



5/2018

Вопросы *радиоэлектроники*

ISSN 2218-5453

Вопросы радиоэлектроники

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

ИЗДАЕТСЯ С 1959 ГОДА

Серия
«Электронная вычислительная техника» (ЭВТ)
ВЫПУСК 2

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., проф., 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

Галина Романова
publish@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

Юлия Никулина

Компьютерная верстка

Григорий Арифудиан

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 23.04.2018.

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

Voprosy radioelektroniki

(Questions of radio
electronics)

SCIENTIFIC JOURNAL PUBLISHED FROM 1959

Electronic computing machinery
VOLUME 2

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, Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Military Sciences

EDITORIAL COUNCIL

G. V. Antsev, Candidate of Engineering, Assistant 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. Krasovski, 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, Assistant 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 and information systems «Electronics»

Publisher

Central Research Institute of Economy, management and information systems «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

Galina Romanova
publish@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

Yuliya Nikulina

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 23.04.2018.

Printed in Fora-profit Media.

Вопросы радиоэлектроники

СОДЕРЖАНИЕ

Рекордсмены вычислительных систем	5	ПРИКЛАДНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	
Зенин В. Н.		Орлов И. В., Прыдко С. А.	
95 лет М. А. Карцеву – ученому, опередившему время	6	Модель адаптивного планирования проектных работ	70
СТРУКТУРА ЭВМ И ПРОГРАММНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ		Выскуп В. Г.	
Баранов Л. Д., Лобанов В. Н., Чельдиев М. И.		Возможности и ограничения составных сканаторов	74
Применение многопроцессорной вычислительной платформы с гетерогенной архитектурой для решения задач гидроакустики и радиолокации	7	Балашов В. М., Морозов С. А., Гулевитский А. Ю.	
Сорокин С. А., Свердлов С. С., Кучеров Ю. С., Собчук В. А.		Модель повышения результативности облачных вычислений за счет использования динамических программных библиотек и сервисов прикладного функционала	83
Аппаратно-программный комплекс для испытаний загоризонтных радиолокационных станций с использованием метода автоматического пассивного обзора воздушного пространства	17	Минаев В. А., Королев И. Д., Мухортов В. В.	
Сорокин А. П.		Комплексная оценка устойчивости функционирования сложных технических систем в техносфере и инфосфере	89
Методы проектирования защищенных кондуктивных аппаратно-вычислительных платформ для задач обработки видеоизображений	24	ПРОГРАММИРОВАНИЕ	
Сорокин А. П.		Бененсон М. З., Дивин А. П.	
Методы проектирования аппаратно-вычислительных платформ стековой архитектуры для применения в жестких условиях эксплуатации	32	Методы построения тестового программного обеспечения многопроцессорных вычислительных систем	95
Чельдиев М. И., Либман Л. С.		Боровой И. А., Данишевский О. В., Парфенов А. В.	
Перспективы развития возможностей многоцелевой вычислительной платформы	42	Адаптивные алгоритмы управления интеллектуального контроллера литий-ионного накопителя электрической энергии	104
Шмейлин Б. З., Алексеева Е. А.		Бененсон М. З., Дивин А. П.	
Проблемы обеспечения когерентности кэшей в многопроцессорных системах с большим числом процессоров	47	Система функциональных тестов для многопроцессорной вычислительной системы	111
МАТЕМАТИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ		СИЛОВАЯ ЭЛЕКТРОНИКА ЭВМ	
Гливенко Е. В., Фомочкина А. С., Прохорова Т. В.		Колосов В. А.	
Идея применения степени отображения при прогнозе землетрясений	54	Ограничение преднамеренных силовых импульсных перенапряжений в сетях электропитания автоматизированных систем в защищенном исполнении	120
Гливенко Е. В., Фомочкина А. С.		Либенко Ю. Н., Парфенов А. В.	
Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений с использованием многопроцессорных компьютеров	59	Способы повышения безотказности трактов электропитания радиоэлектронной аппаратуры наземных стационарных объектов	127
ЦИФРОВАЯ ОБРАБОТКА СИГНАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ		ОРГАНИЗАЦИЯ. УПРАВЛЕНИЕ. ЭКОНОМИКА	
Алексеев Г. Г., Алексеева Е. А., Галаган П. В., Сорокин А. П., Сорокин С. А.		Балашова К. В., Алексеев А. Л.	
Опыт использования аппаратной платформы «ГРИФОН» для решения акустических задач	63	Оценка эффективности внедрения результатов НИОКР в наукоемкое промышленное производство	138
		НАШИ ЮБИЛЯРЫ	
		Сергею Александровичу Сорокину, генеральному конструктору, – 60 лет	144
		Юбилей Елены Валерьевны Гливенко	145
		ПРАВИЛА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ СТАТЕЙ	147

CONTENTS

Record-breaking computer systems	5
----------------------------------------	---

Zenin V. N.

95 years to M. A. Kartsev – a scientist, ahead of time.....	6
-------------------------------------------------------------	---

COMPUTER ARCHITECTURE AND SOFTWARE MODELING

Baranov L. D., Lobanov V. N., Cheldiev M. I.

Use of multiprocessor computing platform with heterogeneous architecture for solving the problems of hydroacoustics and radiolocation	7
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	---

Sorokin S. A., Sverdlov S. S., Kucherov Yu. S., Sobchuk V. A.

Hardware-software complex for testing of behind-the-horizon radar stations using the method of automatic passive airspace surveillance	17
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Sorokin A. P.

