10/2018

ИНИИ

Вопросы радиоэлектроники

ISSN 2218–5453

АО «ЦНИИ «Электроника»

ISSN 2218-5453

№ 10/2018

Вопросы радиоэлектроники

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ ***ИЗДАЕТСЯ С 1959 ГОДА***

Серия «Общетехническая» (ОТ)
ВЫПУСК 6

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору за соблюдением законодательства в сфере массовых коммуникаций и охране культурного наследия (свидетельство ПИ № ФС77-31114 от 15 февраля 2008 года).

Журнал включен в перечень изданий, рекомендованных Высшей аттестационной комиссией Министерства образования и науки Российской Федерации для опубликования результатов диссертационных исследований (**Перечень ВАК**).

Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (**РИНЦ**).

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

А. В. Фомина, д.э.н., доц., чл.-корр. Академии военных наук

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Г. В. Анцев, к.т.н., доц. (АО «НПП «Радар ммс»)
В. М. Балашов, д.т.н., проф. (АО «НПП «Радар ммс»)
Я. В. Безель, д.т.н., проф. (АО «Концерн ПВО «Алмаз-Антей»)
А. И. Белоус, чл.-корр. НАН Беларуси, д.т.н., проф. (ОАО «ИНТЕГРАЛ»)
А. Б. Бляхман, д.т.н., проф. (АО «ФНПЦ «ННИИРТ»)
М. М. Бутаев, д.т.н., проф. (АО «НПП «Рубин»)
Н. Ю. Жибуртович, д.т.н., проф. (АО «Корпорация Фазотрон-НИИР»)
Н. Н. Иванов, д.т.н. (ОАО «Авангард»)
А. В. Киселев, д.т.н., проф. (ФГБОУ ВО НГТУ)
В. Е. Красовский, к.т.н., проф. (ПАО «ИНЭУМ им. И. С. Брука»)
А. В. Люхин, к.т.н. (ПАО «МАК «Вымпел»)
В. В. Мартынов, д.т.н., проф. (ФБГНУ «Аналитический центр»)
Н. А. Махутов, чл.-корр. РАН, д.т.н., проф. (ИМАШ РАН)
Н. Л. Прохоров, д.т.н., проф. (ПАО «ИНЭУМ им. И. С. Брука»)
С. А. Прохоров, д.т.н., проф. (Самарский национальный исследовательский университет имени академика С. П. Королева)
В. И. Сергеев, д.т.н., доц. (ВКБ АФУ (ОАО))
П. И. Смирнов, к.т.н. (АО «НИИ «Масштаб»)
С. А. Сорокин, к.т.н. (АО «НИИВК им. М. А. Карцева»)
А. Ф. Страхов, д.т.н., проф. (АО «ГПТП «Гранит»)
В. Ф. Хватов, д.т.н. (Гостехнадзор Ленинградской области)
С. В. Хохлов (Департамент радиоэлектронной промышленности Минпромторга России)
В. И. Штейнберг, к.т.н. (АО «НИИ «Аргон»)

Полное или частичное воспроизведение материалов допускается только с письменного разрешения АО «ЦНИИ «Электроника».

При перепечатке материалов ссылка на журнал «Вопросы радиоэлектроники» обязательна.

Ответственность за содержание рекламных материалов несут рекламодатели.

Ответственность за достоверность приведенных сведений, за наличие данных, не подлежащих открытой публикации, и точность информации по цитируемой литературе несут авторы.

Позиция редакции может не совпадать с мнением автора.

Все поступившие в редакцию материалы подлежат рецензированию.

Редакция не вступает в переписку с авторами статей, получившими мотивированный отказ в опубликовании.

Материалы, переданные в редакцию, не возвращаются.

Требования к оформлению статей размещены на сайте www.instel.ru.

Учредитель
АО «ЦНИИ «Электроника»

Издатель
АО «ЦНИИ «Электроника»

Генеральный директор, главный редактор
Алена Фомина
instel@instel.ru
+7 (495) 940-65-00

Руководитель издательского отдела
Полина Корсунская
korsunskaya_p@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

Выпускающий редактор
Дмитрий Гудилин
gudilin@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

Реклама
Михаил Фельдман
feldman_m@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

Распространение и подписка
Вероника Филиппова
filippova_v@instel.ru
+7 (495) 940-65-46

Корректор
Лариса Ильина

Компьютерная верстка
Григорий Арифулин

Адрес редакции
127299, г. Москва,
ул. Космонавта Волкова, д. 12
+7 (495) 940-65-00
www.instel.ru
instel@instel.ru

Подписка

В редакции
publish@instel.ru
+7 (495) 940-65-46

Агентство «Роспечать»
Индекс **84529**
(каталог «Газеты. Журналы»)
Индекс **59981**
(каталог «Научно-технические издания»)

Агентство «Урал-Пресс»
www.ural-press.ru
+7 (495) 961-23-62

Подписано в печать 03.10.2018.

Отпечатано в ООО «РА “Фора-профит Медиа”».

© АО «ЦНИИ «Электроника», 2018

CRI «Electronics»

Voprosy radioelektroniki

(Questions of radio electronics)

ISSN 2218-5453

№ 10/2018

SCIENTIFIC JOURNAL PUBLISHED FROM 1959

General technical series
VOLUME 6

The journal is registered at the Federal Service for Compliance with the Law in Mass Communications and Cultural Heritage Protection (Certificate PI № FS77-31114 of February 15th, 2008).

The journal is included into the List of periodicals recommended by the State commission for academic degrees and titles for publishing of dissertation research results.

This journal is included in Russian Science Citation Index (RSCI).

EDITOR-IN-CHIEF

A. V. Fomina, Doctor of Economics, Associate Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Military Sciences

EDITORIAL COUNCIL

G. V. Antsev, Candidate of Engineering, Associate Professor (Radar mms)
V. M. Balashov, Doctor of Engineering, Professor (Radar mms)
Y. V. Besel, Doctor of Engineering, Professor (Concern PVO Almaz-Antei)
A. I. Belous, Corresponding Member of the National Academy of Sciences of Belarus, Doctor of Engineering, Professor (Joint Stock Company INTEGRAL)
A. B. Blyakhman, Doctor of Engineering, Professor (NNIIRT)
M. M. Butaev, Doctor of Engineering, Professor (NPP Rubin)
N. Y. Zhiburtovich, Doctor of Engineering, Professor (PHAZOTRON-NIIR)
N. N. Ivanov, Doctor of Engineering (Public Joint Stock Company Avangard)
A. V. Kiselev, Doctor of Engineering, Professor (Novosibirsk State Technical University)
V. E. Krasovskiy, Candidate of Engineering, Professor (The Institute of Electronic Control Computers named after I. S. Bruk)
A. V. Lyukhin, Candidate of Engineering (MAK Vympel)
V. P. Martynov, Doctor of Engineering, Professor (Analytical Center at the Ministry of Education and Science of the Russian Federation)
N. A. Makhutov, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences, Doctor of Engineering, Professor (Russian Academy of Sciences)
N. L. Prokhorov, Doctor of Engineering, Professor (The Institute of Electronic Control Computers named after I. S. Bruk)
S. A. Prokhorov, Doctor of Engineering, Professor (Samara University)
V. I. Sergeev, Doctor of Engineering, Associate Professor (Voronezh Design Bureau Antenna Feeders)
P. I. Smirnov, Candidate of Engineering (Scientific Research Institute Mashtab)
S. A. Sorokin, Candidate of Engineering (Scientific Research Institute of Computer Science named after M. A. Karzev)
A. F. Strakhov, Doctor of Engineering, Professor (Head center maintenance and repair Granite)
V. F. Khvatov, Doctor of Engineering (State Technical Supervision Body of Leningrad Region)
S. V. Khokhlov (Radio electronics Department of the Ministry of industry and trade of the Russian Federation)
V. I. Shteinberg, Candidate of Engineering (Research Institute «Argon»)

Full or partial reproduction of materials is allowed only with the written permission of the Central Research Institute of Economy, management and information systems «Electronics».

At a reprint of materials the link on journal «Questions of radio electronics» is mandatory.

Advertisers are responsible for the content of advertisements.

Authors are responsible for reliable information, for the availability of data are not subject to open publication, and accuracy of information on the cited literature.

The editorial standpoint may not correspond with authors' opinions.

All incoming manuscripts are subject to review.

Editors do not correspond with authors, whose articles are considered unsuitable for the publication. Materials sent to the editor will not be returned.

