of dielectric permeability in microwave band, antenna engineering, microwave chemistry, microwave detectors. The author of 40 publications.

УДК 621.396.96

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОЙ СОВМЕСТИМОСТИ СВЧ-СИСТЕМ ЗОНОВОЙ СВЯЗИ

В. И. Есипенко¹, Ю. С. Коробков²

¹Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева,
Российская Федерация, 603950, Нижний Новгород, ул. Минина, 24
E-mail: esipenko@nntu.nnov.ru

²Нижегородский научно-исследовательский радиофизический институт,
Российская Федерация, 603950, Нижний Новгород, ул. Большая Печерская, 25/12а

Приводятся меры, необходимые для обеспечения электромагнитной совместимости (ЭМС) зоновых систем радиосвязи (ЗСПС). Делается заключение, что для обеспечения ЭМС внутри СВЧ ЗСПС при передаче (приёме) дискретной информации станциями, работающими в совмещённых радиоканалах, достаточно небольшое угловое отклонение максимумов излучения приёмно-передающих антенн этих станций.

Ключевые слова: электромагнитная совместимость; зоновые и радиорелейные системы связи; совмещённые радиоканалы; угловое отклонение максимумов излучения.

Список литературы

1. Уилльямс, Т. ЭМС для разработчиков продукции / Т. Уилльямс; Пер. под ред. Кечиева Л.Н. – М.: Издательский дом «Технологии», 2003. – 540 с.
2. Кечиев, Л.Н. Электромагнитная совместимость и информационная безопасность в системах телекоммуникаций / Л.Н. Кечиев, П.В. Степанов. – М.: Издательский дом «Технологии», 2005. – 320 с.
3. Сидельников, Ю.Е. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств // Ю.Е. Сидельников. – Казань: ЗАО «Новое знание», 2006. – 304 с.
4. Ефанов, В.И. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств и систем / В.И. Ефанов, А.Л. Тихомиров. – Томск: Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники (ТУСУР), 2012. – 228 с.
5. Уайт, Д.Р. Электромагнитная совместимость радиоэлектронных средств; непреднамеренные помехи / Д.Р. Уайт. – М.: Изд. «Книга по требованию», 2012. – 464 с.
6. Калинин, А.И. Распространение радиоволн на трассах наземных и космических радиолиний / А.И. Калинин. – М.: Связь, 1979. – 296 с.
7. Справочник по радиорелейной связи / Под ред. С.В. Бородин. – М.: Радио и связь, 1981. – 415 с.

Статья поступила в редакцию 13.02.15.

Ссылка на статью: Есипенко В. И., Коробков Ю. С. Обеспечение электромагнитной совместимости СВЧ-систем зоновой связи // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 16-21.

Информация об авторах

ЕСИПЕНКО Валентин Иванович – доктор физико-математических наук, старший научный сотрудник, профессор кафедры электроники и сети ЭВМ, Нижегородский государственный технический университет им. Р.Е. Алексеева. Область научных интересов – статистическая радиофизика и радиотехника, распространение радиоволн, электросвязь, статистические и нелинейные методы приёма и обработки сигналов, нелинейная радиолокация. Автор 150 публикаций, в том числе двух монографий и двух учебных пособий.

КОРОБКОВ Юрий Сергеевич – кандидат физико-математических наук, старший научный сотрудник, ведущий инженер, Нижегородский научно-исследовательский радиофизический институт. Область научных интересов – распространение радиоволн, ионосфера, радиоастрономия, космическое пространство, связь. Автор 100 публикаций.

UDC 621.396.96

ENSURING ELECTROMAGNETIC COMPATIBILITY OF MICROWAVE SYSTEMS OF ZONAL COMMUNICATION

V. I. Esipenko¹, Yu. S. Korobkov²

¹Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev,
24, Minin St., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation
E-mail: esipenko@nntu.nnov.ru

²Nizhny Novgorod Research Institute of Radiophysics,
25/12a, Bolshaya Pecherskaya St., Nizhny Novgorod, 603950, Russian Federation

Key words: *electromagnetic compatibility; zonal and radio relay communication systems; combined radio channels; the angular deviation of radiation peaks.*

ABSTRACT

The **purpose** of the work is to determine conditions and develop arrangements for the joint work of zonal radio communication systems (ZRCS), surface radio relay lines (RRL) and space communication systems, that is to solve the problem of electromagnetic compatibility of these radio communication systems. **Methodology/approach:** Based on known correlation, linking the signal attenuation caused by different directivity of the transmitting antenna of the interfering station and the receiving antenna; well-known distance between stations and corresponding signal attenuation factors; differences in transmitter antenna-feeder path efficiency; acceptable receiving and interfering signal power ratio, taking into account the value of acceptable power of noises, caused by the interfering signal, the minimum permissible angle of deviation of analyzed stations radiation peaks apart each other is determined. **Results:** the obtained results are the following:

1) the directions of maximum radiation of any transmitting antennas of surface radio-relay lines should differ by the value $\geq 1,5^\circ$ from the direction to the geostationary orbit of the space communication line;

2) in microwave ZRCS during the transmission (reception) of discrete data by the stations, operating in combined radio channels, small (about $\geq 4^\circ$) reciprocal angular deviation of radiation peaks of receiving - transmitting antennas of these stations is sufficient.

3) between ZRCS stations and surface RRL, the reciprocal deviation of receiving-transmitting antenna peaks must be $\geq 50^\circ$.

Application: The results obtained should be taken into account in the design of advanced zonal radio communication systems, radio relay systems and space communication systems, as well as they must be considered during the operation of existing similar systems. **Originality/significance:** The electromagnetic compatibility of designed communication systems should be given special attention with regard to their possible joint action.

REFERENCES

1. Williams T. EMS dlya razrabotchikov produktsii [EMC for Product Designers]. Edited by Kechiev L.N. Moscow: Izdatel'skiy dom «Tekhnologii», 2003. 540 p.
2. Kechiev L.N., Stepanov P.V. Elektromagnitnaya sovместimost' i informatsionnaya bezopasnost' v sistemakh telekommunikatsiy [Electromagnetic Compatibility and Information Security in Telecommunication Systems]. Moscow: Izdatel'skiy dom «Tekhnologii», 2005. 320 p.
3. Sidelnikov Yu.E. Elektromagnitnaya sovместimost' radioelektronnykh sredstv [Electromagnetic Compatibility of Radio Electronic Facilities]. Kazan: ZAO «Novoe znanie», 2006. 304 p.
4. Efanov V.I., Tikhomirov A.L. Elektromagnitnaya sovместimost' radioelektronnykh sredstv i sistem [Electromagnetic Compatibility of Radio Electronic Facilities and Systems]. Tomsk: Tomsk State University of Control Systems and Radio-Electronics, 2012. 228 p.
5. Wight D.R. Elektromagnitnaya sovместimost' radioelektronnykh sredstv; neprednamerennye pomekhi [Electromagnetic Compatibility of Radio

Electronic Facilities; Unintended Interference]. Moscow: Izd. «Kniga po trebovaniyu» 2012. 464 p.

6. Kalinin A.I. Rasprostranenie radiovoln na trassakh nazemnykh i kosmicheskikh radioliny [Propagation of Radio-Waves on the Paths of Terres-

trial and Nonterrestrial Radio Lines]. Moscow: Svyaz', 1979. 296 p.

7. Handbook on Radio Relay Communication / Edited by S.V. Borodin. Moscow: Radio i svyaz', 1981. 415 p.

The article was received 13.02.15.

Citation for an article: Esipenko V. I., Korobkov Yu. S. Ensuring electromagnetic compatibility of microwave systems of zonal communication. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems. 2015. No 1 (25). Pp. 16-21.

Information about the authors

ESIPENKO Valentin Ivanovich – Doctor of Physics and Mathematics, Senior Research Fellow, Professor of the Chair of Electronics and Computer Network, Nizhny Novgorod State Technical University n.a. R.E. Alekseev. The sphere of scientific interests is Statistical Radiophysics and Radio Engineering, radio-wave propagation, electrical communication, statistical and nonlinear methods of receiving and processing signals, nonlinear radiolocation. The author of 150 publications, including 2 monographs and 2 training manuals.

KOROBKOV Yuri Sergeevich – Candidate of Physics and Mathematics, Senior Research Fellow, leading engineer, Nizhny Novgorod Research Institute of Radiophysics. The sphere of scientific interests is radio-wave propagation, ionosphere, radio astronomy, outer space, communication. The author of 100 publications.

ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА

УДК 621.391

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ КОМПЛЕКСИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ В СИСТЕМЕ ИНТРАОПЕРАЦИОННОЙ НАВИГАЦИИ

А. А. Рожнецов¹, В. Н. Дубровин^{1,2}, Д. С. Чернышев¹, А. В. Егшин¹

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

²ГБУ РМЭ «Республиканская клиническая больница»,
Российская Федерация, 424037, Йошкар-Ола, ул. Осипенко, 33

Описывается метод получения комплексированных изображений с элементами дополненной реальности. Используется подход, связанный с совмещением изображений, полученных от реальной цифровой камеры и в результате рендеринга виртуальной сцены. В качестве устройства пространственного позиционирования использован 3D-дигитайзер. Созданное программное обеспечение показало работоспособность данного метода.

Ключевые слова: дополненная реальность; комплексирование; обработка изображений.

