

Датчики и Системы

4 • 2016



SENSORS & SYSTEMS

УЧРЕДИТЕЛИ

ФГБУ науки
Институт проблем управления
им. В. А. Трапезникова РАН,
НП "Национальная технологическая
палата",
ООО "Сенсидат-Плюс" (издатель)

Гл. редактор	Ф. Ф. Пашенко
Зам. гл. редактора	Н. Н. Кузнецова
Зам. гл. редактора	А. Ф. Каперко
Гл. редактор ИКА	В. Ю. Кнеллер
Отв. секретарь	Г. М. Баранова
Выпускающий редактор	С. В. Суханова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Р. Р. Бабаян, д. т. н., проф.,
Г. М. Баранова,
С. Н. Васильев, акад. РАН,
Г. И. Джанджгава, д. т. н., проф.,
А. Н. Житков, к. т. н., доц.,
Э. Л. Ицкович, д. т. н., проф.,
С. И. Касаткин, д. т. н., проф.,
А. М. Касимов, д. т. н.,
А. Ф. Каперко, д. т. н., проф.,
В. Ю. Кнеллер, д. т. н., проф.,
Л. Н. Коломиец, к. т. н.,
Н. Н. Кузнецова,
Б. В. Лункин, к. т. н.,
В. П. Морозов, д. т. н.,
Д. А. Новиков, чл.-корр. РАН,
П. П. Пархоменко, чл.-корр. РАН,
Ф. Ф. Пашенко, д. т. н., проф.,
Г. А. Пикина, д. т. н., проф.,
Б. И. Подлепецкий, к. т. н., доц.,
В. В. Поляков,
Н. Л. Прохоров, д. т. н., проф.,
О. С. Сироткин, чл.-корр. РАН,
В. А. Шахнов, чл.-корр. РАН,
М. С. Шкабардия, д. т. н., проф.,
И. Б. Ядыкин, д. т. н., проф.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ РЕДСОВЕТЫ

(руководители)

Санкт-Петербург
В. Г. Кнорринг, д. т. н., проф. — (812) 297-60-01
Нижегород
С. М. Никулин, д. т. н., проф. — (831) 436-78-40
Екатеринбург
С. В. Поршнев, д. т. н., проф. — (343) 375-97-79
Новосибирск
Ю. В. Чугуй, д. т. н., проф. — (383-3) 33-73-60
Красноярск
В. Г. Паюков, д. т. н., проф. — (391-2) 912-279
Бийск
Ю. А. Галенко, д. т. н., проф. — (3854) 43-25-69
В. А. Абанин, д. т. н., проф. (3854) 43-25-71
Пенза
М. А. Щербаков, д. т. н., проф. — (841-2) 56-37-08
Рязань
С. Н. Кириллов, д. т. н., проф. — (491-2) 92-04-55
Ульяновск
Н. Г. Ярушкина, д. т. н., проф. — (842-2) 43-03-22
Ижевск
В. А. Алексеев, д. т. н., проф. — (341-2) 21-29-33
Оренбург
М. Г. Кучеренко, д. т. н., проф. — (353-2) 77-34-19
Владимир
В. Н. Устюжанинов, д. т. н., проф. —
(492-2) 33-59-67
Тула
В. Я. Распопов, д. т. н., проф. — (487-2) 35-19-59
Воронеж
В. К. Битюков, д. т. н., проф. — (473-2) 55-36-94
Курск
В. С. Титов, д. т. н., проф. — (471-2) 58-71-12
Тамбов
С. В. Мищенко, д. т. н., проф. — (475-2) 72-10-19
Астрахань
И. Ю. Петрова, д. т. н., проф. — (851-2) 25-73-11
Минск
И. С. Манак, к. ф.-м. н. — (417) 278-13-13
Уфа
В. Г. Гусев, д. т. н., проф. — (347-2) 23-77-89