Founder
Central Research Institute of Economy, Management Systems and Information «Electronics»

Publisher
Central Research Institute of Economy, Management Systems and Information «Electronics»

General director, Editor-in-Chief
Alena Fomina
instel@instel.ru
+7 (495) 940-65-00

Head of publish department
Polina Korsunskaya
korsunskaya_p@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

Managing editor
Dmitry Gudilin
gudilin@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

Advertise
Mikhail Feldman
feldman_m@instel.ru
+7 (495) 940-65-24

Distribution and subscribe
Veronika Filippova
filippova_v@instel.ru
+7 (495) 940-65-46

Proofreader
Larisa Ilyina

Design
Grigoriy Arifulin

Editorial office
Kosmonavta Volkova st., 12,
Moscow, Russian Federation,
127299
+7 (495) 940-65-00
www.instel.ru
instel@instel.ru

Subscribe
publish@instel.ru
+7 (495) 940-65-46

Signed to print 03.10.2018.

Printed in Fora-profit Media.

© CRI «Electronics», 2018

АО «ЦНИИ «Электроника»

Вопросы радиоэлектроники

СОДЕРЖАНИЕ

В поисках атлантов цифровизации 5

КОНТРОЛЬ

Гусман Ю. А., Пичугин Ю. А., Смирнов А. О.
Информативность по Шеннону в контроле микроэлектронной продукции 6

Коршунов Г. И., Приц В. А., Фролова Е. А., Чуписов А. Е.
Обеспечение достоверности контроля блочно-модульной электроники на основе функционально полной автоматизированной системы 11

Чабаненко А. В., Смирнова В. О., Смирнов А. О., Рожков Н. Н.
Обеспечение качества аддитивного производства посредством системы контроля послойного синтеза 17

ИЗМЕРЕНИЯ

Титова М. С., Епифанцев К. В., Мишура Т. П.
Исследование погрешностей вольтамперметра М2044 для перспективного совершенствования методики калибровки 25

ТЕХНОЛОГИЯ

Шанта М. В., Семенова Е. Г., Милова В. М., Смирнова М. С.
Модель оценки технического уровня бытовой техники 30

МАТЕРИАЛЫ

Сулаберидзе В. Ш., Мушенко В. Д., Михеев В. А.
Теплопроводность композиций на основе силоксанового связующего с высоким содержанием наполнителя из порошка гидроксида алюминия 39

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

Коршунов Г. И., Семенова Е. Г., Петрушевская А. А., Смирнова М. С.
Разработка и производство электронных технических средств автоматизации электропривода в условиях цифрового развития 44

ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Марченко О. М., Литвинова Н. Н., Прилипко В. К.
Приготовление запутанных пар фотонов в кристалле бета-бората бария 50

Ивакин Я. А., Фролова Е. А., Варжапетян А. Г., Балашов В. М.
Научно-методическая концепция менеджмента качества интерактивных электронных технических руководств по эксплуатации и ремонту авиационной техники 58

Ивакин Я. А., Фролова Е. А., Тушавин В. А., Смирнова М. С.
Метод логических схем предметного контента для обеспечения качества разрабатываемых интерактивных электронных технических руководств 66

Рабин А. В., Мичурин С. В., Липатников В. А.
Разработка класса системных и обратных системных матриц, обеспечивающих повышение помехоустойчивости спектрально-эффективных модуляционных схем на основе ортогонального кодирования 75

Рабин А. В., Добросельский М. А., Липатников В. А.
Исследование характеристик помехоустойчивости при использовании ортогонального кодирования 80

Бураков М. В., Шишлаков В. Ф., Коновалов А. С.
Адаптивный нейросетевой пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор 86

Ястребов А. П., Коршунов Г. И., Варжапетян А. Г.
Управление качеством процессов разработки и практического использования программных комплексов 93

АЛГОРИТМЫ И ПРОГРАММЫ

Шишлаков В. Ф., Ватаева Е. Ю., Криволапчук И. Г., Решетникова Н. В.
Алгоритм синтеза параметров законов управления технических систем при полиномиальной аппроксимации нелинейностей 97

УПРАВЛЕНИЕ, ОРГАНИЗАЦИЯ И ЭКОНОМИКА ПРЕДПРИЯТИЙ

Жильникова Н. А., Шишкин И. А., Шишкин А. И., Кушнеров А. И.
Инновации в управлении природно-техническими комплексами с применением геоинформационных технологий 103

Назаревич С. А., Балашов В. М., Гулевитский А. Ю., Чабаненко В. А.
Оценка качества дрейфующих моделей базовых структур инновационных технологий 109

Курлов В. В., Курлов А. В., Степанов А. Г., Фарафонов В. Г.
Организация производства на предприятиях радиоэлектронной промышленности в условиях технических и экономических рисков 115

Вершинина Л. П., Вершинин М. И.
Модели субоптимального управления в технологии радиоэлектронной аппаратуры 125

Варжапетян А. Г., Семенова Е. Г., Тушавин В. А., Смирнова М. С.
Повышение потребительской ценности продукции за счет оптимизации процесса туманных вычислений 130

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ 137

© АО «ЦНИИ «Электроника», 2018

CRI «Electronics»

Voprosy radioelektroniki

(Questions of radio electronics)

CONTENTS

In search of digitalization atlantes 5

CONTROL

Gusman Yu. A., Pichugin Yu. A., Smirnov A. O.
Shannon's informative value for control of microelectronic products 6

Korshunov G. I., Pritz V. A., Frolova E. A., Chupisov A. E.
Ensuring of control veracity of block-modular electronics based on a functionally complete automated system 11

Chabanenko A. V., Smirnova V. O., Smirnov A. O., Rozhkov N. N.
Quality assurance of additive manufacturing through layer-by-layer control system 17

MEASUREMENTS

Titova M. S., Epifantsev K. V., Mishura T. P.
Investigation of M2044 voltammeter errors for perspective improvement of calibration method 25

TECHNOLOGY

Shanta M. V., Semenova E. G., Milova V. M., Smirnova M. S.
Model of evaluation of technical level for household applainces 30

MATERIALS

Sulaberidze V. Sh., Mushenko V. D., Mikheev V. A.
Thermal conductivity of compositions based on a siloxane binder with a high filler content of aluminum hydroxide powder 39

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

Korshunov G. I., Semenova E. G., Petrushevskaya A. A., Smirnova M. S.
Design and manufacture of electronic technical means of automation for electric drive in conditions of digital development 44

APPLIED PROBLEMS OF INFORMATION TECHNOLOGY

Marchenko O. M., Litvinova N. N., Prilipko V. K.
Preparation of entangled pairs of photons in barium beta borate crystal 50

Ivakin Y. A., Frolova E. A., Varzhapetyan A. G., Balashov V. M.
Scientific and methodological concept of quality management of interactive electronic technical manuals for operation and repair of aviation technology 58

Ivakin Y. A., Frolova E. A., Tushavin V. A., Smirnova M. S.
Method of logical schemes of subject content for quality assurance of developed interactive electronic technical manuals 66

Rabin A. V., Michurin S. V., Lipatnikov V. A.
Development of a class of system and return system matrixes providing increase in noise immunity of spectrally effective modulation schemes on basis of orthogonal coding 75

Rabin A. V., Dobroselskij M. A., Lipatnikov V. A.
Research of characteristics of noise immunity with use of orthogonal coding 80

Burakov M. V., Shishlakov V. F., Konovalov A. S.
Adaptive neural network PID controller 86

Yastrebov A. P., Korshunov G. I., Varzhapetyan A. G.
Quality management in development and practical use of software systems 93

ALGORITHMS AND SOFTWARE

Shishlakov V. F., Vataeva E. Yu., Krivolapchuk I. G., Reshetnikova N. V.
Algorithm for synthesizing parameters of control laws of technical systems under polynomial approximation of nonlinearities 97

MANAGEMENT, ORGANIZATION AND ECONOMICS

Zhilnikova N. A., Shishkin I. A., Shishkin A. I., Kushnerov A. I.
Management innovations of natural and technical complexes using geoinformation technologies 103

Nazarevich S. A., Balashov V. M., Gulevitskiy A. U., Chabanenko A. V.
Estimation of quality of drifting models of basic structures of innovative technologies 109

Kurlov V. V., Kurlov A. V., Stepanov A. G., Farafonov V. G.
Construction of system for organization of production in conditions of technical and economic risks of industrial enterprises 115

Vershinina L. P., Vershinin M. I.
Suboptimal management model in the technology of radio-electronic equipment 125

Varzhapetyan A. G., Semenova E. G., Tushavin V. A., Smirnova M. S.
Increasing consumer product value for account of optimization of fog computing 130

RULES FOR SUBMITTING ARTICLES 139

© CRI «Electronics», 2018

В поисках атлантов цифровизации

Тенденция цифровизации в России и мире обретает форму и содержание, становясь все менее абстрактной. Интересно, что наряду с общими для всех стран чертами цифровой трансформации постепенно выделяются и уникальные особенности. Основное различие наблюдается в моделях создания и внедрения цифровых технологий. В зависимости от роли государства в развитии экономики и общества инициатива преобразований исходит либо от рыночных высокотехнологичных компаний, либо директивно от государства.