Список литературы

1. JEOL USA Tomography Solution. URL: <http://www.jeolusa.com/PRODUCTS/Transmission-ElectronMicroscopes%28TEM%29AnalyticalDataOptimization/TomographySolution/tabid/589/Default.aspx> (дата обращения: 24.02.2015).
2. The IMOD home page. URL: <http://bio-3d.colorado.edu/imod> (дата обращения: 24.02.2015).
3. Decision support for orthopedics (DeSSOS) URL: <https://www.lumc.nl/org/orthopedie/research/90717023927579/1010080045485711> (дата обращения: 24.02.2015).
4. M.S.T. Overview. URL: <http://mst-sys.com/overview/system-2> (дата обращения: 24.02.2015).
5. Azuma, R. A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments, pp. 355–385, August 1997. URL: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf> (дата обращения: 24.02.2015).
6. Hirzer, M. Marker detection for augmented reality applications URL: http://studierstube.icg.tugraz.at/thesis/marker_detection.pdf (дата обращения 24.02.2015).
7. Pintaric, T. Affordable infrared-optical pose-tracking for virtual and augmented reality / T. Pintaric, H. Kaufmann // Proceedings of Trends and Issues in Tracking for Virtual Environments Workshop, IEEE VR 2007, Charlotte, NC, USA, 44–51. URL: http://publik.tuwien.ac.at/files/pub-inf_5236.pdf (дата обращения: 24.02.2015).
8. Auer, T. The integration of optical and magnetic tracking for multi-user augmented reality / T. Auer, A. Pinz // Computers and Graphics. – 1999. Т. 23, №. 6. – С. 805–808. URL: <http://www.emt.tugraz.at/~pinz/onlinepapers/CAG99.pdf> (дата обращения: 24.02.2015).
9. Using a passive coordinate measurement arm for motion tracking of a rigid endoscope for augmented-reality image-guided surgery / Rudy J. Lapeer, Samuel J. Jeffrey, Josh T. Dao et al // The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery. – 2014. – Т. 10, № 1. – С. 65–77. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/rcs.1513>.
10. OpenGL Transformation. URL: http://www.songho.ca/opengl/gl_transform.html (дата обращения: 24.02.2015).
11. Ламот, А. Программирование трехмерных игр для Windows. Советы профессионала по трехмерной графике и растеризации / А. Ламот: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2004. – 1424 с. : ил.
12. OpenGLdocs: glFrustum. URL: <https://www.opengl.org/sdk/docs/man2/xhtml/glFrustum.xml> (дата обращения: 24.02.2015).
13. OpenGL Projection matrix. URL: http://www.songho.ca/opengl/gl_projectionmatrix.html#perspective (дата обращения: 24.02.2015).

14. *Heikkila, J.* A four-step camera calibration procedure with implicit image correction / J. Heikkila, O. Silven // Proceedings of the 1997 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. University of Oulu, 1997. – 1106 p.
15. *Hartley, R.* Multiple View Geometry in Computer Vision / R. Hartley, A. Zisserman // Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006. – 670 p.
16. *Brown, D. C.* Close-range camera calibration / D.C. Brown // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. – 1971. – № 37. – Pp. 855–866.
17. *Fryer, J.G.* Lens distortion for close-range photogrammetry / J.G. Fryer, D.C. Brown // Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. – 1986. – № 52. – Pp. 51–58.
18. *Zhang, Z.* A flexible new technique for camera calibration / Z. Zhang // IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. – 2000. – № 22. – Pp. 1330–1334.
19. OpenGL docs: glOrtho. URL: <https://www.opengl.org/sdk/docs/man2/xhtml/glOrtho.xml> (дата обращения: 24.02.2015).
20. *Bradski, G.R.* Learning OpenCV / G.R. Bradski, A. Kaehler // O'Reilly Media Inc., London, 1st edition, 2008. – 571 p.
21. *Гилл, Ф.* Практическая оптимизация: монография / Ф. Гилл, У. Мюррей, М. Райт; пер. с англ. В.Ю. Лебедева под ред. А.А. Петрова. – М.: Мир, 1985. – 509 с.
22. *Buss, S. R.* Spherical Averages and Applications to Spherical Splines and Interpolation / S. R. Buss, J. Fillmore // ACM Transactions on Graphics. – 2001. – № 20 – Pp. 95-126. URL: <http://www.math.ucsd.edu/~sbuss/ResearchWeb/spheremean/paper.pdf> (дата обращения: 24.02.2015).
23. *Vasilii N. Dubrovin.* Choice of surgical access for retroperitoneoscopic ureterolithotomy according to the results of 3D reconstruction of operational zone agreed with the patient: initial experience / Vasilii N. Dubrovin, Valerii I. Bashirov, Yakov A. Furman et al. // Central European Journal of Urology. – 2013. – Vol. 66, № 4. – P. 447- 451.

Статья поступила в редакцию 25.02.15.

Ссылка на статью: Роженцов А. А., Дубровин В. Н., Чернышев Д. С., Егошин А. В. Разработка методики комплексирования изображений в системе интраоперационной навигации // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 22-40.

Информация об авторах

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

ДУБРОВИН Василий Николаевич – доктор медицинских наук, профессор кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет; заведующий урологическим отделением, ГБУ РМЭ «Республиканская клиническая больница». Область научных интересов – клиническая медицина, диагностика и хирургическое лечение урологических заболеваний, урологические исследования, малоинвазивные, эндоскопические хирургические вмешательства в урологии. Автор 125 публикаций.

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

ЕГОШИН Александр Вячеславович – аспирант кафедры радиотехнических и медико-биологических систем, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – клиническая медицина, диагностика и хирургическое лечение урологических заболеваний, урологические исследования, малоинвазивные, эндоскопические хирургические вмешательства в урологии. Автор 12 публикаций.

UDC 621.391

DEVELOPMENT OF IMAGE FUSION TECHNIQUE IN AN INTRAOPERATIVE NAVIGATION SYSTEM

A. A. Rozhentsov¹, V. N. Dubrovin^{1,2}, D. S. Chernyshev¹, A. V. Egoshin¹¹Volga State University of Technology,

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

E-mail: krtmbs@volgatech.net

²State-financed Health Institution of the Republic of Mari El «Republican clinical hospital»,
33, Osipenko Street, Yoshkar-Ola, 424037, Russian Federation**Key words:** augmented reality; image fusion; image processing.

ABSTRACT

Introduction. During the surgical procedure, the problem of the image fusion of a patient's virtual model and video data, obtained during the operation, arises. The efficient technology of obtaining high informative images merging virtual and real information is called augmented reality. The **objective** of the work is to develop the technique of the fusion of images, obtained from video sensors during minimally invasive operations and images of digital models of patient's body and organs. The suggested technique is based on the application of a mechanical 3D digitizer for surgical instrument positioning. **Mathematical model of the virtual object imaging system.** The image synthesis in an augmented reality system supposes the solution of the problem of the overlapping of two images. The first one is formed by a video sensor and it depicts a real object, and the second one is formed as the result of the processing of the same object's 3D model data. In this work the mechanical digitizer is used to track the camera's position in space. The image of a virtual object is created in the process of virtual scene rendering. It is performed by hardware graphics accelerators which can be interacted with an OpenGL interface. Knowing the actions, performed on the model, we get an expression to calculate window coordinates of the 3D model point. **Mathematical model of the real object imaging system.** The mathematical model of the digital camera is based on the techniques used in the OpenCV image processing library. In this model a camera can be described by two sets of parameters – intrinsic and extrinsic. To make a proper overlay of real and virtual images the virtual camera should have exactly the same intrinsic and extrinsic parameters as a real one. The intrinsic parameter matrix and distortion coefficients can be obtained during camera calibration using OpenCV. **The image fusion of the virtual model and the real object.** To create an aggregated image it's necessary to determine unknown variables such as view and projection matrices of the virtual camera as well as function coefficients, defining distortion correction rules. The view matrix consists of the set of transition matrices. To create an aggregated image the camera was calibrated with the help of a presented template and then the transition matrix «camera – digitizer pointer» was found. After the calibration the 3D model of the test object was loaded into the program and after it test object registration procedure was performed again. As a result the program allowed tracking the position of the camera, fixed on the digitizer in space and changing virtual camera parameters correspondingly providing obtaining the aggregated image of the virtual object and real environment. The process runs in real time and allows creating a continuous video stream. **Conclusion.** The work considers the technique of the fusion of optical images and virtual model images for the intraoperative navigation system. The mathematical description of the real and virtual image conversion to which they are subjected during the display in the application window is considered. The problems of real and virtual images matching are considered. An example of imaging in the developed augmented reality system is presented.

REFERENCES

1. JEOL USA Tomography Solution. URL: <http://www.jeolusa.com/PRODUCTS/Transmission-ElectronMicroscopes%28TEM%29AnalyticalDataOptimization/TomographySolution/tabid/589/Default.aspx> (Date of reference: 24.02.2015).
2. The IMOD home page. URL: <http://bio3d.colorado.edu/imod> (Date of reference: 24.02.2015).
3. Decision support for orthopedics (DeSSOS) URL: <https://www.lumc.nl/org/orthopedie/re->

search/90717023927579/1010080045485711 (Date of reference: 24.02.2015).

4. M.S.T. Overview. URL: <http://mst-sys.com/overview/system-2> (Date of reference: 24.02.2015).

5. Azuma R. A Survey of Augmented Reality Presence: Teleoperators and Virtual Environments, pp. 355–385, August 1997. URL: <http://www.cs.unc.edu/~azuma/ARpresence.pdf> (Date of reference: 24.02.2015).

6. Hirzer M. Marker detection for augmented reality applications URL: http://studierstube.icg.tugraz.at/thesis/marker_detection.pdf (Date of reference: 24.02.2015).

7. Pintaric T., Kaufmann H. Affordable infrared-optical pose-tracking for virtual and augmented reality. // Proceedings of Trends and Issues in Tracking for Virtual Environments Workshop, IEEE VR 2007, Charlotte, NC, USA, 44–51. URL: http://publik.tuwien.ac.at/files/pub-inf_5236.pdf (Date of reference: 24.02.2015)

8. Auer T., Pinz A. The integration of optical and magnetic tracking for multi-user augmented reality. Computers and Graphics, 1999. Vol. 23, № 6. Pp. 805–808. URL: <http://www.emt.tugraz.at/~pinz/onlinepapers/CAG99.pdf> (Date of reference: 24.02.2015).