Methods for protected conductive-cooling hardware-computing platforms development for video image processing tasks	24
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Sorokin A. P.

Methods for stack architecture hardware-computing development for harsh environment of operation	32
--------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Cheldiev M. I., Libman L. S.

Prospects of the the multi-purpose computer platform opportunities development	42
--------------------------------------------------------------------------------------	----

Shmeylin B. Z., Alekseeva E. A.

The problem of providing cache coherence in multiprocessor systems with many processors	47
-----------------------------------------------------------------------------------------------	----

MATHEMATICAL ASPECTS OF SIMULATION

Glivenko E. V., Fomochkina A. S., Prokhorova T. V.

The idea of application the degree of a continuous mapping for earthquake prediction.....	54
-------------------------------------------------------------------------------------------	----

Glivenko E. V., Fomochkina A. S.

Solution of differential equations and systems of differential equations with the use of multiprocessor computers.....	59
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

DIGITAL PROCESSING OF SIGNALING INFORMATION

Alekseev G. G., Alekseeva E. A., Galagan P. V., Sorokin A. P., Sorokin S. A.

Experience of using the hardware platform GRIFON to solve acoustical problems	63
-------------------------------------------------------------------------------------	----

APPLIED PROBLEMS OF INFORMATION TECHNOLOGIES

Orlov I. V., Pryadko S. A.

The model of adaptive planning of design works	70
------------------------------------------------------	----

Vyskub V. G.

Possibilities and limitations of combined scanners.....	74
---------------------------------------------------------	----

Balashov V. M., Morozov S. A., Gulevitskiy A. Yu.

Model of increase of a cloudy calculations efficiency due to use of dynamic programm libraries and applied functional services	83
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

Minaev V. A., Korolev I. D., Mukhortov V. V.

Integrated assessment of stability functioning complex technical systems in the techno and info sphere	89
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

PROGRAMMING

Benenson M. Z., Divin A. P.

Methods of developing test software of multiprocessor computer systems	95
------------------------------------------------------------------------------	----

Borovoy I. A., Danishevskiy O. V., Parfenov A. V.

Adaptive algorithms of controlling the smart li-ion battery controller	104
------------------------------------------------------------------------------	-----

Benenson M. Z., Divin A. P.

Functional tests for multiprocessor computer systems	111
------------------------------------------------------------	-----

COMPUTER POWER ELECTRONICS

Kolosov V. A.

Limitation of intentional power pulsed overvoltage in power supply networks of automated systems in the protected execution	120
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

Libenko Yu. N., Parfenov A. V.

The ways to improve reliability of power supply circuits of ground stationary objects electronic equipment.....	127
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

ORGANIZATION. MANAGEMENT. ECONOMY

Balashova K. V., Alekseev A. L.

Assessment of efficiency of implementation of results of R & D in scientific industrial production	138
----------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

OUR JUBILEES

Sergey Aleksandrovich Sorokin, general designer, – 60 years old...	144
--------------------------------------------------------------------	-----

Anniversary of Helena Valeryevna Glivenko	145
-------------------------------------------------	-----

RULES FOR SUBMITTING ARTICLES	149
-------------------------------------	-----



Рекордсмены вычислительных систем

По мере развития общества трудоемкость производимых людьми вычислений неуклонно растет. Во второй половине XIX века человечество приблизилось к границе своих возможностей, опирающихся на естественные способности мозга и аналоговые устройства, для проведения вычислений, обработки, записи и хранения информации. К концу XX века многократное увеличение объема данных и необходимость создания мощностей для их обработки стали толчком к появлению концепции Больших данных.

Сегодня Большие данные – это целый пласт технологических решений, которые, как точно было отмечено специалистами Forrester Research, позволяют извлекать из находящихся в постоянной динамике сверхбольших объемов данных персональную ценность для конечного пользователя. То есть потребитель формулирует в конкретный момент времени зачастую очень специфический запрос, для удовлетворения которого необходимо иметь возможность проверить триллионы гигабайт накопленной информации. Данные находятся в постоянной

динамике и хаотичны по своему формату, кодировке, языку представления и т.д. Возможность извлекать максимальную ценность для пользователя из этого массива данных и определяет уникальность задачи, решаемой инструментами Больших данных. Для человечества же в целом это позволяет не только повышать эффективность своей операционной деятельности, но и проникать на совершенно новые уровни осознания происходящих процессов.

Развитие информационной среды и вычислительных систем порождает множество технологических направлений, не только Большие данные. Крайне показательным является пример другого, также сравнительно недавно сформировавшегося тренда на рынке ИТ и вычислительной техники – технологии блокчейн. Ее главным достоинством является отказоустойчивость, благодаря которой возможно создание глобальных вычислительных сетей с меньшей затратой ресурсов.

Однако уже завтра может случиться так, что вычислительных мощностей будет недостаточно. Это постоянный вызов мировому сообществу, подталкивающий участвовать в непрерывной гонке со скоростью собственного технологического прогресса.

Текущий номер журнала «Вопросы радиоэлектроники» подготовлен совместно с НИИВК им. М.А. Карцева, специализирующемся на создании аппаратного и программного обеспечения для обработки больших объемов информации. Опытно-конструкторские работы данной организации ориентированы на создание вычислительных комплексов многоцелевого применения, обладающих высокой производительностью и способных выполнять поставленные задачи в жестких условиях эксплуатации. Исследования института посвящены различным архитектурам и поискам вариантов их совместного применения для создания платформ, предназначенных для эффективной обработки разнородных данных. Подобные решения отличаются реконфигурируемостью и масштабируемостью, что облегчает внедрение инноваций, необходимых для достижения конкурентоспособности в стремительно меняющемся современном мире.