Итогом цифровизации пока видится формирование единой мегасистемы в результате внедрения информационных систем контроля и обеспечения жизни умных городов, промышленных комплексов, транспортной системы и каждого гражданина в отдельности. В связи с этим конечным интересантом подобного развития выступает государство.

Чтобы входить в число лидеров цифровизации, Россия должна поддерживать высокие темпы разработки и внедрения новых технологий. Краеугольным камнем в основе нового уклада экономики являются люди. На плечи нескольких поколений высококвалифицированных специалистов возложена задача по воплощению в жизнь цифровой мечты.

Однако необходимо учитывать не столь радужную реальность в части кадрового потенциала. По данным АНО «Цифровая экономика», доля всей цифровой экономики в ВВП России за 2017 год составила приблизительно 2%. К 2025 году потребность в высококвалифицированных кадрах достигнет 6–6,5 млн человек, при том что уже сегодня дефицит сотрудников ИТ-сферы составляет 1 млн специалистов. По данным НАФИ, в России лишь 26% трудоспособного населения обладает цифровыми компетенциями и навыками на хорошем уровне, а российский рынок труда занимает 56-е место из 118 стран в рейтинге GTCI по привлекательности для талантливых специалистов. Низкую оценку российской системе образования дали организации науки и промышленности. Согласно результатам опроса ВЦИОМ, 91% российских работодателей отмечают невысокий уровень практических навыков у выпускников, а 83% работодателей сообщили, что уровень подготовки в вузах представляется средним или низким.

Для достижения доли цифровой экономики в ВВП 5–6% в первую очередь необходимо обеспечить все смежные отрасли квалифицированными кадрами. Хотя за относительно небольшой промежуток времени в ряде вузов были сформированы направления подготовки кадров исключительно для обеспечения нужд цифровой экономики, вопрос развития системы профессионального образования остается одним из наиболее острых.

Текущий номер журнала «Вопросы радиоэлектроники» подготовлен совместно с Санкт-Петербургским государственным университетом аэрокосмического приборостроения (ГУАП). Данный вуз обладает уникальными компетенциями в области беспроводной связи и Интернета вещей, мобильной связи четвертого и пятого поколений, сетей широкополосного доступа, помехоустойчивого кодирования, облачных технологий. Среди его последних инициатив – создание Центра компетенций Национальной технологической инициативы в Северо-Западном федеральном округе с целью развития технологий беспроводной связи и Интернета вещей. ГУАП уделяет особое внимание подготовке специалистов, востребованных на рынках будущего. Так, среди подразделений университета особо выделяется Инженерная школа Интернета вещей, на базе которой реализуется модель Learning Factory. Такой подход, ориентированный на проектное обучение и выполнение реальных задач промышленных партнеров, обладает всеми шансами, чтобы в дальнейшем стать основным в развитии инженерного образования в нашей стране с целью эффективной подготовки специалистов для работы в Индустрии 4.0.

А.В. Фомина,
доктор экономических наук,
главный редактор журнала
«Вопросы радиоэлектроники»

Для цитирования: Гусман Ю. А., Пичугин Ю. А., Смирнов А. О. Информативность по Шеннону в контроле микроэлектронной продукции // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 6–10.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-6-10
УДК 681.2.088

Ю. А. Гусман[1], Ю. А. Пичугин[1], А. О. Смирнов[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

ИНФОРМАТИВНОСТЬ ПО ШЕННОНУ В КОНТРОЛЕ МИКРОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОДУКЦИИ

В статье рассматривается технологический процесс изготовления разделенной на ячейки кристаллической пластины, каждая ячейка которой содержит некоторое фиксированное число элементов микромеханических гироскопов. Показано, что на основе общей идеологии математической теории планирования оптимального регрессионного эксперимента, при использовании в качестве основы модели регрессии на базис выборочных главных компонент, а в качестве критерия – количества информации по Шеннону, можно оценить информативность ячеек кристаллической пластины. Упорядочивание ячеек по информативности, в свою очередь, дает возможность ускорить процесс отбраковки микроэлектронной продукции. Рассмотрен численный пример, основанный на реальной выборке микроэлектронной продукции. Предлагаемая методика может быть использована как в процессе наладки производственного процесса, так и в отбраковке выпускаемой продукции, когда дальнейшая настройка оборудования уже невозможна.

Ключевые слова: *микромеханические гироскопы, оптимальное планирование эксперимента, главные компоненты, информативность по Шеннону*

Для цитирования: Коршунов Г.И., Приц В.А., Фролова Е.А., Чуписов А.Е. Обеспечение достоверности контроля блочно-модульной электроники на основе функционально полной автоматизированной системы // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 11–16.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-11-16
УДК. 658.5

Г.И. Коршунов[1], В.А. Приц[2], Е.А. Фролова[1], А.Е. Чуписов[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
[2] ООО «ПАНТЕС груп»

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДОСТОВЕРНОСТИ КОНТРОЛЯ БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ ЭЛЕКТРОНИКИ НА ОСНОВЕ ФУНКЦИОНАЛЬНО ПОЛНОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ

Показано, что обеспечение качества блочно-модульных электронных систем достигается на основе достоверности контроля. В практике разработки и производства программируемых блочно-модульных контроллеров необходимо обеспечить контроль и диагностику в полном объеме на всех этапах жизненного цикла. Приведены новые результаты по созданию необходимых средств для автоматизированных систем контроля серийно-способных контроллеров. Такие системы могут использоваться при предварительных и приемочных испытаниях, а также в процессе настройки и регулировки на производстве. Для функционально полных наборов модулей (электронных панелей) разработаны алгоритмические, программные и аппаратные средства автоматизированной системы контроля. Разработка выполнена для контроллеров управления электроприводом, но может использоваться и в других областях. Приведены особенности структурных и схемных решений, а также компоновка автоматизированной системы контроля.

Ключевые слова: *контроль, автоматизация, достоверность, блочно-модульная электроника*

Для цитирования: Чабаненко А. В., Смирнова В. О., Смирнов А. О., Рожков Н. Н. Обеспечение качества аддитивного производства посредством системы контроля послойного синтеза // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 17–24.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-17-24
УДК 658.5.012.14

А. В. Чабаненко[1], В. О. Смирнова[1], А. О. Смирнов[1], Н. Н. Рожков[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, [2] Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

ОБЕСПЕЧЕНИЕ КАЧЕСТВА АДДИТИВНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПОСРЕДСТВОМ СИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ ПОСЛОЙНОГО СИНТЕЗА

Аддитивные технологии сегодня – это один из наиболее динамично развивающихся видов «цифрового» производства. Они позволяют добиться ускорения решения задач подготовки и настройки производства и уже активно применяются при изготовлении готовой продукции. Аддитивные системы можно отнести к классу промышленных роботов (ПР). На их базе появляется возможность организации комплексов с функцией быстрой настройки и переналадки, предназначенных, в частности, для выстраивания в гибкие автоматизированные линии аддитивного производства. Наибольшая эффективность автоматизации послойного синтеза с применением ПР может быть достигнута при реализации всеобъемлющего подхода к созданию и внедрению системы обеспечения качества, учитывающей особенности структуры и механизмы работы аддитивной установки. Для управления качеством послойного синтеза посредством системы управления аддитивной установки необходимо учитывать конструкционные особенности 3D-принтера. Немаловажную роль в работе аддитивных установок играют свойства полимеров, применяемых при объемной печати, которые оказывают влияние на качество итогового изделия.

Ключевые слова: *производственные процессы, производственные мощности, качество, аддитивные технологии, устройство аддитивной установки*

Для цитирования: Титова М. С., Епифанцев К. В., Мишура Т. П. Исследование погрешностей вольтамперметра М2044 для перспективного совершенствования методики калибровки // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 25–29.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-25-29
УДК 53.088.222

М. С. Титова[1], К. В. Епифанцев[1], Т. П. Мишура[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

ИССЛЕДОВАНИЕ ПОГРЕШНОСТЕЙ ВОЛЬТАМПЕРМЕТРА М2044 ДЛЯ ПЕРСПЕКТИВНОГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ МЕТОДИКИ КАЛИБРОВКИ

Методология поверки вольтметров и амперметров предполагает проверку определенных интервалов на шкале прибора, что занимает достаточно большое количество времени у инженера-поверителя. Исследование выявило повторяющиеся зависимости основных погрешностей калибруемого прибора от времени его поверки. Также можно внести дополнения и уточнения в методику поверки для измерения не всего интервала на шкале прибора, а лишь той его части, которая наиболее подвержена погрешности. Главной целью исследования стало совершенствование шкалы вольтамперметра на основании полученных показаний при поверке в компании ООО «Техприбор» в период работы в поверочной лаборатории с 2016 по 2018 гг. В ходе изучения калибровочных графиков были выявлены скачки погрешностей в сегменте от 40 до 90 В. Предполагается, что увеличение относительной погрешности в этом интервале может быть учтено для усовершенствования методики поверки аналоговых приборов. Отмеченный интервал должен проверяться на каждой отметке шкалы, на каждом пределе.