9. Using a passive coordinate measurement arm for motion tracking of a rigid endoscope for augmented-reality image-guided surgery / Rudy J. Lapeer, Samuel J. Jeffrey, Josh T. Dao et al // The International Journal of Medical Robotics and Computer Assisted Surgery. 2014. Vol. 10, № 1. C. 65–77. URL: <http://dx.doi.org/10.1002/rcs.1513>.

10. OpenGL Transformation. URL: http://www.songho.ca/opengl/gl_transform.html (Date of reference: 24.02.2015).

11. LaMothe A. Программирование трекхмерных игр для Windows. Советы профессионала по трекхмерной графике и растеризации [Tricks of the Windows 3D Game Programming Gurus-Advanced 3D Graphics and Rasterization]: Translation from English. Moscow: Izdatel'skiy dom «Vil'jams», 2004. 1424 p.: il.

12. OpenGL docs: glFrustum. URL: <https://www.opengl.org/sdk/docs/man2/xhtml/glFrustum.xml> (Date of reference: 24.02.2015).

13. OpenGL Projection matrix. URL: http://www.songho.ca/opengl/gl_projectionmatrix.html#perspective (Date of reference: 24.02.2015).

14. Heikkila J., Silven O. A four-step camera calibration procedure with implicit image correction. Proceedings of the 1997 Conference on Computer Vision and Pattern Recognition. University of Oulu, 1997. 1106 p.

15. Hartley R., Zisserman A. Multiple View Geometry in Computer Vision. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2006. – 670 p.

16. Brown D.C. Close-range camera calibration. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1971. № 37. Pp. 855–866.

17. Fryer J.G., Brown D.C. Lens distortion for close-range photogrammetry. Photogrammetric Engineering and Remote Sensing. 1986. № 52. Pp. 51–58.

18. Zhang Z. A flexible new technique for camera calibration. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence. 2000. № 22. Pp. 1330–1334.

19. OpenGL docs: glOrtho. URL: <https://www.opengl.org/sdk/docs/man2/xhtml/glOrtho.xml> (Date of reference: 24.02.2015).

20. Bradski G.R., Kaehler A. Learning OpenCV. O'Reilly Media Inc., London, 1st edition, 2008. 571 p.

21. Gill F., Murray W. Prakticheskaja optimizacija: monografija [Practical optimization: monograph]; Translation from English V. Y. Lebedev; Edited by A.A. Petrov. – Moscow: Mir, 1985. 509 p.

22. Buss S. R., Fillmore J. Spherical Averages and Applications to Spherical Splines and Interpolation. ACM Transactions on Graphics, 2001. № 20. Pp. 95–126. URL: <http://www.math.ucsd.edu/~sbuss/ResearchWeb/spheremean/paper.pdf> (Date of reference: 24.02.2015).

23. Vasilii N. Dubrovin, Valerii I. Bashirov, Yakov A. Furman et al. Choice of surgical access for retroperitoneoscopic ureterolithotomy according to the results of 3D reconstruction of operational zone agreed with the patient: initial experience. Central European Journal of Urology. 2013. Vol. 66. № 4. Pp. 447–451.

The article was received 25.02.15.

Citation for an article: Rozhentsov A. A., Dubrovin V. N., Chernyshev D. S., Egoshin A. V. Development of image fusion technique in an intraoperative navigation system. Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems. 2015. No 1 (25). Pp. 22–40.

Information about the authors

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

DUBROVIN Vasily Nikolaevich – Doctor of Medical Sciences, Professor of the Chair of Medical-Biological System Engineering, Volga State University of Technology; Head of Urology Department, State-financed Health Institution of the Republic of Mari El «Republican clinical hospital». The sphere of scientific interests is clinical medicine, diagnostics and surgical treatment of urologic diseases, urological investigations, minimally invasive, endoscopic surgical interventions in urology. The author of 125 publications.

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

EGOSHIN Aleksandr Vyacheslavovich – a postgraduate student of the Chair of Medical-Biological System Engineering, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is clinical medicine, diagnostics and surgical treatment of urologic diseases, urological investigations, minimally invasive, endoscopic surgical interventions in urology. The author of 12 publications.

УДК 519.6

АПРОБАЦИЯ АЛГОРИТМОВ КЛАСТЕРНОГО АНАЛИЗА ИНФОРМАЦИОННО-АНАЛИТИЧЕСКИХ СИСТЕМ

О. В. Пьянков

Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации,
Российская Федерация, 394065, Воронеж, проспект Патриотов, 53
E-mail: pyankovov@vimvd.ru

Проводится вычислительный эксперимент по апробации предложенных алгоритмов кластерного анализа. Приводятся результаты кластерного анализа элементов обобщённой математической модели информационно-аналитической системы. Осуществляется сравнение получаемых результатов с использованием предложенных и известных алгоритмов. Делаются выводы о применимости предложенных алгоритмов для проведения кластерного анализа информационно-аналитических систем.

Ключевые слова: алгоритмы кластерного анализа; информационно-аналитическая система; вычислительный эксперимент; информационные технологии.

Список литературы

1. Информационные аналитические системы / Т. В. Алексеева, Ю. В. Амириди, В. В. Дик и др.; под ред. В.В. Дика. – М.: МФПУ «Синергия», 2013. — 384 с.
2. Курносов, Ю.А. Аналитика: методология, технология и организация информационно-аналитической работы / Ю. А. Курносов, П. Ю. Конотопов. – М.: РУСАКИ, 2004. – 512 с.
3. Пьянков, О.В. Математическое моделирование информационно-аналитической системы на основе теории конфликтов / О.В. Пьянков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. – Т. 10, № 1. – С. 75-79.
4. Пьянков, О.В. Комплексная оценка сложной системы на основе теории конфликтов / О. В. Пьянков // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Системный анализ и информационные технологии. – 2014. – №1. – С. 34-39.
5. Пьянков, О.В. Алгоритм кластеризации объектов с учетом их распределения / О.В. Пьянков // Вестник ВИ МВД России. – 2010. – № 4. – С. 92-97.
6. Меньших, В.В. Классификация методов защиты информации на основе кластерного анализа / В.В. Меньших, И.В. Щербакова, М.В. Питонин, О.В. Пьянков // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2009. – Т. 5, № 6. – С. 203 - 205.
7. Пьянков, О.В. Программа кластерного анализа объектов с учётом их распределения // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014613331 от 25.03.2014 г. / Федеральная служба по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ).
8. Пьянков, О.В. Интенциональный кластерный анализ элементов сложной системы на основе дивизимной процедуры // Свидетельство о государственной регистрации программ для ЭВМ № 2014662378 от 28.11.2014 г. / Федеральная служба по интеллектуальной собственности (РОСПАТЕНТ).
9. Барсегян, А.А. Анализ данных и процессов: / А.А. Барсегян, М.С. Куприянов, И.И. Холод и др. – 3-е изд., перераб. и доп. – СПб: БХВ-Петербург, 2009 – 512 с.

Статья поступила в редакцию 10.02.15.

Ссылка на статью: Пьянков О. В. Апробация алгоритмов кластерного анализа информационно-аналитических систем // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 41-49.

Информация об авторе

ПЬЯНКОВ Олег Викторович – кандидат технических наук, заместитель начальника кафедры инфокоммуникационных систем, Воронежский институт Министерства внутренних дел Российской Федерации. Область научных интересов – математическое моделирование; анализ данных; инфокоммуникационные технологии. Автор 108 публикаций.

UDC 519.6

APPROBATION OF CLUSTER ANALYSIS ALGORITHMS OF INFORMATION-ANALYTICAL SYSTEMS**O. V. Pyankov**

Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia,
53, Prospekt Patriotov, Voronezh, 394065, Russian Federation
E-mail: pyankovov@vimvd.ru

Key words: cluster analysis algorithms; information-analytical system; computing experiment; information technologies.

ABSTRACT

Introduction. The study of modern information-analytical systems allows developing a generic mathematical model of the information-analytical system as an oriented weighted graph that gives the opportunity of making the integrated assessment of system elements and determining their role in the operation of the whole system. However, one of the problems of the investigation of information-analytical systems is the determination of groups of elements having similar properties that becomes possible using cluster analysis algorithms. The availability of several algorithms allows, comparing the results obtained, making a conclusion concerning the acceptability of their application for clustering problem solving. The **objective** of the work is the investigation of cluster analysis algorithms and obtaining information-analytical system element clusters. Three algorithms were developed and implemented as the software to single out groups of homogeneous elements. Two algorithms used different approaches to divisive procedure implementation (Alg. 1 and Alg. 2), one algorithm (Alg. 3) was constructed on the basis of partition optimality criterion, considering the distance between objects of different clusters. **Approbation results** Comparison of results of Alg. 1 and Alg. 2 work shows: obtained cluster numbers don't always coincide; Alg. 2 forms partition chiefly with fewer clusters, meanwhile Alg. 1 forms a greater number of clusters; for a considered case a partition variant number coincides; for similar variants of partition taking into account the number of clusters (for example, for clusters 4 and 8) cluster element layouts coincide. Attention should be drawn to the result of Alg. 3 work: in spite of a greater value of the cluster number, some conciseness and validity of the obtained result should be noted. To compare the obtained results, clusters using the program Statistica 10 were received. Considering the results of partition into clusters of investigated elements, obtained with the help of developed algorithms 1-3, the final conclusion is made concerning the necessity of the allocation of 5 clusters from the elements of information-analytical system models. **Conclusion.** The partition of elements into clusters allows further considering cluster specimen separately. The analysis of the obtained results allows making a conclusion that developed algorithms for information-analytical system element investigation are acceptable.