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

Для цитирования: Баранов Л. Д., Лобанов В. Н., Чельдиев М. И. Применение многопроцессорной вычислительной платформы с гетерогенной архитектурой для решения задач гидроакустики и радиолокации // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 7–16.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-7-16
УДК 004.272.43

Л. Д. Баранов¹, В. Н. Лобанов¹, М. И. Чельдиев¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

ПРИМЕНЕНИЕ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ С ГЕТЕРОГЕННОЙ АРХИТЕКТУРОЙ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ ГИДРОАКУСТИКИ И РАДИОЛОКАЦИИ

Одно из направлений повышения производительности вычислительных систем связано с созданием платформ с гетерогенной архитектурой, позволяющих более эффективно задействовать вычислительные ресурсы традиционных процессоров, графических ускорителей и сопроцессоров на базе ПЛИС для выполнения задач, требующих массивно-параллельных вычислений. Создание проблемно-ориентированных решений, позволяющих пользователю конфигурировать вычислительную технику под решение конкретной прикладной задачи и с возможностью быстро и с невысокими затратами перенастроить систему на другой тип задачи, является актуальной проблемой. В статье представлено описание отечественной вычислительной платформы, способной одновременно задействовать модули с разными архитектурами в различных конфигурациях для решения общей задачи. С целью реализации совместного взаимодействия вычислительных ресурсов различной архитектуры и оценки перспектив дальнейшего применения платформы в ресурсоемких прикладных задачах в статье представлено описание и результаты работы имитационного программного обеспечения, направленного на решение задач в области гидроакустики и радиолокации.

Ключевые слова: многопроцессорная вычислительная платформа, гетерогенная архитектура, гидроакустика, радиолокация.

Для цитирования: Сорокин С. А., Свердлов С. С., Кучеров Ю. С., Собчук В. А. Аппаратно-программный комплекс для испытаний загоризонтных радиолокационных станций с использованием метода автоматического пассивного обзора воздушного пространства // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 17–23.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-17-23
УДК 621.396.2::623.76

С. А. Сорокин¹, С. С. Свердлов¹, Ю. С. Кучеров¹, В. А. Собчук²

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

² ОАО «НПК «НИИДАР»»

АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ЗАГОРИЗОНТНЫХ РАДИОЛОКАЦИОННЫХ СТАНЦИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПАССИВНОГО ОБЗОРА ВОЗДУШНОГО ПРОСТРАНСТВА

В основу работы загоризонтных радиолокационных станций положен скачковый механизм распространения радиоволн коротковолнового диапазона, который предполагает адаптацию аппаратуры к непрерывно меняющимся геофизическим и помеховым условиям. Обзор зоны ответственности станции, как правило, осуществляется последовательно на ряде частот. Для оценки вероятности правильного обнаружения воздушных объектов и других характеристик загоризонтных радиолокационных станций используется комплексный испытательный моделирующий стенд и алгоритм оценки текущих боевых возможностей. Комплексный испытательный моделирующий стенд для проверки и подтверждения соответствия достигнутых характеристик станции имитирует различные варианты воздушной обстановки в зоне обзора РЛС. Предлагается использовать технологию получения параметров трасс рейсовых воздушных судов, которые оснащены аппаратурой зависимого наблюдения, сравнивать их в автоматическом режиме с параметрами окончательно обнаруженной трассы станции и оценивать характеристики загоризонтных РЛС в реальных гелио- и геофизических условиях. Таким образом, аппаратно-программный комплекс для испытаний загоризонтных станций по рейсовым воздушным объектам с использованием метода автоматического пассивного обзора воздушного пространства, в том числе за пределами территории РФ, позволит оценить их тактико-технические характеристики в автоматическом режиме в реальных условиях применения.

Ключевые слова: аппаратно-программный комплекс, загоризонтная радиолокационная станция, трасса, автоматическое зависимое наблюдение.

Для цитирования: Сорокин А. П. Методы проектирования защищенных кондуктивных аппаратно-вычислительных платформ для задач обработки видеоизображений // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 24–31. DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-24-31
УДК 004.272.52

А. П. Сорокин¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ЗАЩИЩЕННЫХ КОНДУКТИВНЫХ АППАРАТНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ ДЛЯ ЗАДАЧ ОБРАБОТКИ ВИДЕОИЗОБРАЖЕНИЙ

В статье приводятся материалы по методам проектирования защищенных высокопроизводительных гетерогенных вычислительных платформ (ВГВП) на основе магистрально-модульной архитектуры по стандарту CompactPCI Serial. Приведен обзор развития технологий производства процессоров Intel архитектуры x86, обзор распространенных видеоинтерфейсов. Определены требования к проектируемым гетерогенным аппаратно-вычислительным платформам для решения задач обработки видеоизображений путем организации параллельно-конвейерной обработки цифровых видеоизображений на базе модулей графических процессоров (GPU), модулей ПЛИС (FPGA) и модулей центрального процессора (CPU). Показано, что реализация алгоритмов линейной фильтрации на ПЛИС позволяет выполнить обработку изображений до 10 раз быстрее, чем с применением модулей GPU и тем более модулей CPU. Произведена оценка максимальной потребляемой мощности и производительности ВГВП с кондуктивным охлаждением.