Ключевые слова: *калибровка, вольтамперметр, диапазон погрешности, методика поверки и калибровки, вариация показаний*

Для цитирования: Шанта М. В., Семенова Е. Г., Милова В. М., Смирнова М. С. Модель оценки технического уровня бытовой техники // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 30–38.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-30-38
УДК 658.562.63

М. В. Шанта[1, 2], Е. Г. Семенова[1], В. М. Милова[1], М. С. Смирнова[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
[2] БСХ Бытовые приборы

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ ТЕХНИЧЕСКОГО УРОВНЯ БЫТОВОЙ ТЕХНИКИ

Оценка прибора с точки зрения безопасности, функциональности и надежности является базовой при анализе качества бытовой техники. Актуальность темы обусловлена тем, что нормативная документация регламентирует требования к приборам, но отсутствуют методики оценки с точки зрения их технического совершенства. Новизна темы заключается в том, что разработанная методика позволяет оценить технический уровень продукта, выявить его сильные и слабые стороны с учетом коэффициентов весомости показателей, рассчитанных согласно потребительским свойствам и техническим характеристикам приборов. В связи с этим авторами статьи поставлены следующие задачи: разработать реестр потребительских свойств с развернутой номенклатурой показателей оценки технического уровня продукта согласно нормативной документации, рассчитать коэффициенты весомости для каждого уровня потребительских свойств, определить метод измерения каждого показателя, разработать модель оценки технических свойств и шкалу оценки технического уровня. Разработанная авторами статьи методика применена к стиральным машинам, как одной из разновидностей электромеханической бытовой техники. В ходе исследования произведена оценка ряда стиральных машин, выявлена продукция с низким техническим уровнем, требующая доработки. Применение описанной в статье методики дает возможность производственным предприятиям анализировать качество производимой продукции с точки зрения безопасности, функциональности и надежности, выявлять параметры с наиболее низкими техническими показателями, нуждающимися в доработке и усовершенствовании.

Ключевые слова: *оценка качества, потребительские свойства, функциональность, надежность, безопасность, эргономичность*

Для цитирования: Сулаберидзе В. Ш., Мушенко В. Д., Михеев В. А. Теплопроводность композиций на основе силоксанового связующего с высоким содержанием наполнителя из порошка гидроксида алюминия //
Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 39–43.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-39-43
УДК 681.2.089

В. Ш. Сулаберидзе[1], В. Д. Мушенко[2], В. А. Михеев[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
[2] ООО «Изотроп»

ТЕПЛОПРОВОДНОСТЬ КОМПОЗИЦИЙ НА ОСНОВЕ СИЛОКСАНОВОГО СВЯЗУЮЩЕГО С ВЫСОКИМ СОДЕРЖАНИЕМ НАПОЛНИТЕЛЯ ИЗ ПОРОШКА ГИДРОКСИДА АЛЮМИНИЯ*

Применение гидроксида алюминия в качестве наполнителя в композиционных материалах делает их негорючими. При теплопроводности таких композиций выше 1 Вт/(м·К) они могут использоваться в качестве теплопроводных изолирующих и негорючих покрытий в силовой электронике. В работе исследована теплопроводность композиций на основе диметилсилоксана с наполнителем из порошков гидроксида алюминия различной дисперсности в диапазоне температуры от 25 до 200 °С в зависимости от объемного содержания наполнителя. При объемном содержании наполнителя до 60% существенных различий в значениях теплопроводности образцов с порошками исследованных фракционных групп не выявлено. При объемном содержании наполнителя более 40% теплопроводность композиции при комнатной температуре превышала 1 Вт/(м·К). В работе показано, что модифицированная авторами формула Бургера оказалась достаточно универсальной для расчетных оценок теплопроводности материалов с различными наполнителями в широком диапазоне значений их объемного содержания.

Ключевые слова: *композиционный материал, теплопроводность, гидроксид алюминия, связующее, наполнитель, дисперсность, моделирование теплопроводности*

* Работа выполнена совместно с ООО «Изотроп» при финансовой поддержке Фонда содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере (Фонд содействия инновациям) по договору 2157ГС1/35317 от 18.09.2017 года.

Для цитирования: Коршунов Г. И., Семенова Е. Г., Петрушевская А. А., Смирнова М. С. Разработка и производство электронных технических средств автоматизации электропривода в условиях цифрового развития // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 44–49.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-44-49
УДК. 658.5

Г. И. Коршунов[1], Е. Г. Семенова[1], А. А. Петрушевская[1], М. С. Смирнова[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ ЭЛЕКТРОПРИВОДА В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОГО РАЗВИТИЯ

Рассмотрены основные этапы жизненного цикла электронных технических средств автоматизации электропривода с точки зрения полноты внедрения цифровых технологий. Для достижения результативности сквозного цифрового процесса разработки и производства программируемых контроллеров для электропривода выполнен краткий анализ моделей, методов и инструментов. Предложены подходы к формированию вариантов базовой структуры контроллера, созданию цифровой модели (прототипа) контроллера, обеспечению проектирования с учетом технологии, совершенствованию процессов монтажа печатных плат на автоматической линии в соответствии с концепцией «Индустрия 4.0», функциональному контролю, диагностике и испытаниям. Предложено поэтапно реализовывать преемственность первичной цифровой модели. Изложенные материалы подтверждены примерами создания программируемых контроллеров для комплектных устройств электроприводов переменного тока, применяемых в шагающих экскаваторах, экскаваторах на гусеничном ходу и в тяговых электроприводах для автосамосвалов БелАЗ.

Ключевые слова: *цифровое развитие, этапы жизненного цикла, электропривод, контроллеры*

Для цитирования: Марченко О.М., Литвинова Н.Н., Прилипко В.К. Приготовление запутанных пар фотонов в кристалле бета-бората бария // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 50–57.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-50-57
УДК 05.13.00

О.М. Марченко[1], Н.Н. Литвинова[2], В.К. Прилипко[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет, [2] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

ПРИГОТОВЛЕНИЕ ЗАПУТАННЫХ ПАР ФОТОНОВ В КРИСТАЛЛЕ БЕТА-БОРАТА БАРИЯ

Последние два десятка лет фокус научных исследований в области передачи и обработки информации находится в таких разделах квантовой оптики, как квантовые вычисления и квантовая криптография. Основу для них создало открытие в 1960-х гг. особого вида излучения – пучков с парами связанных или запутанных фотонов. К сожалению, работ, посвященных экспериментам с запутанными фотонами, в России незаслуженно мало, поэтому предлагаемая статья важна с методической точки зрения. Описанную установку, построенную на компонентах отечественного производства, можно использовать как прототип для постановки учебных демонстрационных и лабораторных практикумов. В результате проделанной работы успешно создан источник запутанных фотонов на основе кристалла бета-бората бария. Следует отметить, что в кристалле второго типа возникают пары запутанных фотонов не только по отношению к направлениям и частотам, но и по отношению к двум ортогональным поляризациям. Такой источник дает возможность ставить эксперименты, подобные мысленному опыту Эйнштейна – Подольского – Розена в интерпретации Бома, и пригоден для эксперимента по проверке неравенства Белла. В статье рассмотрена практическая значимость явления генерации запутанных фотонов для целей квантовой криптографии, описано явление спонтанного параметрического рассеяния и создание источника запутанных пар фотонов на его основе, подробно описаны экспериментальная установка и результаты опыта по генерации коррелированных фотонных пар, запутанных по отношению к направлениям и частотам, представлен результат эксперимента по наблюдению корреляции во временах регистрации пар запутанных фотонов.

Ключевые слова: *спонтанное параметрическое рассеяние, луч накачки, холостая волна, сигнальная волна, фазовый синхронизм, показатель преломления*

Для цитирования: Ивакин Я. А., Фролова Е. А., Варжапетян А. Г., Балашов В. М. Научно-методическая концепция менеджмента качества интерактивных электронных технических руководств по эксплуатации и ремонту авиационной техники // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 58–65.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-58-65
УДК 621.9.004.12

Я. А. Ивакин[1], Е. А. Фролова[1], А. Г. Варжапетян[1], В. М. Балашов[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
[2] АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»

НАУЧНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ КОНЦЕПЦИЯ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ И РЕМОНТУ АВИАЦИОННОЙ ТЕХНИКИ

Управление качеством интерактивных электронных технических руководств по эксплуатации и ремонту авиационной техники рассматривается как последовательный процесс итеративных процедур оценивания и улучшения качества указанных информационно-программных средств логистической поддержки. Научная новизна исследования заключается в том, что научно-методическая концепция менеджмента качества интерактивных электронных технических руководств по эксплуатации и ремонту авиационной техники за счет применения процессного подхода к рассмотрению жизненного цикла указанного вида техники позволяет развить методологический аппарат разработки и совершенствования интерактивных электронных средств поддержки обслуживания авиационной техники путем систематизации и рационализации способов, приемов, методов повышения его результативности. Базовым конструктивом предлагаемой научно-методической концепции выступает двухуровневое представление качества рассматриваемых интерактивных электронных технических руководств. Принимая во внимание связь возможностей программно-технологической платформы создания интерактивных электронных технических руководств и контент-репрезентационных возможностей по логистической поддержке эксплуатантов, представляется рациональным рассматривать качество указанных программно-информационных продуктов на двух уровнях представления: предметно-логическом и информационно-технологическом.