REFERENCES

1. Alekseeva T. V., Amiridi Yu. V., Dik V.V. et al. *Informatsionnye analiticheskie sistemy* [Information Analytical Systems]; edited by V.V. Dik. Moscow: MFPU «Sinergiya», 2013. 384 p.
2. Kurnosov Yu.A., Konotopov P.Yu. *Analitika: metodologiya, tekhnologiya i organizatsiya informatsionno-analiticheskoy raboty* [Analytics: Methodology, Technology and Organization of Information-Analytical Work]. Moscow: RUSAKI, 2004. 512 p.
3. Pyankov O.V. *Matematicheskoye modelirovanie informatsionno-analiticheskoy sistemy na osnove teorii konfliktov* [Mathematical Modeling of the Information-Analytical System Based on the Conflict Theory]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta* [Bulletin of Voronezh State Technical University]. 2014. Vol. 10. № 1. Pp. 75-79.
4. Pyankov O.V. *Kompleksnaya otsenka slozhnoy sistemy na osnove teorii konfliktov* [The Integrated Assessment of the Complex System Based on the Conflict Theory]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Sistemnyy analiz i informatsionnye tekhnologii* [Bulletin of Voronezh State University. Series: System Analysis and Information Technologies]. 2014. №1. Pp. 34-39.
5. Pyankov O.V. *Algoritm klasterizatsii obyekтов s uchetoм ikh raspredeleniya* [The Algorithm of Objects Clustering Considering their Distribution]. *Vestnik VI MVD Rossii* [Bulletin of Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation]. 2010. № 4. Pp. 92-97.
6. Menshikh V.V., Shcherbakova I.V., Pitolin M.V., Pyankov O.V. *Klassifikatsiya metodov zashchity informatsii na osnove klasterного analiza* [Classification of Information Security Methods Based on the Cluster Analysis]. *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. [Bulletin of Voronezh State Technical University]. 2009. Vol. 5, № 6. Pp. 203 - 205.
7. Pyankov O.V. *Programma klasterного analiza obyekтов s uchotom ikh raspredeleniya* [The Program of the Cluster Analysis of Objects Considering their Distribution]. *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programm dlya EVM № 2014613331 ot 25.03.2014 g.* [The Certificate of State Registration of Computer Programs № 2014613331 from 25.03.2014] / *Federal'naya sluzhba po intellektual'noy sobstvennosti (ROSPATENT)* [Federal Service for Intellectual Property (ROSPATENT)].
8. Pyankov, O.V. *Intensional'nyy klasterный analiz elementov slozhnoy sistemy na osnove divizimnoy protsedury* [Intensional Cluster Analysis of Complex System Elements Based on the Divisive Procedure] // *Svidetel'stvo o gosudarstvennoy registratsii programm dlya EVM № 2014662378 ot 28.11.2014 g.* [The Certificate of State Registration of Computer Programs № 2014662378 from 28.11.2014]. *Federal'naya sluzhba po intellektual'noy sobstvennosti (ROSPATENT)* [Federal Service for Intellectual Property (ROSPATENT)].
9. Barsegyan A.A., Kupriyanov M.S., Kholod I.I. et al. *Analiz dannykh i protsessov: ucheb.posobie* [The Analysis of Data and Processes: Tutorial]; the third edition, revised and completed. SPb: BHV-Petersburg, 2009. 512 p.

The article was received 10.02.15.

Citation for an article: Pyankov O. V. Approbation of cluster analysis algorithms of information-analytical systems. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 1 (25). Pp. 41-49.

Information about the author

PYANKOV Oleg Viktorovich – Candidate of Engineering Sciences, Deputy Chief of the Chair of Infocommunication Systems, Voronezh Institute of the Ministry of Internal Affairs of the Russian Federation. The sphere of scientific interests is mathematical modeling; data analysis; infocommunication technologies. The author of 108 publications.

ЭЛЕКТРОНИКА

УДК 621.396.6

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ЭЛЕКТРОННОЙ ТЕХНИКИ НА ОСНОВЕ МЕТОДА СТАТИСТИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

Ю. В. Захаров, Н. Г. Моисеев

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

Рассматриваются вопросы комплексной оценки качества изделий электронной техники при отсутствии и наличии корреляционных связей между единичными показателями качества. В случае корреляционной зависимости единичных показателей качества изделия для решения задачи используется математический аппарат теории распознавания образов – метод статистических решений. Предложен алгоритм комплексной оценки качества изделий электронной техники на основе метода статистических решений.

Ключевые слова: комплексная оценка качества; единичные показатели качества; средневзвешенные показатели; теория распознавания образов; метод статистических решений.

Список литературы

1. Гличев, А. В. Основы управления качеством продукции / А. В. Гличев. – 2-е изд. – М.: РИА «Стандарты и качество», 2001. – 424 с.
2. Субетто, А. И. Квалиметрия / А. И. Субетто. – СПб.: Изд-во «Астерион», 2002. – 288 с.
3. Фомин, В. Н. Квалиметрия. Управление качеством / В. Н. Фомин. – М.: Ось-89, 2002. – 364 с.
4. Гелашвили, Д. П. Применение интегральных показателей на основе функции желательности / Д. П. Гелашвили, А. В. Лисовенко, М. Е. Безруков // Поволжский экологический журнал. – 2010. – № 4. – С. 343-350.
5. Лепский, А. Е. Математические методы распознавания образов / А. Е. Лепский, А. Г. Броневич. – Таганрог: Изд-о ТТИ ЮФУ, 2009. – 155 с.
6. Фомин, Я. А. Распознавание образов: теория и применения. / Я. А. Фомин; 2-е изд. – М.: ФАЗИС, 2012. – 429 с.

Статья поступила в редакцию 14.11.14.

Ссылка на статью: Захаров Ю. В., Моисеев Н. Г. Комплексная оценка качества изделий электронной техники на основе метода статистических решений // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 50-54.

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 75 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 29 публикаций.

UDC 621.396.6

COMPREHENSIVE QUALITY ASSESSMENT OF ELECTRONICS PRODUCTS BASED ON STATISTICAL DECISION METHOD

Yu. V. Zaharov, N. G. Moiseev

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

E-mail: ZaharovYV@volgatech.net

Key words: comprehensive quality assessment; single quality indexes; weighted mean indexes; pattern recognition theory; statistical decision method.

ABSTRACT

Introduction. At present the problem of comprehensive quality assessment of electronics products by the combination of single indexes, characterizing separate product properties, has become more and more relevant. In the case of the statistical independence of single quality indexes for the comprehensive quality assessment of different kinds of production, weighted mean indexes are used, in which connection the geometric mean index is the optimum expression for electronics products. The limitation on the use of the geometric mean index is the fact that it doesn't take into consideration the correlation dependence of single product quality indexes. The **purpose** of the work is to develop the algorithm of the comprehensive assessment of electronics product quality based on the pattern recognition theory – the statistical decision method. The essence of the proposed method lies in the following. For investigated identical products single quality indexes are controlled. In multidimensional space of controlled parameters, certain vectors of measured single quality index values correspond to each product. By the random sampling method, the learning sample is formed, including two classes of products: qualitative; defective on at least one single index. On the material of the learning sample, elements of vectors of average values and covariance matrixes are estimated. The decision rule is made, it refers the product to a certain class by the combination of single quality indexes. For this purpose, the logarithm of probability density function ratio in classes and the threshold value are calculated. The selection is made under the condition of average risk minimum, caused by type I and type II errors, providing the maximal percentage (95-100) of the correct product division into classes of qualitative and defective products. When $L > \lambda$, the item belongs to the class of quality products; when $L \leq \lambda$ it belongs to defective products. For quality products, the ratio L/λ is the value of the integrated product quality index. **Conclusion.** The statistical decision method doesn't require the testing of hypothesis about the normal distribution of single product quality indexes. It is used in all cases, when the required level of error probabilities during quality assessment is provided.

REFERENCES

1. Glichev A. V. *Osnovy upravleniya kachestvom produktsii* [The Basis for Controlling Product Quality]. The second edition. Moscow: RIA «Standarty i kachestvo», 2001. 424 p.
2. Subetto A. I. *Kvalimetriya* [Qualimetry] / A. I. Subetto. St. Petebrurg: Izd-vo «Asterion», 2002. 288 p.
3. Fomin V. N. *Kvalimetriya. Upravlenie kachestvom* [Qualimetry. Quality Control]. Moscow: Os'-89, 2002. 364 p.
4. Gelashvili D. P., Lisovenko A. V., Bezrukov M. E. *Primenenie integral'nykh pokazateley na osnove funktsii zhelatel'nosti* [Application of Integrated Indexes Based on Desirability Function]. *Povolzhskiy ekologicheskiy zhurnal* [Volga ecological journal]. 2010. № 4. Pp. 343-350.
5. Lepsky A. E., Bronevich A. G. *Matematicheskie metody raspoznavaniya obrazov* [Mathematical Methods of Pattern Recognition]. Taganrog: Izd-o TTI YuFU, 2009. 155 p.
6. Fomin Ya. A. *Raspoznavanie obrazov: teoriya i primeneniya* [Pattern Recognition: Theory and Application]. The second edition. Moscow: FAZIS, 2012. 429 p.

The article was received 14.11.14.

Citation for an article: Zaharov Yu. V., Moiseev N. G. Comprehensive quality assessment of electronics products based on statistical decision method. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 1 (25). Pp. 50-54.

Information about the authors

ZAHAROV Yuri Vladimirovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Design and Production of Computing Systems at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is mathematical modeling and the reliability of electronic means. The author of 75 publications.

MOISEEV Nikolay Gennadyevich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Chair of Computer Systems at Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the accelerated reliability tests and reliability-oriented design of electronic engineering products. The author of 29 publications.