Ключевые слова: видеоинтерфейс, параллельно-конвейерная обработка цифровых изображений, линейная фильтрация, программируемые логические интегральные схемы (ПЛИС), графические процессоры, защищенные аппаратно-вычислительные платформы, кондуктивный теплоотвод.

Для цитирования: Сорокин А. П. Методы проектирования аппаратно-вычислительных платформ стековой архитектуры для применения в жестких условиях эксплуатации // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 32–41. DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-32-41 УДК 004.272.52

А. П. Сорокин¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ АППАРАТНО-ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПЛАТФОРМ СТЕКОВОЙ АРХИТЕКТУРЫ ДЛЯ ПРИМЕНЕНИЯ В ЖЕСТКИХ УСЛОВИЯХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

В статье приводятся материалы по наиболее распространенным промышленным стандартам проектирования компонентов и гетерогенных аппаратно-вычислительных платформ (АВП) четырех архитектур, определяющих требования и методы соединения основных компонентов платформы между собой. Детально рассмотрен новый предложенный метод проектирования защищенных аппаратно-вычислительных платформ стековой архитектуры на основе новой спецификации StackPC. Описаны основные преимущества и области применения нового подхода, новые функциональные возможности, которые стали доступны для систем стековой архитектуры благодаря внедрению в стандарт нового высокоскоростного стекового разъема расширения StackPC-FPE, разъема питания и определения расширения стека в одном направлении (вверх от процессорного модуля). Определены тенденции развития стандарта. Приведено сравнение нового метода с уже существующими распространенными методами. Показано, что реализация предложенного метода позволяет проектировать новые современные АВП с сохранением требуемых показателей стойкости к внешним воздействующим факторам, а также повысить технологичность, производительность и расширить функциональные возможности.

Ключевые слова: аппаратно-вычислительная платформа, гетерогенность, защищенные встраиваемые компьютеры, стековая архитектура, магистрально-модульная архитектура, СОМ-модули, промышленные стандарты, спецификация StackPC, кондуктивный теплоотвод, жесткие условия эксплуатации.

Для цитирования: Чельдиев М. И., Либман Л. С. Перспективы развития возможностей многоцелевой вычислительной платформы // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 42–46.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-42-46
УДК 004.272.43

М. И. Чельдиев¹, Л. С. Либман¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ВОЗМОЖНОСТЕЙ МНОГОЦЕЛЕВОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ПЛАТФОРМЫ

В статье рассматриваются возможности повышения быстродействия при решении определенного класса задач с помощью многоцелевой вычислительной платформы (МВП), созданной в НИИВК им. М. А. Карцева. В качестве таких возможностей рассматриваются видеокарты и оптический модуль EnLight256, габариты которого позволяют включить его в состав МВП. В качестве примера использования видеокарт для повышения быстродействия реализации алгоритмов рассматривается алгоритм нахождения кратчайших покрытий булевых матриц и дальнейшее использование результатов работы этого алгоритма для нахождения минимальных форм слабоопределенных булевых функций. В статье показано, что применение видеокарты для рассматриваемого класса задач позволяет получить выигрыш во времени в несколько раз. Оптический модуль EnLight256, разработанный израильской фирмой Lenslet, в настоящее время является единственным оптическим процессором, выпускаемым серийно, который можно приобрести. Модуль снабжен ПО и совместим с современными электронными модулями. В статье перечисляются преимущества оптических модулей по сравнению с электронными и основные характеристики указанного выше модуля. Кроме того, указаны возможные области применения этого модуля как в мирных целях, так и в военных.

Ключевые слова: вычислительная платформа, видеокарта, оптический модуль.

Для цитирования: Шмейлин Б. З., Алексеева Е. А. Проблемы обеспечения когерентности кэшей в многопроцессорных системах с большим числом процессоров // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 47–53.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-47-53
УДК 004.318

Б. З. Шмейлин¹, Е. А. Алексеева²

¹ Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, ² АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

ПРОБЛЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОГЕРЕНТНОСТИ КЭШЕЙ В МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ СИСТЕМАХ С БОЛЬШИМ ЧИСЛОМ ПРОЦЕССОРОВ

В работе решаются задачи управления справочником в системах поддержания когерентности в многопроцессорных системах с большим числом процессоров. В микропроцессорных системах с большим числом процессоров (МСБЧП) значительно усложняется проблема поддержания когерентности (согласованности) кэшей процессоров. Это происходит из-за увеличения трафика на шинах памяти и повышенной сложности межпроцессорных связей. Эта проблема решается различными способами. В данной работе предлагается применение фильтров Блума, используемых для ускорения определения принадлежности элемента к некоторому массиву. В данной статье такие фильтры применяются для установки факта принадлежности процессора к некоторому подмножеству процессоров и определения наличия запрашиваемой процессором строки кэша в наборе. В работе подробно рассмотрены процессы записи и чтения информации в разделенных между процессорами данных, а также процесс вытеснения данных из частных кэшей. В статье показано также, каким образом удаляются из фильтров Блума адреса строк кэшей и номера процессоров. Предлагаемая в работе система позволяет существенно ускорить выполнение операций по поддержанию когерентности кэшей в МСБЧП по сравнению с обычными системами. По производительности и дополнительным аппаратно-программным затратам предлагаемая система не уступает наиболее эффективным из аналогичных систем, а на некоторых приложениях и заметно превосходит их.

