



Январь – февраль  
Серия “Приборостроение”

Научно-теоретический и прикладной журнал широкого профиля

Издается с 1990 г.

*Выходит один раз в два месяца*

*Журнал входит в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук, сформированный в соответствии с приказом Минобрнауки России от 25 июня 2014 г. № 793 (с изменениями, внесенными приказом Минобрнауки России от 3 июня 2015 г. № 560).*



January – February  
Series Instrument Engineering

Scientific-theoretical and applied-science journal of broad scope

Published since 1990

*Issued every two months*

## СОДЕРЖАНИЕ

### Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Семенцов С. Г., Гриднев В. Н., Сергеева Н. А. Тепловизионные методы оценки влияния температурных режимов на надежность электронной аппаратуры ..... 3

### Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности

Матвеев В. А., Маевский В. А., Асеев В. В., Ивлев А. С., Сысоев М. А. Применение объемных высокотемпературных сверхпроводников в перспективных космических системах ..... 15

### Информатика, вычислительная техника и управление

Пантелеев А. В., Пановский В. Н. Применение обобщенного инверсного интервального метода глобальной условной оптимизации в задаче поиска оптимального программного управления ..... 33

Зубов Н. Е., Микрин Е. А., Мисриханов М. Ш., Рябченко В. Н. Эквивалентность условий управляемости линейной многомерной системы и разрешимости полиномиального матричного уравнения Сильвестра ..... 51

Деменков Н. П., Мочалов И. А. Динамика нечеткой системы автоматической оптимизации ..... 59

Можаров Г. П. Сравнительный анализ адаптивных алгоритмов вейвлет-пакетов ..... 75

### Методы и системы защиты информации, информационная безопасность

Минаев В. А., Вайц Е. В., Никеров Д. В., Никонов С. А. Модель формирования простых чисел на основе симметричного представления кольцевой факторизации при отборе составных чисел ..... 89

Марков А. С., Матвеев В. А., Фадин А. А., Цирлов В. Л. Эвристический анализ безопасности программного кода .....	98
<b>Математическое и программное обеспечение вычислительных машин, комплексов и компьютерных сетей</b>	
Подольский В. Э., Попов А. Ю. Методика декомпозиции информаци- онного графа программы для организации параллельной обработки данных на ЭВМ МКОД.....	112
<b>Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ</b>	
Мурашов М. В., Панин С. Д. Особенности численного решения задачи контактного деформирования шероховатых тел в ANSYS.....	129
<b>CONTENTS</b>	
<b>Instrumentation and Methods to Control Environment, Substances, Materials, and Products</b>	
Sementsov S. G., Gridnev V. N., Sergeeva N. A. Infrared thermography methods of assessing temperature effect on reliability of electronic equipment .....	3
<b>Innovation Technologies in Aerospace Activity</b>	
Matveev V. A., Maevskiy V. A., Aseev V. V., Ivlev A. S., Sysoev M. A. Application of bulk high-temperature superconductors in advanced space systems .....	15
<b>Informatics, Computer Engineering and Control</b>	
Panteleev A. V., Panovskiy V. N. Application of the generalized inverse interval method of global constrained optimization for optimal program control problem.....	33
Zubov N. E., Mikrin E. A., Misrikhanov M. Sh., Ryab- chenko V. N. Equivalence of controllability conditions of linear multi- dimensional systems and solvability of the silvester polynomial matrix equation.....	51
Demenkov N. P., Mochalov I. A. Fuzzy system dynamics of auto- matic optimization .....	59
Mozharov G. P. Comparative analysis of adaptive wavelet-packages algorithms.....	75
<b>Methods and Systems of Information Protection, Information Security</b>	
Minaev V. A., Vayts E. V., Nikerov D. V., Nikonov S. A. The prime formation model based on the symmetric representation of ring factorization in selecting composite numbers .....	89
Markov A. S., Matveev V. A., Fadin A. A., Tsirlov V. L. Heuristic analysis of source code security .....	98
<b>Mathematical Support and Software for Computers, Computer Complexes and Networks</b>	
Podolsky V. E., Popov A. Yu. Graph decomposition for parallel data processing on MISC computer .....	112
<b>Mathematical Modelling, Numerical Methods, and Program Complexes</b>	
Murashov M. V., Panin S. D. Numerical solution features for contact deformation problem of rough bodies in ANSYS.....	129

# ПРИБОРЫ И МЕТОДЫ КОНТРОЛЯ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ВЕЩЕСТВ, МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

DOI: 10.18698/0236-3933-2016-1-3-14

УДК 658.512

## ТЕПЛОВИЗИОННЫЕ МЕТОДЫ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ РЕЖИМОВ НА НАДЕЖНОСТЬ ЭЛЕКТРОННОЙ АППАРАТУРЫ

С.Г. Семенцов, В.Н. Гриднев, Н.А. Сергеева

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, Российская Федерация  
e-mail: info@iu4.bmstu.ru

*Рассмотрены методы оценки температурных режимов и их влияние на надежность электронной аппаратуры. Проведен анализ отказов элементов, возникающих вследствие нарушения теплового режима, показаны возможные причины их возникновения. Продемонстрирована применимость методов бесконтактной тепловизионной диагностики для выявления скрытых дефектов, приводящих к нарушениям теплового режима и к параметрическим или внезапным отказам в элементах электронной аппаратуры.*

**Ключевые слова:** тепловизор, инфракрасная термография, скрытые дефекты, параметрические отказы.

## INFRARED THERMOGRAPHY METHODS OF ASSESSING TEMPERATURE EFFECT ON RELIABILITY OF ELECTRONIC EQUIPMENT

S.G. Sementsov, V.N. Gridnev, N.A. Sergeeva

Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russian Federation  
e-mail: info@iu4.bmstu.ru

*The paper discusses the methods of estimating temperature regimes and their impact on electronic devices reliability. The analysis of component failures is conducted. They occur due to violation of the thermal regime. Possible causes of their occurrences are presented. We demonstrated how the methods of non-contact thermal imaging diagnostics are used to detect latent defects that result in violations of the thermal regime as well as in parametric or sudden failures in electronic equipment components.*

**Keywords:** thermal imaging, infrared thermography, latent defects, parametric failures.

**Введение.** Надежность изделий электронной техники на уровне отдельных плат, модулей и ячеек в значительной мере определяется надежностью используемой элементной базы, т.е. электрорадиоэлементов (ЭРЭ) и режимами их работы, соблюдением технологии сборки и качеством используемых материалов. Наличие скрытых дефектов в ЭРЭ, нарушения технологии сборочных операций могут привести к