УДК 621.396.6

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА И ВЫБОР ВАРИАНТА ЛИЦЕВОЙ ПАНЕЛИ КОНСТРУКТИВОВ РАДИОЭЛЕКТРОННЫХ СРЕДСТВ НА ОСНОВЕ МЕТОДА НЕЧЁТКИХ МНОЖЕСТВ

Е. П. Павлов¹, Е. А. Фрицлер², Е. М. Цветкова¹

¹ Поволжский государственный технологический университет,

Российская Федерация, 424000, Йошкар-Ола, пл. Ленина, 3

E-mail: TsvetkovaEM@volgatech.net

² ООО «Чебоксарская электротехника и автоматика»

Российская Федерация, 428022, Чебоксары, проезд Машиностроителей, 11

E-mail: Len4ik88@mail.ru

Разработана система управления качеством художественного оформления конструктивов радиоэлектронных средств, выявлены соответствия основных художественных, эстетических и эргономических свойств и признаков в конструкции радиоприбора. Для оценки качества художественного оформления лицевых панелей применён метод нечётких множеств. Практическое применение метода реализовано на лицевых панелях трансивера.

Ключевые слова: лицевая панель; конструктив; дизайн; эргономика; техническая эстетика; компоновка; композиция; нечёткие множества.

Список литературы

1. Лавренов, О.П. Ситуационное управление проектирования конструкции РЭА / О.П. Лавренов // Вестник КГТУ. – 2003. – № 1. – С. 48-57.
2. Леухин, В.Н. Разработка лицевой панели радиоэлектронного устройства / В.Н. Леухин, Е.П. Павлов. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2004. – 84 с.
3. Саати, Т. Принятие решений при зависимостях и обратных связях: аналитические сети / Т. Саати. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009. – 360 с.
4. Кадаев, С.А. Автоматизация процесса проектирования лицевых панелей радиоэлектронных средств / С. А. Кадаев, В. М. Питолин // Вестник ВГТУ. Сер.: Радиоэлектроника и системы связи. – 2002. – № 4.2. – С. 42-44.
5. Подиновский, В. В. О некорректности метода анализа иерархий / В.В. Подиновский, О.В. Подиновская // Проблемы управления. – 2011. – № 1. – С. 8-13.
6. Павлов, Е. П. Система показателей качества объемного электромонтажа электронных средств / Е. П. Павлов, Е. Л. Грязина, Ю.М. Зантимирова // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2009. – № 3. – С. 60-72.
7. Анохин, А.М. Комплексное оценивание и оптимизация на моделях многомерных объектов / А.М. Анохин, В.Б. Гусев, В.В. Павельев. – М.: ИПУ РАН, 2003. – 79 с.
8. Семенова, Е.Г. Оценка качества функционирования сложных технических систем методом нечетких множеств / Е.Г. Семенова, М.С. Смирнова, К.А. Криулькина // Проблемы обеспечения эффективности и устойчивости функционирования сложных технических систем. Сборник трудов XXIV межведомственной научно-технической конференции. – Серпухов, 2005. – С. 129-131.

Статья поступила в редакцию 19.02.15.

Ссылка на статью: Павлов Е. П., Фрицлер Е. А., Цветкова Е. М. Оценка качества и выбор варианта лицевой панели конструктивов радиоэлектронных средств на основе метода нечётких множеств // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 50-64.

Информация об авторах

ПАВЛОВ Евгений Петрович – кандидат технических наук, профессор кафедры конструирования и производства радиоаппаратуры, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – конструирование электронных средств, исследования в области повышения качества, точности и надёжности. Автор 109 публикаций.

ФРИЦЛЕР Елена Анатольевна – менеджер по качеству, ООО «Чебоксарская электро-техника и автоматика». Область научных интересов – исследования в области повышения качества, точности и надёжности.

Цветкова Екатерина Михайловна – аспирант, старший преподаватель кафедры стандартизации, сертификации и товароведения, Поволжский государственный технологический университет. Область научных интересов – древесиноведение, управление качеством продукции. Автор 15 публикаций.

UDC 621.396.6

QUALITY ASSESMENT AND THE SELECTION OF THE FRONT PANEL OF RADIO-ELECTRONIC FACILITY CONSTRUCTS BASED ON A FUZZY SET TECHNIQUE

E. P. Pavlov¹, E. A. Fritsler², E. M. Tsvetkova¹

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

²PLC «Cheboksary electrical engineering and automatics»,
11, Mashinostroiteley passage, Cheboksary, Russian Federation, 428022
E-mail: Len4ik88@mail.ru

Key words: front panel; construct; design; ergonomics; technical aesthetics; layout; composition; fuzzy sets.

ABSTRACT

*The article considers the methods of the quality assessment of the front panel design of radio-electronic facility constructs. For this purpose a fuzzy set technique was applied. A quality control system, monitoring the design of radio-electronic facility constructs has been developed. The correspondence of main art, aesthetic and ergonomic properties and characteristics of radio set design was chosen. Quality indexes of front panels and layouts, according to which the comparative analysis of specified product variants was carried out, were also selected. The practical application of the technique was implemented on front panels of a transceiver. The **results** obtained are the following: 1. When designing radio-electronic facility constructs it's necessary to separate estimates – ergonomic estimate, that determines logical perception and the aesthetic estimate that determines sensory perception. Ergonomic indexes of front panel development quality are estimated according to serviceability, operability and security. 2. When front panel designing, a number of problems, connected with the layout of all complementary parts, meeting ergonomics requirements, as well as the creation of the product image, reflecting fashion trends and market demands is solved. The development of front panels must be aimed at the creation of optimal working conditions of a man-operator, considering him as a part of the system «man-machine» and taking into account his abilities. 3. For the estimation of radio-electronic facility construct design quality, in respect of two variants of front panels, the technique of fuzzy sets, based on decision-making under uncertainty was chosen. With a great number of criteria, which can be used for the estimation of radio-electronic facility front panel variants, the ease of control, the ease of indication, proportions, a composite rhythm and composition balance were chosen. 4. Two variants of the transceiver front panel were developed; the element base selection was made from the catalogues of trade houses «Brown bear», «Radio components» «Chip and Din». As a result the most preferable choice was the variant of the transceiver front panel that had the complex value of 0, 1678, while the second variant had the value of 0, 4243, since a lower value corresponds to a higher quality of the product.*

REFERENCES

1. Lavrenov O.P. Situatsionnoe upravlenie proektirovaniya konstruksii REA [Situational Control of REE Construction Design]. *Vestnik KGTU* [Bulletin of KSTU]. 2003. №1. Pp. 48-57.
2. Leukhin V.N., Pavlov E.P. *Razrabotka litsevoy paneli radioelektronnogo ustroystva* [Development of the Radio-Electronic Facility Front Panel]. Yoshkar-Ola: MarSTU. 2004. 84 p.
3. Saati T. *Prinyatie resheniy pri zavisimostyakh i obratnykh svyazyakh: analiticheskie seti* [Dependence and Feedback Decision Making: Analytic Networks]. Moscow: Knizhnyy dom «LIBROKOM», 2009. 360 p.
4. Kadaev S.A., Pitolin V. M. Avtomatizatsiya protsessa proektirovaniya litsevykh paneley radioelektronnnykh sredstv [Automation of the Process of Radio-Electronic Facility Front Panels Engineering]. *Vestnik VGTU. Ser.: Radioelektronika i sistemy svyazi* [Bulletin of VSTU. Ser.: Radio electronics and communication systems]. 2002. № 4.2. Pp. 42-44.
5. Podinovskiy V. V., Podinovskaya O.V. O nekorrektnosti metoda analiza ierarkhiy [On Hierarchy Analysis Technique Incorrectness]. *Problemy upravleniya* [Problems of control]. 2011. № 1. Pp. 8-13.
6. Pavlov E. P., Gryazina E. L., Zantimirova Yu.M. Sistema pokazateley kachestva obyemnogo elektromontazha elektronnnykh sredstv [The System of Quality Indexes of Volumetric Electrical Mounting of Electronic Means]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser.: «Radio-tekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy»* [Vestnik of Mari State Technical University. Ser. «Radio Engineering and Infocommunication Systems»]. 2009. № 3. Pp. 60-72.
7. Anokhin A.M. Gusev V.B., Pavelyev V.V. *Kompleksnoe otsenivanie i optimizatsiya na modelyakh mnogomernykh obyektoy* [Integrated Assessment and Optimization on the Models of Multidimensional Objects]. Moscow: Institute of Control Systems of the Russian Academy of Sciences, 2003. 79 p.
8. Semenova E.G., Smirnova M.S., Kriulkina K.A. Otsenka kachestva funktsionirovaniya slozhnykh tekhnicheskikh system metodom nechetkikh mnozhestv [Quality Assessment of the Operation of Complex Technical Systems by the Technique of Fuzzy Sets]. *Problemy obespecheniya effektivnosti i ustoychivosti funktsionirovaniya slozhnykh tekhnicheskikh sistem. Sbornik trudov XXIV mezhvedomstvennoy nauchno-tekhnicheskoy konferentsii* [Problems of Providing Efficiency and Stability of Complex Technical Systems Operation. Proceedings of XXIV Interdepartmental Scientific and Technical Conference]. Serpukhov, 2005. Pp. 129-131.

The article was received 19.02.15.

Citation for an article: Pavlov E. P., Fritsler E. A., Tsvetkova E. M. Quality assesment and the selection of the front panel of radio-electronic facility constructs based on a fuzzy set technique. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 1 (25). Pp. 50-64.

Information about the authors

PAVLOV Evgeny Petrovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor of the Chair of Radio Equipment Engineering and Production, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is the design of electronic means, investigations in the sphere of the improvement of quality, accuracy and reliability. The author of 109 publications.