Ключевые слова: многопроцессорные системы, когерентность кэшей на основе справочника, фильтр Блума.

Для цитирования: Гливенко Е. В., Фомочкина А. С., Прохорова Т. В. Идея применения степени отображения при прогнозе землетрясений // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 54–58.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-54-58
УДК 519.6

Е. В. Гливенко¹, А. С. Фомочкина^{2, 3}, Т. В. Прохорова³

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева», ² ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина»; ³ ФГБУН «Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики» РАН

ИДЕЯ ПРИМЕНЕНИЯ СТЕПЕНИ ОТОБРАЖЕНИЯ ПРИ ПРОГНОЗЕ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ

В статье рассматривается возможность построения непрерывных отображений и подсчет степени отображения применительно к прогнозу землетрясений. В начале статьи дается определение степени отображения. Затем идет описание нескольких подходов к построению возможных векторных полей. Предполагается, что неподвижной точкой данных векторных полей будет разрушительное землетрясение. В первом подходе рассматриваемые векторные поля описывают геологическое поведение Земли, а именно ее движение и плоскости разрыва в эпицентрах землетрясений. Во втором подходе связывают форшоки, то есть землетрясения, предшествующие крупному разрушительному событию. В конце статьи приведены примеры удачного и неудачного применения одного из подходов. Исследование проводилось с учетом данных о землетрясениях, взятых из каталога NEIC (National Earthquake Information Center).

Ключевые слова: векторное поле, степень отображения, прогноз землетрясений.

Для цитирования: Гливенко Е. В., Фомочкина А. С. Решение дифференциальных уравнений и систем дифференциальных уравнений с использованием многопроцессорных компьютеров // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 59–62. DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-59-62
УДК 519.6

Е. В. Гливенко¹, А. С. Фомочкина²

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева», ² ФГБОУ ВО «РГУ нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина»; ФГБУН «Институт теории прогноза землетрясений и математической геофизики» РАН

РЕШЕНИЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ И СИСТЕМ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ КОМПЬЮТЕРОВ

В статье предлагаются вычислительные методы решения дифференциальных уравнений и систем двух дифференциальных уравнений с начальными условиями. В начале статьи дается постановка задачи, затем предлагается существенное дополнение классических методов решения задачи Коши, дающее новый признак правильности оценки функции-решения. Данный признак базируется на геометрическом построении решения нескольких задач Коши, отличающихся между собой только начальными условиями. В статье приводится алгоритм построения решения на исследуемом интервале. После этого описывается возможность обобщения признака на системы двух дифференциальных уравнений, когда решением будет уже не просто функция, а функция в пространстве. Сами методы обладают свойством естественного параллелизма, то есть легко распараллеливаются, следовательно, могут эффективно задействовать многопроцессорные компьютеры.

Ключевые слова: дифференциальное уравнение, задача Коши, вычислительные методы.

Для цитирования: Алексеев Г. Г., Алексеева Е. А., Галаган П. В., Сорокин А. П., Сорокин С. А. Опыт использования аппаратной платформы «ГРИФОН» для решения акустических задач // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 63–69. DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-63-69
УДК 004.383

**Г. Г. Алексеев¹, Е. А. Алексеева¹, П. В. Галаган¹, А. П. Сорокин¹,
С. А. Сорокин¹**

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ АППАРАТНОЙ ПЛАТФОРМЫ «ГРИФОН» ДЛЯ РЕШЕНИЯ АКУСТИЧЕСКИХ ЗАДАЧ

Создание совокупности аппаратных средств вычислительной техники, связанных общностью управления и использования общесистемных ресурсов и программного обеспечения, для обработки гидроакустической информации является актуальной задачей. Это связано с дальнейшим совершенствованием характеристик вновь разрабатываемых морских аппаратов и систем. В статье рассматриваются вопросы использования элементов высокоскоростной гетерогенной вычислительной платформы «ГРИФОН» при построении специализированных вычислительных систем и реализации алгоритмов обработки гидроакустической информации. Обсуждаются потенциальные возможности аппаратуры, демонстрирующие перспективы создания вычислителей на базе аппаратной платформы «ГРИФОН» с высокими параметрами и минимальными массогабаритными характеристиками. В статье предложены варианты алгоритмов, специально предназначенных для повышения эффективности статистической обработки с учетом влияния среды распространения звука. Приведены сравнительные характеристики и возможности платформы «ГРИФОН» для создания различных спецвычислителей, как для стационарных, так и для мобильных, в том числе автономных, гидроакустических вычислительных комплексов и систем.

Ключевые слова: встраиваемые вычислители, математическое моделирование, обработка сигналов, ПЛИС, графические процессоры.

И. В. Орлов¹, С. А. Прядко²

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева», ² ФГБОУ ВО «Российский государственный университет нефти и газа (НИУ) имени И. М. Губкина»

МОДЕЛЬ АДАПТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ПРОЕКТНЫХ РАБОТ

В статье рассматривается задача планирования работ при выполнении проекта, где можно выделить несколько этапов. Допускаются зависимые этапы, выполнение которых возможно только после успешного завершения конкретного этапа или группы этапов. Предлагается подход для получения максимального среднего дохода при планировании на рассматриваемом периоде, положительный или отрицательный доход связаны с выполнением или невыполнением определенных стадий проекта. Основой подхода являются метод динамического программирования и теория марковских цепей. Описываются все переменные поставленной задачи, даются необходимые формулы и уравнения для численных расчетов на основе рекуррентного соотношения Беллмана. Обработку экспертных оценок (получение переходных вероятностей цепей Маркова) предлагается производить с помощью методов Саати. Результатом решения является выбор допустимых управлений. Управления (управленческие решения) позволяют адаптироваться к различным ситуациям, которые могут возникнуть на стадиях выполнения проектов.