СОДЕРЖАНИЕ

Представляет кафедра микро- и нанoeлектроники НИЯУ МИФИ

Бочаров Ю. И., Бутузov В. А., Симаков А. Б. Комплект интегральных микросхем для сбора данных с матриц кремниевых фотоэлектронных умножителей	4
Симаков А. Б., Онищенко Е. М., Журавлев Б. В. и др. Аппаратно-программный комплекс для исследования индивидуального влияния СВЧ-излучения на кардиоритмику человека	9
Шунков В. Е., Кусь О. Н., Прокопьев В. Ю. и др. Интегральный многофазный преобразователь постоянного напряжения на переключаемых конденсаторах	15
Шагурин И. И., Жихарев Г. Ю. Высокопроизводительные криптоблоки для использования в составе "систем на кристалле"	21
Веселов Д. С., Воронов Ю. А. Особенности применения жидкостного травления кремния в технологии изготовления МЭМС-структур	26
Веселов Д. С., Воронов Ю. А. Теплоизолирующие свойства диэлектрических мембранных конструкций чувствительных элементов датчиков концентрации газов	29
Самотаев Н. Н. Микромощные нагреватели для термоконтдуктометрических датчиков	33
Самотаев Н. Н., Облов К. Ю., Иванова А. В. и др. Экономичная технология формирования металлических слоев на керамических пленках для газочувствительных датчиков	36
Шалтаева Ю. Р., Макарова Н. В., Першенков В. С. и др. Использование охранного воздушного потока в спектрометре ионной подвижности для повышения качества измерений	40
Липатов Д. Ю., Родионов А. А., Шалтаева Ю. Р. и др. Сорбционные свойства материалов входного канала спектрометра ионной подвижности	45
Шуренков В. В. Действие СВЧ-излучения на характеристики полупроводниковых диодов	50
Барбашов В. М., Подлепецкий Б. И., Трушкин Н. С. Моделирование радиационной надежности цифровых устройств на функционально-логическом уровне	54
Елушов И. В., Зебрев Г. И., Лебедев А. А. Моделирование радиационной чувствительности биполярных ИМС с учетом изменчивости условий космического окружения	58
Орешков П. Н., Попов В. Д. Прогнозирование вероятности отказа flash-памяти при низкоинтенсивном облучении	61
Подлепецкий Б. И., Бакеренков А. С., Сухорослова Ю. В. Методика моделирования радиационной чувствительности МДП-транзисторных элементов датчиков	64
Фелицын В. А., Бакеренков А. С., Родин А. С. и др. Исследование скорости радиационной деградации кремниевых и SiGe биполярных транзисторов	70
Родин А. С., Бакеренков А. С., Фелицын В. А. и др. Схемотехнические методы повышения радиационной стойкости отражателей тока операционных усилителей	73
ИЗМЕРЕНИЯ, КОНТРОЛЬ, АВТОМАТИЗАЦИЯ (журнал в журнале)	
Лапшинский В. А. На пути к интеллектуальным микросхемам памяти	77
Конференции, симпозиумы, семинары (июнь—декабрь 2016 г.)	84

Журнал включен в Перечень ведущих рецензируемых изданий ВАК и в RSCI на базе Web of Science

Подписные индексы: 79363 в каталоге Роспечати; 40874 в каталоге "Пресса России"
АДРЕС РЕДАКЦИИ: 117997, ГСП-7, Москва, ул. Профсоюзная, 65, к. 383. Тел./факс: (495) 330-42-66
www.datsys.ru. E-mail: datsys@mail.ru

Оригинал-макет и электронная версия подготовлены ИП Прохоров О. В.
Отпечатано в типографии "Техинпресс". Заказ 37/05. Подписано в печать 15.04.2016.
Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 26.12.2013.
ПИ № ФС 77-56548
Журнал включен в Российский индекс научного цитирования (РИНЦ). На сайте Научной электронной библиотеки (www.elibrary.ru) доступны полные тексты статей.

FOUNDERS

V. A. Trapeznikov Institute of Control Sciences,
Russian Academy of Sciences,
Non-commercial partnership
“National technological house”,
LLC “Sensidat-Plus” (publisher)

Editor-in-Chief **Pashchenko, F. F.**
Deputy Editor-in-Chief **Kuznetsova, N. N.**
Deputy Editor-in-Chief **Kaperko, A. F.**
Editor-in-Chief of MCA **Kneller, V. Yu.**
Executive Secretary **Baranova, G. M.**
Managing editor **Sukhanova S. V.**

EDITORIAL BOARD

Babayan R. R., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Baranova G. M.,
Vasilyev S. N., Acad., RAS,
Dzhandzhgava G. I., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Zhitkov A. N., Ph. D. (Tech.), Assoc. Prof.,
Itskovich E. L., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Kasatkin S. I., D. Sc. (Tech.), prof.,
Kasimov A. M., D. Sc. (Tech.),
Kaperko A. F., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Kneller V. Yu., Prof., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Kolomiets L. N., Ph. D. (Tech.),
Kuznetsova N. N.,
Lunkin B. V., Ph. D. (Tech.),
Morozov V. P., D. Sc. (Tech.),
Novikov D. A., Corr. mem., RAS,
Parkhomenko P. P., Corr. mem., RAS,
Pashchenko, F. F., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Pikina G. A., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Podlepetskiy B. I., Ph. D. (Tech.), Assoc. Prof.,
Polyakov V. V.,
Prokhorov N. L., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Sirotkin O. S., Corr. mem., RAS,
Shakhnov V. A., Corr. mem., RAS,
Shkabardnya M. S., D. Sc. (Tech.), Prof.,
Yadykin I. B., D. Sc. (Tech.), Prof.