FRITSLER Elena Anatolyevna – quality manager, PLC «Cheboksary electrical engineering and automatics». The sphere of scientific interests is investigations in the sphere of the improvement of quality, accuracy and reliability.

TSVETKOVA Ekaterina Mikhailovna – a postgraduate student, senior lecturer of the Chair of Standardization, Certification and Merchandising, Volga State University of Technology. The sphere of scientific interests is wood science, product quality control. The author of 15 publications.

НОВИНКИ ТЕХНИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ. ОБЗОРЫ. КОНФЕРЕНЦИИ. ВАЖНЫЕ ДАТЫ

УДК 621.391

В ПРЕДДВЕРИИ ГОДА СВЕТА И СВЕТОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В. А. Андреев¹, В. А. Бурдин¹, О. Г. Морозов², А. Х. Султанов³

¹Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики,
Российская Федерация, 443010, Самара, ул. Л. Толстого, 23
E-mail: andreev@psuti.ru

²Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ,
Российская Федерация, 420111, Казань, ул. К. Маркса, 10
E-mail: OGMorozov@kai.ru

³Уфимский государственный авиационный технический университет,
Российская Федерация, 450000, Уфа, ул. К. Маркса, 12
E-mail: tks@ugatu.ac.ru

Освещены основные направления работы и подведены итоги XII-й международной научно-технической конференции «Оптические технологии телекоммуникаций», проходившей в Казани, на базе Казанского национального исследовательского технического университета им. А.Н. Туполева-КАИ, с 18 по 21 ноября 2014 года.

Ключевые слова: год света и световых технологий; оптические технологии телекоммуникаций; квантовые технологии телекоммуникаций; радиопотонные технологии телекоммуникаций.

Список литературы

1. Талипов, А.А. Метод формирования двухчастотного излучения для синтеза солитонов и применения спектрально-эффективной модуляции RZ и CSRZ форматов в оптических сетях доступа / А.А. Талипов, О.Г. Морозов, Г.И. Ильин и др. // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2012. – № 2 (16). – С. 3-12.
2. Садеев, Т.С. Спектральные характеристики фотонных фильтров микроволновых сигналов на основе амплитудных электрооптических модуляторов / Т.С. Садеев, О.Г. Морозов // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2010. – № 3. – С. 22-30.
3. Морозов, О.Г. Измерение мгновенной частоты СВЧ-радиосигналов в оптическом диапазоне на основе преобразования «частота-амплитуда» в волоконной решётке Брэгга с фазовым π -сдвигом / О.Г. Морозов, М.Р. Нургазизов, А.А. Талипов, А.А. Василец, П.Е. Денисенко // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2013. – № 3 (19). – С. 30-41.
4. Морозов, О.Г. Амплитудно-фазовая модуляция в системах радиопотоники / О.Г. Морозов, Г.И. Ильин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2014. – № 1 (20). – С. 6-42.
5. Ильин, Г.И. К теории квазигармонических колебаний / Г.И. Ильин, А.Г. Ильин, О.Г. Морозов // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2014. – № 3 (22). – С. 6-33.
6. Бурдин, В.А. Применение нелинейных фазовых фильтров в высокоскоростных волоконно-оптических системах передачи со спектральным уплотнением / В.А. Бурдин, И.В. Григоров // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2013. – № 2 (18). – С. 16-26.
7. Андреев, В.А. Проблемы и методы локализации участков ВОЛП с повышенной поляризационной модовой дисперсией / В.А. Андреев,

В.А. Бурдин, А.В. Бурдин // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2008. – Т. 11, № 3. – С. 131-139.

8. *Андреев, В.А.* Проблемы и перспективы применения управляемых дисперсией солитонов для реконструкции волоконно-оптических линий связи / В.А. Андреев, В.А. Бурдин, А.В. Бурдин, К.А. Волков // Физика волновых процессов и радиотехнические системы. – 2010. – Т. 13, № 3. – С. 92-97.

9. *Султанов, А.Х.* Анализ ошибки, связанной с различием влияния хроматической дисперсии све-

товодов на сигналы / А.Х. Султанов, И.Л. Виноградова, Ш.Б. Янышев // Вестник Марийского государственного технического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2011. – № 3. – С. 85-92.

10. *Султанов, А.Х.* Расчёт параметров сегмента волоконно-оптической высокоскоростной системы передачи / А.Х. Султанов, И.Л. Виноградова, А.А. Кашбиев // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2012. – № 1 (15). – С. 82-91.

Статья поступила в редакцию 23.01.15.

Ссылка на статью: Андреев В. А., Бурдин В. А., Морозов О. Г., Султанов А. Х. В преддверии Года света и световых технологий // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 65-72.

Информация об авторах

АНДРЕЕВ Владимир Александрович – доктор технических наук, профессор, ректор, заведующий кафедрой линий связи и измерений в технике связи, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Область научных интересов – оптические технологии телекоммуникаций. Автор 300 публикаций.

БУРДИН Владимир Александрович – доктор технических наук, профессор, проректор по научной деятельности и инновациям, Поволжский государственный университет телекоммуникаций и информатики. Область научных интересов – оптические технологии телекоммуникаций. Автор 500 публикаций.

МОРОЗОВ Олег Геннадьевич – доктор технических наук, профессор, директор научно-исследовательского института прикладной электродинамики, фотоники и живых систем, заведующий кафедрой радиофотоники и микроволновых технологий, Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ. Область научных интересов – радиофотонные технологии телекоммуникаций. Автор 400 публикаций.

СУЛТАНОВ Альберт Ханович – доктор технических наук, профессор, директор института инфокоммуникационных технологий, заведующий кафедрой телекоммуникационных систем, Уфимский государственный авиационный технический университет. Область научных интересов – оптические технологии телекоммуникаций. Автор 500 публикаций.

UDC 621.391

ON THE THRESHOLD OF THE YEAR OF LIGHT AND LIGHT-BASED TECHNOLOGIES

V. A. Andreev¹, V. A. Burdin¹, O. G. Morozov², A. H. Sultanov³¹Volga State University of Telecommunications and Informatics,
23, L. Tolstoy Street, Samara, 443010, Russian Federation
E-mail: andreev@psuti.ru²Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI,
10, K. Marx Street, Kazan, 420111, Russian Federation
E-mail: OGMorozov@kai.ru³Ufa State Aviation Technical University,
12, K. Marx Street, Ufa, 450000, Russian Federation
E-mail: tks@ugatu.ac.ru

Main directions of the work and the results of XII International Scientific and Technical Conference «Optical Technologies of Telecommunications», held at Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI on November 18-21, 2014 were reported.

Key words: the year of light and light-based technologies; optical technologies of telecommunications; quantum technologies of telecommunications; radio-photon technologies of telecommunications.

REFERENCES

1. Talipov A.A., Morozov O.G., Il'in G.I., et al. Metod formirovaniya dvukhchastotnogo izlucheniya dlya sinteza solitonov i primeneniya spektral'no-`effektivnoj modulyacii RZ i CSRZ formatov v opticheskikh setyah dostupa [Method of the formation of two-frequency radiation for the soliton synthesis and the application of spectral-effective modulation of RZ and CSRZ formats in optical access networks]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikacionnye sistemy* [Vestnik of Volga state university of technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems], 2012. No 2(16). Pp. 3-12.
2. Sadeev T.S., Morozov O.G. Spektral'nye harakteristiki fotonnykh fil'trov mikrovolnovykh signalov na osnove amplitudnykh `elektroopticheskikh modulyatorov [Spectral characteristics of photon filters of microwave signals on basis of amplitude electro-optical modulators]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Mari state technical university. Ser. Radioengineering and infocommunication systems]. 2010. No 3. Pp. 22-30.
3. Morozov O.G., Nurgazizov M.R., Talipov A.A. et al. Izmerenie mgnovennoj chastoty SVCh-radiosignalov v opticheskom diapazone na osnove preobrazovaniya «chastota-amplituda» v volokonnoj reshetke Br`egga s fazovym π -sdvigom [Instantaneous frequency measurement of microwave radio signals in the optical range based on the «frequency-amplitude» transformation in a fibre bragg grating with a phase π -shift]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikacionnye sistemy* [Vestnik of Volga state university of technology. Ser. Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2013. No 3(19). Pp. 30-41.
4. Morozov O.G., Il'in G.I. Amplitudno-fazovaya modulyaciya v sistemah radiofotoniki [Amplitude-phase modulation in microwave photonics systems]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikacionnye sistemy* [Vestnik of Volga state university of technology. Ser. Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2014. № 1 (20). Pp. 6-42.
5. Il'in G.I., Il'in A.G., Morozov O.G. K teorii kvazigarmonicheskikh kolebanij [To the theory of quasi-harmonic oscillations]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikacionnye sistemy* [Vestnik of Volga state university of technology. Ser. Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2014. № 3 (22). Pp. 6-33.
6. Burdin V.A., Grigorov I.V. Primenenie nelineynykh fazovykh fil'trov v vysokoskorostnykh volokonno-opticheskikh sistemah peredachi so spektral'nym uplotneniem [Application of nonlinear phase filters in high-speed, fibre-optical transmission systems with the spectral multiplex]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tehnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikacionnye sistemy* [Vestnik of Volga state university of technology. Ser. Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2013. № 2 (18). Pp. 16-26.
7. Andreev V.A., Burdin V.A., Burdin A.V. Problemy i metody lokalizacii uchastkov VOLP s pov-

yshennoj polarizacionnoj modovoj dispersiej [Problems and methods of detecting areas of fiber-optic communication lines with increased polarization mode dispersion]. *Fizika volnovykh processov i radiotekhnicheskie sistemy* [Physics of wave processes and radiotechnical systems]. 2008. Vol. 11. No 3. Pp. 131-139.