Ключевые слова: *управление качеством, интерактивные электронные технические руководства, эксплуатация и ремонт авиационной техники, технологический процесс разработки и создания интерактивных электронных технических руководств*

Для цитирования: Ивакин Я. А., Фролова Е. А., Тушавин В. А., Смирнова М. С. Метод логических схем предметного контента для обеспечения качества разрабатываемых интерактивных электронных технических руководств // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 66–74.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-66-74
УДК 621.9.004.12

Я. А. Ивакин[1], Е. А. Фролова[1], В. А. Тушавин[1], М. С. Смирнова[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

МЕТОД ЛОГИЧЕСКИХ СХЕМ ПРЕДМЕТНОГО КОНТЕНТА ДЛЯ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАЧЕСТВА РАЗРАБАТЫВАЕМЫХ ИНТЕРАКТИВНЫХ ЭЛЕКТРОННЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РУКОВОДСТВ

Определяющее значение логичности изложения, релевантности и наглядности представления предметного контента для обеспечения качества интерактивных электронных технических руководств (ИЭТР) по эксплуатации и ремонту авиационной техники объективно требует разработки методического инструментария контроля и управления его потребительскими свойствами. В качестве такового может выступать метод логических схем предметного контента (ЛСПК) для технических систем, которые строятся на основе синтеза признаков распознавания. Указанные схемы представляют собой сетевое описание многоуровневой декомпозиции сложных образцов авиационных технических систем в рациональной последовательности их осмотра, проверки и освоения. Предлагаемый метод обеспечения качества разрабатываемых ИЭТР способствует достижению нового уровня разработки предметного материала по эксплуатации, ремонту авиационной техники для интерактивных электронных руководств за счет дополнения научно-методического аппарата такой разработки инструментарием его обобщения и структуризации в виде логических схем последовательности проверок (работ). В состав метода логических схем предметного контента для обеспечения качества разрабатываемых интерактивных электронных технических руководств включены: метод синтеза логических схем предметного контента эксплуатации и ремонта авиационной техники, базовая последовательность этапов разработки электронного контента на базе логических схем предметного контента; практические рекомендации по программной реализации электронного контента в интерактивных электронных технических руководствах.

Ключевые слова: *управление качеством, интерактивные электронные технические руководства, эксплуатация и ремонт авиационной техники, метод логических схем предметного контента*

Для цитирования: Рабин А.В., Мичурин С.В., Липатников В.А. Разработка класса системных и обратных системных матриц, обеспечивающих повышение помехоустойчивости спектрально-эффективных модуляционных схем на основе ортогонального кодирования // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 75–79.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-75-79
УДК 621.391.037.3

А.В. Рабин[1], С.В. Мичурин[1], В.А. Липатников[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, [2] Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С.М. Буденного

РАЗРАБОТКА КЛАССА СИСТЕМНЫХ И ОБРАТНЫХ СИСТЕМНЫХ МАТРИЦ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИХ ПОВЫШЕНИЕ ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ СПЕКТРАЛЬНО-ЭФФЕКТИВНЫХ МОДУЛЯЦИОННЫХ СХЕМ НА ОСНОВЕ ОРТОГОНАЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ

В цифровых телекоммуникационных системах для увеличения помехоустойчивости при заданных требованиях к скорости передачи и кодирования предлагается применять дополнительное кодирование, названное авторами ортогональным. Рассмотрен способ генерирования ортогональных кодов как частного случая сверточных кодов, показан алгоритм синтеза квадратных матриц, являющихся базисом для построения кодов, и представлены основные характеристики некоторых матриц, синтезированных в соответствии с разработанным алгоритмом. В работе изложены основные соотношения для ортогонального кодирования и приведены свойства системных и обратных матриц. Благодаря характеристическим особенностям матриц возникает дополнительный выигрыш в отношении сигнала к шуму из-за эффективного применения энергии передаваемых символов, поскольку для передачи одного символа используется энергия ряда символов.

Ключевые слова: *помехоустойчивое кодирование, ортогональное кодирование, относительная фазовая модуляция, спектральная эффективность*

Для цитирования: Рабин А. В., Добросельский М. А., Липатников В. А. Исследование характеристик помехоустойчивости при использовании ортогонального кодирования // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 80–85.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-80-85
УДК 621.391.037.3

А. В. Рабин[1], М. А. Добросельский[1], В. А. Липатников[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, [2] Военная академия связи имени Маршала Советского Союза С. М. Буденного

ИССЛЕДОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК ПОМЕХОУСТОЙЧИВОСТИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ОРТОГОНАЛЬНОГО КОДИРОВАНИЯ

В цифровых телекоммуникационных системах для увеличения помехоустойчивости при заданной скорости передачи предлагается применять разработанное авторами дополнительное ортогональное кодирование, являющееся частным случаем реализации сверточного кодирования над полем рациональных чисел. Проведено исследование характеристик помехоустойчивости при передаче сигналов по каналам с аддитивным белым гауссовским шумом и по многолучевым каналам с замираниями при применении ортогональных кодов вместе с корректирующими как блоковыми, так и сверточными. Показано, что потери полезного сигнала могут быть значительно снижены благодаря применению ортогонального кодирования. С увеличением порядка матриц, на основании которых построены ортогональные коды, увеличиваются и значения энергетического выигрыша. Благодаря применению предложенного авторами ортогонального кодирования требуемое качество передачи обеспечивается при меньших энергетических затратах. Существенный выигрыш в отношении сигнал/шум (для каналов с аддитивным белым гауссовским шумом – до 6,4 дБ, для многолучевых каналов с замираниями – до 22,74 дБ), получаемый по причине более эффективного использования энергии передаваемых сигналов, достигается без увеличения сложности и стоимости приемо-передающей аппаратуры.

Ключевые слова: *помехоустойчивое кодирование, ортогональное кодирование, сверточное кодирование, блоковое кодирование, спектральная эффективность, относительная фазовая модуляция*

Для цитирования: Бураков М.В., Шишлаков В.Ф., Коновалов А.С. Адаптивный нейросетевой пропорционально-интегрально-дифференцирующий регулятор // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 86–92.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-86-92
УДК 681.5

М.В. Бураков[1], В.Ф. Шишлаков[1], А.С. Коновалов[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

АДАПТИВНЫЙ НЕЙРОСЕТЕВОЙ ПРОПОРЦИОНАЛЬНО-ИНТЕГРАЛЬНО-ДИФФЕРЕНЦИРУЮЩИЙ РЕГУЛЯТОР*

В статье рассмотрена задача конструирования адаптивного пропорционально-интегрально-дифференцирующего (ПИД) регулятора на базе нейронной сети Хопфилда для линейного динамического объекта 2-го порядка. Используется описание объекта в виде дискретной передаточной функции, коэффициенты которой определяются с помощью нейронной сети, минимизирующей невязку выходов объекта и модели. Нейронная сеть обрабатывает текущие и задержанные входные и выходные сигналы объекта, выдавая на выходе оценки коэффициентов модели. Еще одна нейронная сеть определяет коэффициенты ПИД-регулятора, при которых динамика системы приближается к динамике эталонного процесса. Расчет весов и смещений нейронов сетей Хопфилда, используемых для идентификации и управления, основан на построении функций Ляпунова. Предлагаемая методика может быть использована для организации адаптивного управления широким классом линейных динамических систем с переменными параметрами. Приведенные в статье результаты моделирования показывают эффективность предложенного метода.

