

# РАДИОТЕХНИКА

Radioengineering — XXI век

## 6 2018

### В номере:

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ  
ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ  
№ 1 (выпуск 7)

и др.



тел./факс: (495) 625-9241  
e-mail: [info@radiotec.ru](mailto:info@radiotec.ru)  
<http://www.radiotec.ru>

ПОДПИСНОЙ ИНДЕКС 70775 В КАТАЛОГЕ АГЕНТСТВА «РОСПЕЧАТЬ»: ГАЗЕТЫ И ЖУРНАЛЫ





# РАДИОТЕХНИКА

Включен в перечень ВАК XXI век

Radioengineering

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Л.П. Андрианова, д.т.н., проф. П.А.Бакулев, д.ф.-м.н., проф. О.В. Бецкий, д.т.н., проф. А.В. Богословский, д.т.н., проф. А.Л. Бузов, д.т.н., проф. С.А. Букашкин, д.т.н., проф. Р.П. Быстров, чл.-корр. РАН В.С. Верба, д.т.н., проф. В.В. Витязев, д.т.н., проф. Э.А. Засовин, д.т.н., доцент А.В. Иванов, д.т.н., проф. Ю.Л. Козирацкий, д.ф.-м.н., проф. А.Г. Козорезов (Великобритания), к.ф.-м.н., с.н.с. В.В. Колесов (зам. главного редактора), д.ф.-м.н., проф. И.Н. Компанец, д.т.н., проф. Г.С. Кондратенков, д.т.н., проф. А.В. Коренной, д.ф.-м.н., проф. Б.Г. Кутуза, д.т.н., проф. В.И. Меркулов, д.т.н., проф. В.П. Мешанов, д.т.н., проф. В.А. Обуховец, д.т.н., проф. А.И. Перов, д.ф.-м.н. В.П. Плесский (Швейцария), д.ф.-м.н., проф. В.В. Проклов, акад. РАН В.И. Пустовойт, д.т.н., проф. В.Г. Радзиевский, д.т.н., проф. Е.М. Сухарев, д.т.н., проф. Е.Ф. Толстов, д.т.н., проф. В.Н. Ушаков, д.т.н., проф. В.Е. Фарбер, акад. РАН И.Б. Фёдоров, д.т.н., проф. В.А. Цимбал, д.т.н., проф. Ю.С. Шинаков, в.н.с. Энрико Верона (Италия), д.т.н., проф. С.В. Ягольников, д.т.н., проф. М.С. Ярлыков.

Главный редактор  
академик РАН  
Ю. В. Гуляев

## EDITORIAL BOARD:

L.P. Andrianova, Academician RAS I.B. Fedorov, Academician RAS V.I. Pustovoit, Dr.Sc. (Eng.), Corresponding Member RAS V.S. Verba, Prof. P.A. Bakulev, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. O.V. Betskii, Dr.Sc. (Eng.), Prof. A.V. Bogoslovskii, Dr.Sc. (Eng.), Prof. A.L. Buzov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. S.A. Bukashkin, Dr.Sc. (Eng.), Prof. R.P. Bystrov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.Ye. Farber, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. I.N. Kompanets, Dr.Sc. (Eng.), Prof. G.S. Kondratenkov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. A.V. Korennoi, Dr.Sc. (Eng.), Prof. Yu.L. Koziratskii, Dr. Sc. (Phys.-Math), Prof. A.G. Kozorozov (Great Britain), Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. B.G. Kutuza, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.I. Merkulov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.P. Meshchanov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.A. Obukhovets, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.P. Plessky (Switzerland), Dr.Sc. (Eng.), Prof. A.I. Perov, Dr.Sc. (Phys.-Math.), Prof. V.V. Proklov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.G. Radzievskii, Dr.Sc. (Eng.), Prof. Yu.S. Shinakov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. Ye.M. Sukharev, Dr.Sc. (Eng.), Prof. Ye.F. Tolstov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.A. Tsimbal, Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.N. Ushakov, Dr.Sc. (Eng.), Dr.Sc. (Eng.), Dr.Sc. (Eng.), Prof. V.V. Vityazev, Dr.Sc. (Eng.), Prof. S.V. Yagolnikov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. M.S. Yarlykov, Dr.Sc. (Eng.), Prof. E.A. Zasovin, Dr.Sc. (Eng.), Associate Prof. A.V. Ivanov, associate researcher Enrico Verona (Italy), Ph.D. (Phys.-Math.), Senior Research Scientist V.V. Kolesov (Deputy Editor).

Editor-in-Chief,  
Academician RAS,  
Yu.V. Gulyaev

## Содержание

№ 6 июнь 2018 г.

### МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИНФОКОММУНИКАЦИОННЫХ СИСТЕМ

(Редакторы выпуска – д.т.н., проф. К.К. Васильев и д.т.н., проф. Н.Г. Ярушкина)

#### Статистический синтез и анализ инфокоммуникационных систем

- Дважды стохастические модели цилиндрических изображений  
Крашенинников В.Р., Субботин А.Ю. 5
- Оптимизация оценивания взаимной информации двух изображений  
Сафина Г.Л., Ташлинский А.Г., Царев М.Г. 9
- Псевдоградиентный алгоритм оценивания параметров привязки изображений на основе взаимной информации  
Ташлинский А.Г., Воронов С.В., Жукова А.В. 14
- Эффективность фильтрации случайных полей с кратными корнями характеристических уравнений  
Васильев К.К., Андриянов Н.А., Абдулкадим Х.А. 20
- Обработка пространственно-неоднородных изображений с помощью дважды стохастического фильтра  
Дементьев В.Е. 24





|  |    |
|--|----|
| Применение сверточных нейронных сетей для тематического картографирования последовательностей спутниковых многозональных изображений<br>Дементьев В.Е., Кондратьев Д.С., Френкель А.Г. | 29 |
| Выделение на металлографических изображениях малоуглеродистой стали зерен перлита<br>Магдеев Р.Г., Ташлинский А.Г.   | 33 |
| Минимизация объема памяти когнитивной карты декодера в системе поиска эквивалентных кодов<br>Гладких А.А., Пчелин Н.А., Шахтанов С.В.  | 38 |
| Анализ эффективности бэггинга для бинарной классификации при технической диагностике<br>Кувайскова Ю.Е., Клячкин В.Н.  | 42 |
| Диагностика технического состояния аппаратуры с использованием агрегированных классификаторов<br>Клячкин В.Н., Кувайскова Ю.Е., Жуков Д.А.   | 46 |

## Системы автоматизации проектирования

|   |    |
|---|----|
| Исследование точности алгоритма восстановления данных на основе нечеткой кластеризации<br>Афанасьева Т.В., Сибирев И.В.   | 50 |
| Использование нейронной сети для выбора методов прогнозирования временного ряда в гибридной комбинированной модели<br>Яшин Д.В., Эгов Е.Н.  | 54 |
| Подход к трансформации кластерного дерева признаков в векторное пространство признаков<br>Дударин П.В., Ярушкина Н.Г.   | 63 |
| Разработка программной системы семантического анализа контента социальных медиа<br>Ярушкина Н.Г., Мошкин В.С., Филиппов А.А., Гуськов Г.Ю., Романов А.А., Наместников А.М.                          | 73 |
| Структурно-семантическое представление конструкторских решений в САПР<br>Цыганков Д.Э., Похилько А.Ф.   | 80 |
| Контроль и анализ денотативных и сигнификативных семантических ошибок диаграмматических моделей потоков работ в проектировании автоматизированных систем<br>Афанасьев А.Н., Войт Н.Н., Уханова М.Е. | 84 |
| Виртуальный полигон зенитных комплексов<br>Афанасьев А.Н., Гульшин В.А., Канев Д.С., Войт Н.Н.  | 93 |

## Измерительные и диагностические методы и комплексы

|  |     |
|--|-----|
| Измерительный комплекс для контроля характеристик submodule выходных усилителей мощности приемопередающих модулей АФАР X-диапазона<br>Тарасов Р.Г., Сергеев В.А. | 98  |
| Релаксационные излучательные процессы в тонкопленочных электролюминесцентных структурах<br>Самохвалов М.К.   | 103 |

## СИНТЕЗ И АНАЛИЗ РАДИОТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМ И УСТРОЙСТВ

|   |     |
|---|-----|
| Современные средства высокоточного измерения разности потенциалов между узлами электрической цепи<br>Аракчеев П.В., Безделов В.Л., Бурый Е.В., Ефремов И.А., Орлов Н.Е. | 109 |
|---|-----|

## МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В РАДИОТЕХНИКЕ

|  |     |
|--|-----|
| Оптимальный прием радиосигнала с квадратурной фазовой модуляцией с временным сдвигом<br>Симонгауз В.И. | 113 |
|--|-----|

## АЛГОРИТМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ: ПЕРЕДАЧА, ПРИЕМ И ОБРАБОТКА СИГНАЛОВ

|   |     |
|---|-----|
| Робастный подход при синтезе адаптивных блоков нелинейного преобразования с учетом конечного отношения сигнал/помеха на входе<br>Артюшенко В.М., Воловач В.И. | 129 |
|---|-----|