8. Andreev V.A., Burdin V.A., Burdin A.V., Volkov K.A. Problemy i perspektivy primeneniya upravlyaemykh dispersiej solitonov dlya rekonstrukcii volokonno-opticheskikh linij svyazi [Problems and prospects of dispersion managed solitons for the reconstruction of fiber-optic communication lines]. *Fizika volnovykh processov i radiotekhnicheskie sistemy* [Physics of wave processes and radiotechnical systems]. 2010. Vol. 13. No 3. Pp. 92-97.

9. Sultanov A.H., Vinogradova I.L., Yanyushev Sh.B. Analiz oshibki, svyazannoj s razlichiem vliyaniya

hromaticheskoy dispersii svetovodov na signaly [Analysis of error, connected with difference in influence of chromatic dispersion of fibers on signals]. *Vestnik Mariyskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Ser. Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Mari state technical university. Ser. Radioengineering and infocommunication systems]. 2011. № 3(14). Pp. 85-92.

10. Sultanov A.H., Vinogradova I.L., Kashbiev A.A. Raschet parametrov segmenta volokonno-opticheskoy vysokoskorostnoj sistemy peredachi Calculation of parameters of the segment of fibre-optical high-speed transmission system]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Radiotekhnicheskie i infokommunikatsionnye sistemy* [Vestnik of Volga state university of technology. Ser. Radio Engineering and Infocommunication Systems]. 2012. № 1(15). Pp. 82-91.

The article was received 23.01.15.

Citation for an article: Andreev V. A., Burdin V. A., Morozov O. G., Sultanov A. H. On the threshold of the Year of light and light-based technologies. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 1 (25). Pp. 65-72.

Information about the authors

ANDREEV Vladimir Aleksandrovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Rector, the Head of the Chair of Communication Lines and Measurements in Communication Engineering, Voga State University of Telecommunications and Informatics. The sphere of scientific interests is optical technologies of telecommunications. The author of 300 publications.

BURDIN Vladimir Aleksandrovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Vice-Rector for Research and Innovation at Volga State University of Telecommunications and Informatics. The sphere of scientific interests is optical technologies of telecommunications. The author of 500 publications.

MOROZOV Oleg Gennadyevich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Director of Scientific and Research Institute of Applied Electrodynamics, Photonics and Living Systems, the Head of the Chair of Radio Photonics and Microwave Technologies at Kazan National Research Technical University named after A.N. Tupolev-KAI. The sphere of scientific interests is radio-phonic technologies of telecommunications. The author of 400 publications.

SULTANOV Albert Hanovich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Director of the Institute of Infocommunication Technologies, the Head of the Chair of Telecommunication Systems, Ufa State Aviation Technical University. The sphere of scientific interests is optical technologies of telecommunications. The author of 500 publications.

УДК 378.14

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К ПОДГОТОВКЕ СПЕЦИАЛИСТОВ В ОБЛАСТИ ИНФОКОММУНИКАЦИЙ

Е. Л. Кон, В. И. Фрейман, А. А. Южаков

Пермский национальный исследовательский политехнический университет,
Российская Федерация, 614013, Пермь, ул. Профессора Поздеева, 7
E-mail: kel@at.pstu.ru

Предлагаются новые подходы к решению задач контроля и оценивания результатов подготовки специалистов по компетентностно-ориентированным образовательным программам. Проанализирована и показана актуальность проблемы контроля и оценивания уровня освоения компетенций и их составляющих как основных результатов образовательной деятельности. Обоснованы критерии классификации подходов и методов решения поставленных задач. Позиционированы результаты авторов, обозначены нерешённые проблемы и дальнейшие направления исследования. По каждому критерию классификации предложены и проанализированы варианты решения, их особенности, практическая реализуемость, области целесообразного применения, возможность алгоритмизации и автоматизации. Изложены результаты обсуждения предложенных подходов на пленумах учебно-методических объединений вузов по образованию в области инфокоммуникационных технологий и систем связи и университетскому политехническому образованию.

Ключевые слова: компетенция; образовательная программа; результаты обучения; классификация; критерий; диагностирование; тест.

Список литературы

1. Зимняя, И.А. Формирование и оценка сформированности социальных компетентностей у студентов вузов при освоении нового поколения ООП ВПО: Образовательный модуль. Для программы повышения квалификации преподавателей вузов в области проектирования ООП, реализующих ФГОС ВПО / И.А.Зимняя. – М.: Исследовательский центр проблем качества подготовки специалистов, 2010. – 42 с.
2. Матушкин, Н.Н. Практика разработки и применения самостоятельно устанавливаемых образовательных стандартов и программ высшего образования / Н.Н. Матушкин, В.И. Фрейман, А.А. Южаков и др. // Высшее образование в России. – 2014. – № 6. – С. 5–13.
3. Кон, Е.Л. Проектирование и реализация сетевых магистерских программ по перспективным направлениям науки, техники и технологии / Е.Л. Кон, Н.Н. Матушкин, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Дистанционное и виртуальное обучение. – 2014. – № 8 (86). – С. 79–89.
4. Ефремова, Н.Ф. Формирование и оценивание компетенций в образовании: Монография / Н.Ф. Ефремова. – Ростов н/Д: «Аркол», 2010. – 386 с.
5. Звонников, В.И. Оценка качества результатов обучения при аттестации (компетентностный подход): учеб. пособие / В.И. Звонников, М.Б. Чельщикова. – М.: Логос, 2012. – 279 с.
6. Средства оценивания результатов обучения студентов вуза: метод. рекомендации / Автор-сост. Е. Ю. Игнатъева; НовГУ им. Ярослава Мудрого. – Великий Новгород, 2014. – 62 с.
7. Сазонов, Б.А. Балльно-рейтинговые системы оценивания знаний и обеспечение качества учебного процесса / Б.А. Сазонов // Высшее образование в России. – 2012. – № 6. – С. 28–40.
8. Данилов, А.Н. Об одном подходе к оцениванию уровня сформированности компетенций выпускника вуза / А.Н. Данилов, А.А. Овчинников, М.Б. Гитман, В.Ю. Столбов // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 6. – С. 7.
9. Фрейман, В.И. Разработка методики контролепригодного проектирования компонентной структуры дисциплинарной компетенции / В.И. Фрейман // Образование и наука. – 2014. – № 10 (119). – С. 31–46.
10. Кон, Е.Л. Реализация алгоритмов дешифрации результатов безусловного и условного поиска при проверке уровня освоения элементов дисциплинарных компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образование и наука. – 2013. – № 10 (109). – С. 17–36.
11. Фрейман, В. И. Реализация одного алгоритма условного поиска элементов компетенций с недостаточным уровнем освоения / В. И. Фрейман // Информационно-управляющие системы. – 2014. – № 2 (69). – С. 93–102.
12. Кон, Е.Л. Количественная оценка результатов обучения, представленных в компетентностном формате / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южа-

ков // Вестник Уфимского государственного авиационного технического университета. – 2015. – Т. 19, № 1 (67). – С. 204–210.

13. Кон, Е.Л. Анализ возможности применения аппарата и методов технической диагностики для контроля и оценки результатов освоения компетентностно-ориентированных образовательных программ / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. – 2014. – № 7. – С. 66–71.

14. Фрейман, В.И. Применение методов и процедур технической диагностики для контроля и оценки результатов обучения, заданных в компетентностном формате / В.И. Фрейман // Известия Санкт-Петербургского государственного электротехнического университета ЛЭТИ. – 2014. – № 6. – С. 79–85.

15. Кон, Е.Л. Применение аппарата нечеткой логики для контроля результатов обучения, заданных в компетентностном формате / Е.Л. Кон,

В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2014. – № 12. – С. 20–25.

16. Фрейман, В.И. Разработка метода дешифрации результатов диагностирования уровня освоения элементов компетенций с использованием нечеткой логики / В.И. Фрейман // Нейрокомпьютеры: разработка, применение. – 2014. – № 12. – С. 26–30.

17. Кон, Е.Л. Применение интегро-дифференциального критерия оценки освоения компонентов компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков // Образование и наука. – 2013. – № 6 (105). – С. 47–63.

18. Кон, Е.Л. Подход к формированию компонентной структуры компетенций / Е.Л. Кон, В.И. Фрейман, А.А. Южаков, Е.М. Кон // Высшее образование в России. – 2013. – № 7. – С. 37–41.

19. Подиновский, В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений / В.В. Подиновский. – М.: Физматлит, 2007. – 64 с.

Статья поступила в редакцию 11.02.15.

Ссылка на статью: Кон Е. Л., Фрейман В. И., Южаков А. А. Новые подходы к подготовке специалистов в области инфокоммуникаций // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Радиотехнические и инфокоммуникационные системы. – 2015. – № 1 (25). – С. 73-89.

Информация об авторах

КОН Ефим Львович – кандидат технических наук, профессор, руководитель сектора «Инфокоммуникационные и распределенные информационно-управляющие системы» кафедры автоматики и телемеханики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Область научных интересов – надежность, диагностика и отказоустойчивость цифровых узлов и сетей; помехоустойчивость цифровых каналов связи; вопросы информационной безопасности; анализ производительности распределенных информационно-управляющих систем. Автор 300 публикаций.

ФРЕЙМАН Владимир Исаакович – кандидат технических наук, доцент, докторант, заместитель заведующего кафедрой автоматики и телемеханики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Область научных интересов – проектирование систем управления и мониторинга телекоммуникационной аппаратуры; техническая диагностика аппаратуры и сетей связи; помехоустойчивое кодирование и цифровая обработка сигналов в системах передачи и хранения информации; обеспечение, управление и контроль качества учебного процесса. Автор 110 публикаций.