Ключевые слова: *адаптивное управление, нейронная сеть Хопфилда, идентификация, супервизор ПИД-регулятора*

Для цитирования: Ястребов А. П., Коршунов Г. И., Варжапетян А. Г. Управление качеством процессов разработки и практического использования программных комплексов // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 93–96.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-93-96
УДК 004.05

А. П. Ястребов[1], Г. И. Коршунов[1], А. Г. Варжапетян[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ПРОЦЕССОВ РАЗРАБОТКИ И ПРАКТИЧЕСКОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОГРАММНЫХ КОМПЛЕКСОВ

В статье рассмотрены актуальные вопросы обеспечения качества программных комплексов (ПК). Подчеркнута особая роль в организации процессов разработки ПК информационных услуг, реализация которых осуществляется с помощью соответствующих информационных ресурсов. К числу последних относятся совокупность знаний, данных, систем искусственного интеллекта, систем анализа и обработки информации, служащих основой производства ПК. Показано, что успешная реализация проектных работ должна планомерно осуществляться на основе соответствующего информационного обеспечения, основу которого составляют разнообразные информационные продукты. Особое внимание уделено анализу рисков, возникающих как при разработке, так и при эксплуатации ПК. Новизна проведенного исследования заключается в комплексном рассмотрении задач повышения надежности ПК и минимизации рисков на основе использования методов автоматизированного тестирования программных продуктов. Показано, что применение методов тестирования ПК обеспечивает повышение надежности проектных решений и эффективности практической реализации разработок.

Ключевые слова: *управление качеством, программные комплексы, тестирование, минимизация рисков, надежность, автоматизированные средства контроля*

Для цитирования: Шишлаков В. Ф., Ватаева Е. Ю., Криволапчук И. Г., Решетникова Н. В. Алгоритм синтеза параметров законов управления технических систем при полиномиальной аппроксимации нелинейностей // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 97–102.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-97-102
УДК 004.021

В. Ф. Шишлаков[1], Е. Ю. Ватаева[1], И. Г. Криволапчук[1], Н. В. Решетникова[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

АЛГОРИТМ СИНТЕЗА ПАРАМЕТРОВ ЗАКОНОВ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПРИ ПОЛИНОМИАЛЬНОЙ АППРОКСИМАЦИИ НЕЛИНЕЙНОСТЕЙ

В работе рассматриваются математические основы алгоритма решения задачи синтеза систем автоматического управления (САУ) с нелинейными характеристиками при полиномиальной аппроксимации. Для решения поставленной задачи в качестве математического аппарата применяется обращение прямого вариационного метода анализа – обобщенный метод Галеркина. В результате были получены рекуррентные соотношения, позволяющие распространить данный метод на новый класс динамических систем с нелинейными элементами, характеристики которых аппроксимируются полиномиально. В статье анализируются достоинства и недостатки различных методов аппроксимации САУ с нелинейными характеристиками. Представленный алгоритм программного комплекса является универсальным и позволяет решать задачу синтеза для систем управления различных классов и структур с единых математических, методологических и алгоритмических позиций.

Ключевые слова: *обобщенный метод Галеркина, нелинейные системы управления, полиномиальная аппроксимация, алгоритм программного комплекса*

Для цитирования: Жильникова Н.А., Шишкин И.А., Шишкин А.И., Кушнеров А.И. Инновации в управлении природно-техническими комплексами с применением геоинформационных технологий // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 103–108.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-103-108
УДК 004.9

Н.А. Жильникова[1], И.А. Шишкин[1], А.И. Шишкин[2], А.И. Кушнеров[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, [2] Санкт-Петербургский государственный университет промышленных технологий и дизайна

ИННОВАЦИИ В УПРАВЛЕНИИ ПРИРОДНО-ТЕХНИЧЕСКИМИ КОМПЛЕКСАМИ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В данной работе основное внимание уделено инновациям в области межотраслевого эколого-технологического нормирования техногенной нагрузки на водные экосистемы регионально-бассейнового уровня. Разработана структура управления природно-техническим комплексом. Предложена методика формирования проекта геоинформационной системы для эколого-технического нормирования. В основу методики положен принцип распределения квот нагрузки при долгосрочном и оперативном управлении между рассматриваемыми субъектами по сложным атрибутивным и пространственным запросам. Разработанный проект в виде геоинформационной системы позволяет проводить обработку данных, оценку входящих параметров и принимать оптимальное решение. В качестве примера геоинформационного управления с применением системы «Геоинформационная моделирующая система – Территориально-природно-технический комплекс» представлена карта-схема зонирования территории бассейна северной части Финского залива по индексу интегральной нагрузки, который учитывает приоритетные ингредиенты в зависимости от видов хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: *экологическое управление, нормирование нагрузки, территориальный комплекс, банк знаний, геоинформационная система*

Для цитирования: Назаревич С. А., Балашов В. М., Гулевитский А. Ю., Чабаненко А. В. Оценка качества дрейфующих моделей базовых структур инновационных технологий // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 109–114.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-109-114
УДК 65.011

С. А. Назаревич[1], В. М. Балашов[2], А. Ю. Гулевитский[1], А. В. Чабаненко[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения,
[2] АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ДРЕЙФУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ БАЗОВЫХ СТРУКТУР ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

В эпоху переходных процессов, связанных со сменой технологических укладов, роста интенсивности информационной поддержки новой продукции и возрастающих угроз несанкционированного копирования результатов интеллектуальной деятельности не теряют актуальности задачи оценки технической и потребительской новизны экспериментальных продуктов. Решение проблем оценки существенных изменений (дрейфа) требований к потребительским параметрам новой продукции или внедрения новых функциональных возможностей в технологические процессы инновационных предприятий создает стержневое конкурентное преимущество – техническую и потребительскую новизну. В настоящей статье приведены модели функционально-необходимых и функционально-достаточных структур, отличающиеся от известных моделей тем, что на основании базовых структур, представленных точкой многомерного пространства функционально значимых параметров, которые учитывают существующие ограничения, накладываемые уровнем развития научно-технического прогресса и эволюцией социальной среды, позволяют оказывать управляющие воздействия на дрейф функционально значимых параметров на любом из этапов жизненного цикла формирования новшества при условии использования специализированного инструментария Total Quality Management (TQM).

Ключевые слова: *новая продукция, инновационные технологии, качество, модели, оценка качества*

Для цитирования: Организация производства на предприятиях радиоэлектронной промышленности в условиях технических и экономических рисков /Курлов В. В., Курлов А. В., Степанов А. Г., Фарафонов В. Г. // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 115–124.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-115-124
УДК 658.5.012.7

В. В. Курлов[1], А. В. Курлов[1], А. Г. Степанов[1], В. Г. Фарафонов[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА НА ПРЕДПРИЯТИЯХ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ В УСЛОВИЯХ ТЕХНИЧЕСКИХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ РИСКОВ

Одной из ключевых составляющих эффективной организации производства на предприятиях радиоэлектронной промышленности является учет рисковой среды и принятие мер, направленных на минимизацию вероятности появления риска. Основная проблема заключается в вероятностном характере риска. Вероятность проявляется в реализации риска и его продолжительности, что в конечном счете приведет к финансовым потерям. В статье предложен подход к построению модели ядра системы технических и экономических рисков и их взаимосвязи при организации производства на предприятиях радиоэлектронной промышленности. Для оценки предельных вероятностей различных состояний технических и экономических рисков предлагается использовать базовые модули, для которых разработаны специальные системы линейных алгебраических уравнений. Для определения (расчета) оценки можно использовать результаты решения системы линейных алгебраических уравнений. Кроме того, эти результаты позволяют проводить оценку стационарного состояния базовых модулей системы технических рисков и рисков при организации производства на предприятиях радиоэлектронной промышленности. При решении системы алгебраических уравнений предлагается использовать предельное преобразование системы дифференциальных уравнений Колмогорова для вероятностей состояний. В статье делается вывод, что для оценки влияния технических и экономических рисков на эффективность организации производства предприятий радиоэлектронной промышленности необходимо оценить вероятности реализации системы технических и экономических рисков. Результаты такой оценки позволят определить интенсивность потоков событий, связанных с появлением (реализацией) технических и экономических рисков, и время (продолжительность) нахождения их в состоянии реализации (негативное состояние).

Ключевые слова: *система рисков, базовые модули системы рисков, технические и экономические риски, организация производства.*

Для цитирования: Вершинина Л. П., Вершинин М. И. Модели субоптимального управления в технологии радиоэлектронной аппаратуры // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 125–129.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-125-129
УДК 621.3:62–5

Л. П. Вершинина[1], М. И. Вершинин[2]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения, [2] Санкт-Петербургский горный университет

МОДЕЛИ СУБОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

В условиях мелкосерийного производства радиоэлектронной аппаратуры (РЭА) сокращение затрат может быть достигнуто путем оптимизации технологических процессов (ТП). Выявлены проблемы в постановке задач оптимизации. Показано, что динамичность ТП, ограниченность, неполнота и нечеткость имеющейся информации делают традиционные методы оптимизации управления ТП непригодными для практического использования. Актуальным становится вопрос о разработке моделей управления ТП, которые отражают их динамику, адаптируются к изменяющимся условиям, работают в условиях ограниченного объема экспериментальных данных. В статье показано, что проблемы в постановке и решении задач оптимизации ТП можно решить с использованием аппарата теории нечетких множеств, при этом решение получается субоптимальным. Представлены модели субоптимального управления, разработанные для типовых ТП мелкосерийного производства, реализующие предложенный подход и пригодные для практического использования.