Ключевые слова: модель планирования, динамическое программирование, управление, марковская цепь.

В.Г. Выскуб¹

¹ ФГБНУ «Научно-исследовательский институт – Республиканский исследовательский научно-консультационный центр экспертизы» Минобрнауки Российской Федерации

ВОЗМОЖНОСТИ И ОГРАНИЧЕНИЯ СОСТАВНЫХ СКАНАТОРОВ

Техника оптического сканирования непрерывно развивается в направлении создания новых и совершенствования существующих типов сканаторов (дефлекторов), источников излучения, методов считывания, преобразования и воспроизведения информации. Вместе с тем отсутствие универсального сканатора, способного удовлетворить различные приложения, приводит к необходимости применения составного (комбинированного) сканирования, поиска наиболее эффективного сочетания сканаторов со взаимно дополняющими характеристиками с учетом их предельных значений. Целью работы является обзор типовых составных сканаторов, применяемых в системах широкого назначения, а также анализ имеющегося опыта использования составных сканаторов. В статье рассматриваются оптические схемы современных составных сканаторов, включающие сканаторы различных принципов действия и конструктивного исполнения. Приведен анализ комбинированных устройств, в которые вошли оптико-механические, электронные, акустооптические, электрооптические сканаторы, а также микроэлектромеханические (MEMS) системы, расширяющие сферу применения средств сканирования. Рассмотрение проведено с учетом широкого набора параметров и характеристик, таких как быстродействие, разрешение, точность управления оптическим пучком, размеры сканируемого пространства и другие. Выявлены особенности и преимущества комбинированного сканирования в части динамических, точностных, спектральных, конструктивных характеристик и функциональных возможностей, а также отмечены сложности при реализации комбинированного сканирования. Среди них вопросы оптического сопряжения, динамического, алгоритмического и точностного согласования сканаторов интегрированного устройства.

Ключевые слова: составной сканатор, оптико-механический сканатор, акустооптический дефлектор, электрооптический дефлектор, магнитоэлектрический привод, MOEMS-технология, оптическое согласование, динамические характеристики.

Для цитирования: Балашов В. М., Морозов С. А., Гулевитский А. Ю. Модель повышения результативности облачных вычислений за счет использования динамических программных библиотек и сервисов прикладного функционала // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 83–88.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-83-88
УДК 004.9

В. М. Балашов¹, С. А. Морозов², А. Ю. Гулевитский²

¹ АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»», ² ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения» (ГУАП)

МОДЕЛЬ ПОВЫШЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ ЗА СЧЕТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОГРАММНЫХ БИБЛИОТЕК И СЕРВИСОВ ПРИКЛАДНОГО ФУНКЦИОНАЛА

Рассмотрены вопросы повышения эффективности деятельности органов государственного и муниципального управления за счет совершенствования программно-аппаратных комплексов центров обработки и хранения данных. Выделена необходимость создания сервисных служб, подключаемых динамически в интересах различных групп пользователей. Рассмотрены типовые иерархические структуры и перспективные топологии сетевой связи программно-аппаратных комплексов, обеспечивающие поддержку и обеспечение доступности сервисов. Предложена двухуровневая модель формирования сетевого сервиса на базе библиотеки программных функций или других программных компонент в сети программно-аппаратных комплексов центров обработки и хранения данных. Отличительной особенностью предложенного подхода к разработке и сопровождению библиотек прикладных функций и программных компонент является создание визуальных моделей разрабатываемого программного продукта на языке UML, которые обладают высокой семантической насыщенностью. Такой подход повышает степень информационного наполнения проектирования, позволяет уменьшить количество бумажной документации.

Ключевые слова: динамические программные библиотеки, сервис прикладного функционала, результативность облачных вычислений, программно-аппаратный комплекс, центр обработки и хранения данных.

Для цитирования: Минаев В. А., Королев И. Д., Мухортов В. В. Комплексная оценка устойчивости функционирования сложных технических систем в техносфере и инфосфере // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 89–94.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-89-94
УДК 004.020.021

В. А. Минаев¹, И. Д. Королев², В. В. Мухортов²

¹ Московский государственный технический университет им. Н. Э. Баумана, ² Краснодарское высшее военное училище им. генерала армии С. М. Штеменко

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СЛОЖНЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ТЕХНОСФЕРЕ И ИНФОСФЕРЕ

В статье рассматриваются вопросы комплексной оценки устойчивости функционирования сложных технических систем, функционирующих в техносфере и инфосфере. Показано, что понятие киберустойчивости, включая такие его компоненты, как кибернадежность, помехоустойчивость и киберживучесть, слабо исследованы и определены. Дано формальное определение, и введена шкала с различными градациями киберживучести. На примере робототехнических комплексов в виде беспилотных летательных аппаратов рассмотрены два варианта математических моделей оценки киберживучести. Первый вариант связан с описанием функционирования дронов в условиях компьютерных атак без систем защиты от воздействий. Второй вариант отражает функционирование дронов в условиях воздействий при наличии системы адаптивной комбинированной кибернетической защиты. В обоих вариантах рассмотрены две стратегии – при минимальных и максимальных интенсивностях воздействий на дрон. Делается вывод о том, что предложенный в статье подход позволяет проводить оценку комплексной устойчивости сложных технических систем, функционирующих в техносфере и инфосфере одновременно.