ЮЖАКОВ Александр Анатольевич – доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой автоматики и телемеханики, Пермский национальный исследовательский политехнический университет. Область научных интересов – нейронные измерительные устройства и системы; адаптивные информационно-управляющие системы на основе нейронной технологии; распознавание образов и информационная безопасность. Автор 280 публикаций.

UDC 378.14

NEW APPROACHES TO PREPARING OF SPECIALISTS IN INFOCOMMUNICATIONS

E. L. Kon, V. I. Freyman, A. A. Yuzhakov

Perm National Research Polytechnic University,
7, Professor Pozdeev St., Perm, 614013, Russian Federation
E-mail: kel@at.pstu.ru

In this paper new approaches to solution of competence-oriented educational programs studying results control and estimation problems are offered. The relevance of control and estimation competence level as main result of education activity is analyzed and shown. Classification criteria of approaches and methods to objectives solution are proved. Authors results are positioned; unresolved problems and next research waves are designated. By each classification criterion solution versions, their features, practical feasibility, areas of expedient application, possibility of algorithmization and automation are offered and analyzed. The offered approaches discussion results are explained on infocommunication technologies and systems and university polytechnic education Universities Educational and methodical associations Plenums.

Key words: competence; educational program; studying results; classification; criterion; diagnosis; test.

REFERENCES

1. Zimmaja I.A. *Formirovanie i ocenka sformirovannosti social'nyh kompetentnostej u studentov vuzov pri osvoenii novogo pokolenija OOP VPO: Obrazovatel'nyj modul'. Dlja programmy povyshenija kvalifikacii prepodavatelej vuzov v oblasti proektirovanija OOP, realizujushchih FGOS VPO* [Forming and estimation of formation social competences by students during development new generation OOP VPO: Educational module. For program of increasing qualification of professors in designing OOP, realized FGOS VPO]. Moscow: Issledovatel'skij tsentr problem kachestva podgotovki spetsialistov, 2010. 42 p.
2. Matushkin N.N., Freyman V.I., Yuzhakov A.A., et al. *Praktika razrabotki i primeneniya samostojatel'no ustanavlivaemyh obrazovatel'nyh standartov i programm vysshego obrazovaniya* [Practice of independently established standards for higher education and programs development and application]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia]. 2014. No 6. Pp. 5–13.
3. Kon E.L., Matushkin N.N., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. *Proektirovanie i realizacija setevyh magistrskih programm po perspektivnym napravlenijam nauki, tehniki i tehnologii* [Designing and realization of network master programs by science, technique and technology perspective directions]. *Distantionnoe i virtual'noe obuchenie* [Distance and virtual training]. 2014. No 8 (86). Pp. 79–89.
4. Efremova N.F. *Formirovanie i ocenivanie kompetencij v obrazovanii* [Forming and estimation of competences in education. Monograf]. Rostov-on-Don: «Arkol», 2010. 386 p.
5. Zvonnikov V.I., Chelyshkova M.B. *Ocenka kachestva rezul'tatov obuchenija pri attestacii (kompetentnostnyj podhod): ucheb. posobie* [The estimation of training results quality on examination (the competence approach): manual]. Moscow: Logos, 2012. 279 p.
6. E.Ju. Ignat'eva *Sredstva ocenivaniya rezul'tatov obuchenija studentov vuza: metod. rekomendacii* [Students studying results estimation tools: meth. rec.]. Novgorod, NovSU Publ., 2014. 62 p.
7. Sazonov B.A. *Ball'no-rejtingovye sistemy ocenivaniya znanij i obespechenie kachestva uchebnogo processa* [Grade point average system as a fair measure for the estimation of knowledge and the quality of educational process]. *Vysshee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia]. 2012. No 6. Pp. 28–40.
8. Danilov A.N., Ovchinnikov A.A., Gitman M.B., Stolbov V.Ju. *Ob odnom podhode k ocenivaniju urovnja sformirovannosti kompetencij vypusknika vuza* [About one approach to evaluation of creating competency level of the high school graduate]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education]. 2014. No 6. P. 7.
9. Freyman V.I. *Razrabotka metodiki kontroly prigodnogo proektirovaniya komponentnoj struktury disciplinarnoj kompetencii* [Development of methodology for designing testable component structure of disciplinary competence]. *Obrazovanie i nauka* [Education and Science]. 2014. No 10 (119). Pp. 31–46.
10. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. *Realizacija algoritmov deshifracii rezul'tatov bezuslovnogo i uslovnogo poiska pri proverke urovnja osvoenija jelementov disciplinarnyh kompetencij* [The realization of conditional and unconditional searching results decoding algorithms during the discipline competence elements level marking control]. *Obrazovanie i nauka* [Education and Science]. 2014. No 10 (119). Pp. 47–52.

zovanie i nauka [Education and Science]. 2013. No 10 (109). Pp. 17–36.

11. Freyman V.I. Realizacija odnogo algoritma uslovnogo poiska jelementov kompetencij s nedostatocnym urovnem osvoenija [An algorithm of conditional search of competence elements with insufficient level of development]. *Informacionno-upravliaiushchie sistemy* [Information and Control Systems]. 2014. No 2 (69). Pp. 93–102.

12. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Kolichestvennaja ocenka rezul'tatov obuchenija, predstavlenykh v kompetentnostnom formate [The quantitative estimates of studying results, submitted in the competence format]. *Vestnik Ufimskogo gosudarstvennogo aviacionnogo tehničeskogo universiteta* [Vestnik UGATU]. 2015. Vol. 19. No 1 (67). Pp. 204–210.

13. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Analiz vozmozhnosti primeneniya apparata i metodov tehničeskoy diagnostiki dlja kontrolja i ocenki rezul'tatov osvoenija kompetentnostno-orientirovannykh obrazovatel'nykh programm [About possibility of use the technical diagnostics methods for control and an assessment the basic educational programs development results]. *Izvestiia Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo elektrotekhnicheskogo universiteta LETI* [News of St. Petersburg electro technical university LETI]. 2014. No 7. Pp. 66–71.

14. Freyman V.I. Primenenie metodov i procedur tehničeskoy diagnostiki dlja kontrolja i ocenki rezul'tatov obuchenija, zadannykh v kompetentnostnom formate [Application of the technical diagnostics methods and procedures to monitor and assess studying results, specified in the competency format]. *Izvestiia Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo elektrotekhnicheskogo universiteta LETI* [News of St.

Petersburg electro technical university LETI]. 2014. No 6. Pp. 79–85.

15. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Primenenie apparata nechetkoj logiki dlja kontrolja rezul'tatov obuchenija, zadannykh v kompetentnostnom formate [Application of fuzzy logic for studying results control, specified in the competence format]. *Nejrokomputery: razrabotka, primenie* [Neurocomputers: designing, application]. 2014. No 12. Pp. 20–25.

16. Freyman V.I. Razrabotka metoda deshifrაციi rezul'tatov diagnostirovaniya urovnja osvoenija jelementov kompetencij s ispol'zovaniem nechetkoj logiki [Designing of decoding method of competence elements development level diagnostic results with using fuzzy logic]. *Nejrokomputery: razrabotka, primenie* [Neurocomputers: designing, application]. 2014. No 12. Pp. 26–30.

17. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. Primenenie integro-differencial'nogo kriterija ocenki osvoenija komponentov kompetencij [Implementing the integral differential estimation criterion of competence acquisition]. *Obrazovanie i nauka* [Education and Science]. 2013. No 6 (105). Pp. 47–63.

18. Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A., Kon E.M. Podhod k formirovaniyu komponentnoj struktury kompetencij [An approach to forming a component structure of competences]. *Vysšeee obrazovanie v Rossii* [Higher Education in Russia]. 2013. No 7. Pp. 37–41.

19. Podinovskij V.V. Vvedenie v teoriju vazhnosti kriteriev v mnogokriterial'nykh zadachah prinjatija reshenij: ucheb. posobie [Introduction to the theory of importance of criteria in multicriteria problems of decision-making: manual]. Moscow: Fizmatlit, 2007. 64 p.

The article was received 11.02.15.

Citation for an article: Kon E.L., Freyman V.I., Yuzhakov A.A. New approaches to preparing of specialists in infocommunications. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Radio Engineering and Infocommunication Systems*. 2015. No 1 (25). Pp. 73–89.

Information about authors

KON Efim Lvovich – Candidate of Engineering Sciences, Professor, Head of «The infocommunication and distributed information-control systems» sector, «Automatic and Telemechanics» department, Perm national research polytechnic university. The sphere of scientific interests – reliability, diagnostics and fault tolerance of digital nodes and networks; noise stability of digital channels; questions of information security; the analysis of distributed management information systems performance. The author of 300 publications.

FREYMAN Vladimir Isaakovich – Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, doctoral candidate, Deputy of Head «Automatic and Telemechanics» department, Perm national research polytechnic university. The sphere of scientific interests – designing of telecommunication equipment management and monitoring systems; technical diagnostics of equipment and telecommunication networks; noise stability encoding and digital signal processing in communication and store systems; providing, management and monitoring of studying process quality. The author of 110 publications.

YUZHAKOV Alexander Anatoljevich – Doctor of Engineering Sciences, Professor, the Head of the Chair of Automatic and Telemechanics, Perm national research polytechnic university. The sphere of scientific interests – neuron measuring devices and systems; adaptive information-control systems based on neuron technology; image identification and information security. The author of 280 publications.

ИНФОРМАЦИЯ ДЛЯ АВТОРОВ

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

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

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

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

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

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

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

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

Требования к оригиналам предоставляемых работ

Структура научной статьи

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

Требования к оформлению статьи

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

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

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

Авторское резюме должно быть понятным без обращения к самой публикации.

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

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

Структура резюме должна повторять структуру статьи и включать введение, цели и задачи, методы, результаты, заключение (выводы).

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

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

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

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

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

Объем текста авторского резюме не менее 250-300 слов.

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

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

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

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

водного 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>