Ключевые слова: *радиоэлектронная аппаратура, мелкосерийное производство, оптимизация, управление, нечеткие модели*

Для цитирования: Варжапетян А. Г., Семенова Е. Г., Тушавин В. А., Смирнова М. С. Повышение потребительской ценности продукции за счет оптимизации процесса туманных вычислений // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 10. С. 130–136.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-10-130-136
УДК 378

А. Г. Варжапетян[1], Е. Г. Семенова[1], В. А. Тушавин[1], М. С. Смирнова[1]

[1] Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения

ПОВЫШЕНИЕ ПОТРЕБИТЕЛЬСКОЙ ЦЕННОСТИ ПРОДУКЦИИ ЗА СЧЕТ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ТУМАННЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Трендом развития российской промышленности на ближайшее десятилетие будет переход к цифровой экономике (ЦЭ) всех направлений деятельности общества. Потребительская ценность (ПЦ) продукции становится одним из главных показателей результативности деятельности любой организации. В перечне технологий ЦЭ названы и облачные вычисления, позволяющие осуществлять эффективную связь пространственно удаленных предприятий. Новизна материала статьи заключается в рассмотрении аспектов одного из разделов облачных вычислений – туманных вычислений – направления, получившего развитие в последние годы. Авторы рассматривают туманные вычисления как одну из возможностей гармонизации отношений сторон, взаимодействующих в процессе создания сложных радиоэлектронных комплексов.

Ключевые слова: *потребительская ценность продукции, туманные вычисления, гармонизация отношений взаимодействующих сторон, стандартизация подхода к выбору ключевых индикаторов производительности (KPI)*

ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ

К рассмотрению принимаются нигде не опубликованные ранее рукописи статей с оригинальными результатами теоретических и экспериментальных исследований в области радиоэлектроники. Максимальный объем статьи – 23 000 печатных знаков (с пробелами), включая формулы, иллюстрации, таблицы.

Обязательными являются следующие элементы статьи:

- **Тематическая рубрика журнала,** к которой должна быть отнесена статья.
- Индекс **УДК**.
- **Название статьи,** максимально конкретное и информативное, на русском и английском языках.
- **Ф.И.О. всех авторов** (полностью) на русском и английском языках.
- **Информация об авторах** на русском и английском языках: регалии; место работы (полное и сокращенное название организации, почтовый адрес с указанием города и почтового индекса), должность; электронный адрес; телефон. Если авторов несколько, то информация должна быть представлена по каждому из них.
- **Аннотация статьи** на русском и английском языках. В аннотации подчеркивается новизна и актуальность темы (без повтора заглавия статьи в тексте аннотации). Аннотация статьи должна быть информативной и подробной, описывать методы и главные результаты исследования. Из аннотации должно быть ясно, какие вопросы поставлены для исследования и какие ответы на них получены. Предпочтительна структура аннотации, повторяющая структуру статьи и включающая введение, цели и задачи, методы, результаты/обсуждение, заключение/выводы. Объем аннотации составляет 100–200 слов.
- **Ключевые слова** на русском и английском языках. Должны отражать основное содержание статьи, но, по возможности, не повторять ее название. Рекомендуемый объем – 3–6 слов или коротких словосочетаний.
- **Основной текст статьи.** Следует соблюдать единообразие терминов, а также единообразие в обозначениях, системах единиц измерения, номенклатуре. Следует избегать излишних сокращений, кроме общеупотребительных. Если сокращения все-таки используются, то они должны быть расшифрованы в тексте при первом упоминании.
- **Список литературы,** на русском и английском языках. Должен в достаточной мере отражать современное состояние исследуемой области и не быть избыточным. Должен содержать ссылки на доступные источники. Не цитируются тезисы, учебники, учебные пособия, диссертации без депонирования. Допустимый объем самоцитирования автора не более 20% от источников в списке литературы.
- **Список иллюстраций** должен располагаться в конце статьи и содержать названия статей и подписи, размещенные на рисунке.

Правила оформления статей

Материалы статьи представляются для публикации в электронном виде.

В состав электронной версии статьи должны входить текстовая часть в формате MS Word (формулы в MathType), а также иллюстрации в виде отдельных графических файлов (каждый файл должен содержать один рисунок).

Статья представляется в итоговом варианте, т.е. не предполагает существенных авторских изменений и дополнений, а также не содержит исправлений, отображаемых на полях или в тексте работы.

Английский блок должен включать (в указанном порядке): заголовок статьи, Ф.И.О. всех авторов, аннотацию, ключевые слова, список литературы в романском алфавите.

Графический материал

Все иллюстрации должны быть черно-белыми.

Иллюстрации для каждой статьи должны находиться в отдельной папке с названием статьи; название файла должно включать номер рисунка. Каждый файл должен содержать только один рисунок.

Параметры иллюстраций:

- форматы *.tif или *.eps;
- цветовая модель Grayscale (Black 95%), разрешение 300 dpi при 100%-ной величине;
- цветовая модель Bitmap, разрешение не ниже 600 dpi;
- толщины линий не менее 0,5 point;
- не следует использовать точечные закраски в программах работы с векторной графикой, таких как Noise, Black&white noise, Top noise;
- не следует добавлять сетку или серый фон на задний план графиков и схем;
- желательно иллюстрации предоставлять в двух вариантах (первый – со всеми надписями и обозначениями, второй – без текста и обозначений);
- все надписи на рисунках и названия рисунков обязательно (!) должны быть набраны текстом и располагаться на отдельной странице в текстовой части статьи.

Текст статьи

Текст должен быть в формате MS Word; набран через двойной интервал; шрифтом Times New Roman, размер шрифта – 12 пунктов.

Не следует вводить больше одного пробела подряд (в том числе при нумерации формул). Используйте абзацный отступ и табуляцию.

Подзаголовки должны быть без нумерации.

Таблицы представляются в формате MS Word. Их следует располагать в тексте непосредственно после ссылки на таблицу.

В тексте статьи должны быть ссылки на все рисунки и таблицы. Если в статье один рисунок и/или таблица, номер не ставится. Рисунки с цифро-буквенной нумерацией обозначаются в тексте без запятой и пробела (например, рис. 1а).

В шапке таблицы пустых ячеек быть не должно.

В таблице не должно быть графы с порядковым номером. Если нумерация строк необходима, то порядковый номер указывается непосредственно перед текстом.

При отсутствии данных в ячейках должны быть прочерки (т.е. пустых ячеек быть не должно).

Подписи к рисункам должны содержать расшифровку всех обозначений, использованных на рисунке.

На отдельном листе в конце статьи должны быть набраны названия рисунков с подписями, а также текст, размещенный на рисунках.

Формулы и буквенные обозначения

Все формулы должны быть набраны только (!) в математическом редакторе MathType с настройками строго (!) по умолчанию. Не допускается набор из составных элементов (часть – текст, часть – математический редактор). Не допускается также вставка формул в виде изображений. Формулы располагают по месту в тексте статьи.

По возможности следует избегать «многоэтажных» формул. В частности, в сложных формулах экспоненту рекомендуется представлять как «exp».

Дроби предпочтительно располагать отдельной строкой, числитель от знаменателя отделять горизонтальной чертой.

В десятичных дробях для отделения целой части используется запятая (например, 10,5).

В качестве знака умножения используется символ точка (·), при переносе формулы в качестве знака умножения следует использовать символ крест (×).

Знак умножения в формулах ставится только (!) перед цифрой и между дробями.

В формулах и тексте скалярные величины, обозначаемые латинскими буквами, набираются курсивом, обозначаемые греческими буквами – прямым шрифтом. Для обозначения векторных величин используется прямой полужирный шрифт, стрелка вверху не ставится.

Одиночные буквы или символы, одиночные переменные или обозначения, у которых есть только верхний или только нижний индекс, единицы измерения и цифры в тексте, а также простые математические и химические формулы следует набирать в текстовом режиме без использования внедренных рамок (т.е. без использования математических редакторов).

Слова «минус» и «плюс» перед цифрами обозначаются знаками (например, +4; –6).

Размерности

Размерности отделяются от числа пробелом, кроме градусов, процентов, промилле.

Для сложных размерностей допускается использование как отрицательных степеней, так и скобок. Главное условие – соблюдение единообразия написания одинаковых размерностей по всему тексту и в иллюстрациях.

При перечислении, а также в числовых интервалах размерность приводится только после последнего числа (например, 18–20 кг), за исключением угловых градусов.

Числовой диапазон оформляется коротким тире без пробелов (например, 18–20).

Размерности переменных пишутся после их обозначений через запятую, а не в скобках.

Список литературы

В журналах принимается Ванкуверская система цитирования – последовательный численный стиль: ссылки нумеруются по ходу их упоминания в тексте, таблицах и рисунках. Единый список литературы оформляется также в порядке упоминания в тексте.