Ключевые слова: модель, оценка, киберживучесть, техносфера, инфосфера, кибернадежность, киберустойчивость, робототехнический комплекс, беспилотный летательный аппарат.

Для цитирования: Бененсон М. З., Дивин А. П. Методы построения тестового программного обеспечения многопроцессорных вычислительных систем // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 95–103.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-95-103
УДК 004.272.43

М. З. Бененсон¹, А. П. Дивин¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

МЕТОДЫ ПОСТРОЕНИЯ ТЕСТОВОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ МНОГОПРОЦЕССОРНЫХ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ

Статья посвящена различным аспектам создания тестового программного обеспечения для многопроцессорных вычислительных систем (платформ). Все более актуальной становится задача разработки эффективных тестовых проверок, позволяющих определить работоспособность и функциональные характеристики гетерогенных вычислительных систем. Для разработки тестов были использованы разнообразные инструментальные средства: кроссплатформенный компилятор QT 5.2, библиотека boost, технология CUDA, программный пакет MPICH2, библиотека QWT, командный процессор Bash. Проектирование тестового программного обеспечения велось с помощью шаблонов, разработанных с целью построения требуемой программной архитектуры. В статье описаны методы построения управляющей программы «тестовый диспетчер», которая предоставляет возможность запуска тестов в многопоточном режиме. Рассматриваются методы построения тестовых программ для проверки различных модулей гетерогенной многопроцессорной вычислительной платформы. Результаты проведенных приемосдаточных испытаний подтверждают высокую эффективность предложенных методов тестирования многопроцессорной вычислительной системы.

Ключевые слова: тесты, программное обеспечение, многопроцессорная вычислительная система, тест производительности, распараллеливание операций, характеристики вычислительных систем.

Для цитирования: Боровой И. А., Данишевский О. В., Парфенов А. В. Адаптивные алгоритмы управления интеллектуального контроллера литий-ионного накопителя электрической энергии // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 104–110. DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-104-110
УДК 621.389

И. А. Боровой¹, О. В. Данишевский², А. В. Парфенов²

¹ООО «Высокоэффективные компьютерные системы», ²АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

АДАПТИВНЫЕ АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО КОНТРОЛЛЕРА ЛИТИЙ-ИОННОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ЭНЕРГИИ

В статье дано обоснование необходимости организации системы управления современными литий-ионными аккумуляторными батареями. Описаны пассивный и активный способы балансировки ячеек. Рассмотрен метод повышения эффективности режимов накопления электрической энергии с помощью специального электронного устройства управления (интеллектуального контроллера) и ее дальнейшего использования для электропитания функциональной аппаратуры. Предоставлена структура интеллектуального контроллера в составе системы автономного электроснабжения с описанием ее основных функциональных узлов и назначения. Приведены практические результаты применения в интеллектуальном контроллере оригинальных адаптивных алгоритмов управления, определяющих режимы работы литий-ионных накопителей в зависимости от различных условий окружающей среды. Показаны результаты анализа, полученные по итогам опытной эксплуатации аккумуляторной системы, отражающие качественные и количественные преимущества предложенного метода.

Ключевые слова: литий-ионные аккумуляторы, контроллер заряда, система управления аккумуляторными батареями, адаптивный алгоритм.

Для цитирования: Бененсон М.З., Дивин А.П. Система функциональных тестов для многопроцессорной вычислительной системы // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 111–119.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-111-119
УДК 004.272.43

М.З. Бененсон¹, А.П. Дивин¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М.А. Карцева»

СИСТЕМА ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ТЕСТОВ ДЛЯ МНОГОПРОЦЕССОРНОЙ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

Статья посвящена методике построения подсистемы функциональных тестов, предназначенных для проверки комплектации аппаратуры и измерения производительности многопроцессорной вычислительной системы (платформы). Приведены алгоритмы определения комплектации системы и измерения производительности процессоров гетерогенной вычислительной системы. Для организации взаимодействия между процессорами был выбран наиболее распространенный в параллельном программировании стандарт интерфейса обмена данными – MPI. Измерение производительности выполнялось с помощью известных тестовых наборов – Intel MPI Benchmark и HPL LINPACK, которые позволяют максимально полно оценить пропускную способность коммуникационной сети и производительность модулей центральных процессоров вычислительной платформы. Получены графики пропускной способности и производительности. Рассмотрены методы измерения скорости обмена с памятью и накопителями на магнитных дисках. Для измерения производительности графических процессоров предложена оригинальная методика, основанная на распараллеливании вычислений на несколько процессоров. Приведена общая оценка максимальной производительности гетерогенной вычислительной системы. Полученные результаты подтверждают эффективность предлагаемых методов для проверки заявленных функциональных характеристик многопроцессорных вычислительных систем.

Ключевые слова: тест производительности, программное обеспечение, вычислительная система, тесты, оценка производительности, управление параллелизмом операций, характеристики вычислительных систем.