На все работы, включенные в список литературы, должна быть ссылка в тексте.

Допустимый объем самоцитирования автора не более 20% от источников в списке литературы.

Не цитируются:

- тезисы, учебники, учебные пособия;
- диссертации без депонирования.

Единый список литературы на русском языке размещают в конце текста статьи и озаглавливают «Список литературы».

Единый список литературы в романском алфавите (латинице) размещают в англоязычном блоке после ключевых слов (Keywords) и озаглавливают References.

В тексте статьи ссылки приводят квадратных скобках: [1–5] или [1, 3, 5].

Источники приводят на языке оригинала. Русские – на русском, англоязычные – на английском.

Пример оформления статьи из периодического издания:

Таран П.П., Иванов А.А. Глобализация и трудовая миграция: необходимость политики, основанной на правах человека // Век глобализации. 2010. № 1. С. 66–88.

Пример оформления книги:

Костылева Л.В. Неравенство населения России: тенденции, факторы, регулирование. М.: ИСЭРТ РАН, 2011. 200 с.

Пример оформления электронного источника:

Костылева Л.В. Неравенство населения России: тенденции, факторы, регулирование [Электронный ресурс]. М., 2011. 30 с. Адрес доступа: http://elsevierscience.ru/

Подписи к рисункам

На отдельном листе должны быть набраны (в порядке упоминания в тексте) порядковый номер рисунка, его название, а также все надписи, расположенные на рисунке. Подписи к рисункам должны содержать расшифровку всех обозначений, использованных на рисунке.

Комплект предоставляемых материалов

Комплект материалов рукописи статьи должен включать электронную версию статьи; иллюстрации в виде отдельных графических файлов; акт экспертизы.

Материалы следует присылать на электронную почту **publish@instel.ru**.

RULES FOR SUBMITTING ARTICLES

Accepted for consideration manuscript with original results of theoretical and experimental research in the field of electronics with no publishing record. The maximum amount of 23000 articles printed characters (with spaces), including formulas, illustrations, tables.

The mandatory elements of the articles are the following:

- Thematic heading of magazine to which article should be carried
- Index of the universal decimal classification.
- The name of article, at the most specific and informative, in Russian and English languages.
- The information on authors, in Russian and English languages: regalia; place of job (the full and shorthand name of the organization, the post address with the indication of city and the postal index), a position; the electronic address; phone. If there're few authors then the information should be presented on each of them.
- The summary of article in Russian and English languages. Novelty and a urgency of subject matter (without repetition of the title of article in the text of the summary) should be emphasized in the summary. The summary of article have to be informative and detailed, describe methods and the main results of research. The summary has to cover what questions are put for research and the answers to them are received. The structure of the summary has to repeat structure of article and including introduction, objectives and problems, methods, results/discussions, the conclusion/conclusions is preferential. The volume of the summary makes 100–200 words.
- Key words in Russian and English languages. Should reflect the main content of the article, but if possible not to repeat its name. The recommended amount – 3–6 words or short phrases.
- The main text of the article. The uniformity of terms should be observed as well as uniformity in the notation, systems of units, nomenclature. Avoid unnecessary abbreviations commonly used in addition. If the abridgement is still used then it must be transcribed in the text at the first mention.
- References in English and Russian languages. Must adequately reflect the current state of the study area and not be excessive. Must contain references to available sources. Not quoted theses, textbooks, manuals, thesis without deposit. The allowable amount of self-citation of the author should not exceed 20% of the sources in the bibliography.
- The list of illustrations should be placed down in the end of article and contain names of articles and the signatures placed in picture.

Formalized rules for articles

Materials of the Articles are submitted for publication in electronic form.

The electronic version of the paper should include the text portion in MS Word format (formulas in MathType), as well as illustrations as separate image files (each file should contain one figure).

The article appears in the final version and copyright does not involve significant changes and additions, as well as does not include patches that are displayed in the fields or in the text of the work.

English unit should include (in indicated order): title of the article, name all authors, abstract, keywords, references in the Roman alphabet.

Graphical material

All illustrations should be in black and white.

Illustrations for each article must be in a separate folder with the title of the article; File name should include the figure number. Each file must contain only one drawing.

illustrations parameters:

- formats *.tif or *.eps;
- color model Grayscale (Black 95%), the resolution of 300 dpi at 100% value;
- color model Bitmap, resolution of at least 600 dpi;
- Lines's thickness of not less than 0,5 point;
- It is not necessary to use dot shadings in programs of work with vector graphics, such as Noise, Black*white noise, Top noise
- It is not necessary to add a grid or a grey background on a background of charts and diagrams;
- it is desirable to provide the illustrations in two versions (the first – with all the inscriptions and symbols, the second – without text and symbols);
- All signs in the figures and the names of figures is obligatory (!) Should be typed in the text and placed on a separate page in the text of the article.

The text of article

The text should be in MS Word format; typed double-spaced; font Times New Roman, font size – 12 points.

Do not enter more than one space in a row (including the numbering of formulas). Use indentation and tabs.

Subtitles should be without numbering.

Tables submitted in MS Word format. They should be placed in the text immediately following the reference to the table.

The text of the article should be a reference for all figures and tables. If an article of one figure and / or table number is not assigned. Figures alphanumeric numbering are indicated in the text without a comma and a space (for example, Fig. 1a).

In the header of the table empty cells should not be.

The table should not have graphs with a serial number. If line numbering is needed, the serial number is indicated immediately before the text.

In the absence of data in the cells must be dashes (empty cells should not be).

Captions should include decoding of symbols used in the figure.

On a separate sheet at the end of the article should be typed in the names of images with captions, and also the text that appears in the figures.

Formulas and letter designations

All formulas should be typed only (!) In MathType mathematical editor. Not allowed set of constituents (Part – text part – mathematical editor). There can be no insert formulas in the form of images. Formula for a place in the text.

If possible, avoid «multi-storey» formulas. In particular, complex formulas recommended exponent of as «exp».

Fractions are preferably arranged separately, the numerator by the denominator separated by a horizontal line.

In decimal fractions to separate the integer part of a comma (eg 10,5).

As a sign of multiplication using the dot (·), when transferring the formula should use the cross symbol (×) as a multiplication sign.

The multiplication sign in the formulas is put only (!) before a figure between fractions.

In the formulas and text scalar quantities, denoted by Latin letters, italicized, denoted by Greek letters – font. To indicate vector quantities used straight bold, arrow at the top is not put.

Single letters or symbols, single variables or symbols that have only the upper or only the lower the index, units, and figures in the text, as well as simple mathematical and chemical formulas should be typed in text mode without the use of embedded frames (ie, without the use of Mathematical editors).

The words «minus» and «plus» to the numbers indicated by signs (eg 4, –6).

Dimensions

Dimensions are separated from the number by a space, except degrees, percent, per mille.

For complex dimensions allowed as the negative powers, and parentheses. The main condition – that the consistency of writing the same dimensions throughout the text and illustrations.

In the listing, as well as the dimension of the numerical ranges given only after the last day (e.g. 18–20 kg) except angular degrees.

A numeric range is made short dash without spaces (for example, 18–20).

The dimensions of the variables are written after the notation, separated by commas, but not in parentheses.

Bibliography

The magazines use the Vancouver citation system – consistent numerical style: links are numbered in the course of their appearance in the text, tables and figures. A single list of references is also executed in the order mentioned in the text.

All work included in the list of references should be referenced in the text.

The allowable amount of self-citation is not the author of more than 20% of the sources in the bibliography.

Do not quoted:

- theses, textbooks, teaching aids;
- dissertation without deposit.

A unified list of literature in Russian is placed at the end of the text and the headline «References».

A unified list of references in the Roman alphabet (Roman alphabet) are placed in an English-speaking unit after keywords (CET Keywords) and headline References.

The text of the article links lead brackets: [1–5] or [1, 3, 5].

Sources of lead in the original language. Russian – Russian, English language – English.

A sample of articles from periodicals:

Taran P. P., Ivanov A. A. Globalization and labor migration: the need for a policy based on human rights // Century of Globalization. 2010. № 1. pages 66–88.

Formalizing example for the book

Kostyleva L. V. Inequality of the Russian population: trends, factors that regulation. M.: ISERT RAS, 2011. 200 p.

Example of electronic sources:

Kostyleva L. V. Inequality population of Russia: tendencies, factors, regulation [electronic resource]. M., 2011. 30 p. Access Location: http://elsevierscience.ru/

Signatures to pictures

On a separate sheet should be typed (in order of appearance in the text) the serial number of the picture, its name, as well as all the inscriptions located in the picture. Captions should include decoding of symbols used in the figure.

The complete set of provided materials

The complete set of materials of the manuscript of article should include the electronic version of article; illustrations in the form of separate graphic files; the certificate of examination.

Materials should be sent by e-mail **publish@instel.ru**.