В.А. Колосов¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

ОГРАНИЧЕНИЕ ПРЕДНАМЕРЕННЫХ СИЛОВЫХ ИМПУЛЬСНЫХ ПЕРЕНАПРЯЖЕНИЙ В СЕТЯХ ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ В ЗАЩИЩЕННОМ ИСПОЛНЕНИИ

Рассмотрены требования стандартов «Автоматизированные системы в защищенном исполнении» по ограничению преднамеренных силовых перенапряжений в сетях электропитания. Стандарты распространяются на системы, предназначенные для защиты от преднамеренных воздействий на информацию в целях ее уничтожения или искажения. Выполнение требований данных стандартов должно обеспечиваться при проектировании и эксплуатации таких систем. Задачи, решаемые разработанными устройствами в виде силовых электронных модулей, значительно повышают защищенность оборудования ответственной РЭА. Основные из этих задач: ограничение сетевых импульсных перенапряжений до допустимых уровней; ограничение выходного напряжения сети до уровня не более 1,2 от номинального значения при кратности входного напряжения 1,7; индикация и дистанционная сигнализация режимов работы модулей. Показано выполнение требований стандартов модулями, разработанными в опытно-конструкторской работе по теме «Сезам».

Ключевые слова: преднамеренные силовые перенапряжения, сети электропитания, сетевые защитные модули.

Ю. Н. Либенко¹, А. В. Парфенов¹

¹ АО «Научно-исследовательский институт вычислительных комплексов им. М. А. Карцева»

СПОСОБЫ ПОВЫШЕНИЯ БЕЗОТКАЗНОСТИ ТРАКТОВ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ РАДИОЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ НАЗЕМНЫХ СТАЦИОНАРНЫХ ОБЪЕКТОВ

Современная радиоэлектронная аппаратура (РЭА) в различных областях экономической деятельности выполняет все более сложные задачи на объектах с повышенными уровнями ответственности. Данное обстоятельство увеличивает зависимость функционирования РЭА от бесперебойности подачи электроэнергии и уровня ее качества, а также от уровня отказоустойчивости важной вспомогательной части РЭА – системы электропитания (СЭП), что существенно влияет на возможность выполнения РЭА поставленных перед ней задач. Результаты анализа существующих и поиска перспективных путей обеспечения заданного уровня безотказности РЭА, связанного с проблемами ее электропитания, показывают необходимость применения комплексного подхода к выбору наиболее эффективного варианта. Он заключается в совокупной реализации процесса, обозначенного вновь введенным термином «безотказность тракта электроснабжения (ТЭ) РЭА», объединяющего бесперебойность снабжения РЭА электроэнергией установленного уровня качества и безотказность функционирования СЭП, выполняющей преобразование исходной электроэнергии к виду и значениям ее параметров, приемлемых для электропитания функциональных узлов РЭА. Способы повышения безотказности ТЭ РЭА наземных стационарных объектов рассмотрены для двух ее характерных видов – вычислительного комплекса (ВК) и телекоммуникационной системы (ТС) с электропитанием однофазным напряжением 220 В; 50 Гц и значением потребляемой мощности до 3–5 кВА. В части повышения бесперебойности электроснабжения особенностью предлагаемых решений является достижение поставленной цели путем дополнительного использования существующих ресурсов объектов установки РЭА. В отдельных случаях предусматривается также их ограниченное увеличение. Для повышения отказоустойчивости СЭП РЭА предложены: в централизованной части СЭП – применение магистрально-модульной архитектуры, выбор эффективной структуры, а также адаптивных способов и алгоритмов управления и резервирования; в распределенной части СЭП – оптимизация структуры и минимизация количества составных частей.

Ключевые слова: радиоэлектронная аппаратура, качество электроэнергии, бесперебойность электроснабжения РЭА, безотказность системы электропитания РЭА, безотказность тракта электроснабжения РЭА, силовые электромагнитные воздействия, выделенная линия электропитания.

Для цитирования: Балашова К. В., Алексеев А. Л. Оценка эффективности внедрения результатов НИОКР в наукоемкое промышленное производство // Вопросы радиоэлектроники. 2018. № 5. С. 138–143.
DOI 10.21778/2218-5453-2018-5-138-143
УДК 338.24

К. В. Балашова¹, А. Л. Алексеев²

¹ Научно-исследовательский институт «Масштаб», ² АО «Научно-производственное предприятие «Радар ммс»»

ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ВНЕДРЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ НИОКР В НАУКОЕМКОЕ ПРОМЫШЛЕННОЕ ПРОИЗВОДСТВО

Рассмотрены основные теоретические положения, определяющие роль и сущность анализа эффективности реализации результатов научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ (НИОКР) в производство наукоемкой продукции. Разработан инструментарий определения экономической эффективности внедрения результатов НИОКР в наукоемкое производство при реализации среднесрочных и долгосрочных проектов. Его сущность заключается в анализе эффективности по полным технологическим циклам создания наукоемкой продукции с использованием общих и дифференцированных дескриптивных экономико-статистических моделей расчета критериев ее оценки. Для обеспечения достоверности оценки эффективности предложено проводить сопоставимость разновременных затрат с учетом временного лага.

Ключевые слова: эффективность, оценка, НИОКР, наукоемкое производство, внедрение.

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 самцитирования 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 закрашки 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 (\cdot), при переносе формулы в качестве знака умножения следует использовать символ крест (\times).

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 сверху 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://elsevier-science.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 Math-Type), 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 (\cdot), when transferring the formula should use the cross symbol (\times) 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**.