REGIONAL EDITORIAL COUNCILS

(leaders)

Saint-Petersburg

Knorring, V. G., D. Sc. (Tech.), Prof. — (812) 297-60-01

Nizhny Novgorod

Nikulin, S. M., D. Sc. (Tech.), Prof. — (831) 436-78-40

Ekaterinburg

Porshnev, S. V., D. Sc. (Tech.), Prof. — (343) 375-97-79

Novosibirsk

Chuguy, Yu. V., D. Sc. (Tech.) — (383-3) 33-73-60

Krasnoyarsk

Patyukov, V. G., D. Sc. (Tech.), Prof. — (391-2) 912-279

Biysk

Galenko, Yu. A., Dr. Sci. (Tech.) — (3854) 43-25-69

Abanin, V. A., D. Sc. (Tech.) — (3854) 43-25-71

Penza

Shcherbakov, M. A., D. Sc. (Tech.), Prof. —
(841-2) 56-37-08

Ryazan

Kirillov, S. N., D. Sc. (Tech.), Prof. — (491-2) 92-04-55

Ulyanovsk

Yarushina, N. G., D. Sc. (Tech.), Prof. —

(842-2) 43-03-22

Izhevsk

Alekseev, V. A., Dr. D. Sc. (Tech.), Prof. —

(341-2) 21-29-33

Orenburg

Kucherenko, M. G., D. Sc. (Phys.-Math.), Prof. —

(353-2) 77-34-19

Vladimir

Ustyuzhaninov, V. N., D. Sc. (Tech.), Prof. —

(492-2) 33-59-67

Tula

Raspopov, V. Ya., D. Sc. (Tech.), Prof. —

(487-2) 35-19-59

Voronezh

Bityukov, V. K., D. Sc. (Tech.), Prof. — (473-2) 55-36-94

Kursk

Titov, V. S., D. Sc. (Tech.), Prof. — (471-2) 58-71-12

Tambov

Mishchenko, S. V., D. Sc. (Tech.), Prof. —

(475-2) 72-10-19

Astrakhan

Petrova, I. Yu., D. Sc. (Tech.), Prof. — (851-2) 25-73-11

Minsk

Manak, I. S., Ph. D. (Phys.-Math.), Assoc. Prof. —

(417) 278-13-13

Ufa

Gusev, V. G., D. Sc. (Tech.), Prof. — (347-2) 23-77-89

CONTENT

Department of micro- and nanoelectronics of MEPhI presents

Bocharov Yu. I., Butuzov V. A., Simakov A. B. A chipset for readout and analog to digital conversion of signals of silicon photomultiplier arrays	4
Simakov A. B., Onishhenko E. M., Zhuravlev Boris V., et al. Hard-software complex for research of microwave individual affect on human heart rate variability	9
Shunkov V. E., Kus O. N., Prokop'ev V. Yu., et al. Switch Capacitor based multiphase DC/DC converter	15
Shagurin I. I., Zhiharev G. Yu. High-performance cryptoblocks for using in “systems on chip”	21
Veselov D. S., Voronov Yu. A. Features of silicon wet etching for MEMS structures manufacturing technology	26
Veselov D. S., Voronov Yu. A. Heat-insulating properties of dielectric membrane structures for gas sensors sensitive elements	29
Samotaev N. N. Microhotplate for thermal conductivity sensor	33
Samotaev N. N., Oblov K. Yu., Ivanova A. V., et al. Efficient technology for the metal layers formation on ceramic films for gas-sensing sensors	36
Shaltaeva Yu. R., Makarova N. V., Pershenkov V. S., et al. The protective gas flow for measurements improvement in ion mobility spectrometry	40
Lipatov D. Yu., Rodionov A. A., Shaltaeva Yu. R., et al. The inlet channel materialsorbption properties in ion mobility spectrometry	45
Shurenkov V. V. Microwave electromagnetic radiation effects on semiconductor diodes	50
Barbashov V. M., Podlepetsky B. I., Trushkin N. S. Radiation reliability assessment of digital integrated circuits by the functional-logic level simulation	54
Elushov I. V., Zebrev G. I., Lebedev A. A. Bipolar IC radiation response modelling under cosmic environment variability	58
Oreshkov P. N., Popov V. D. Forecasting of probability of refusal of flash-memory at low intensive irradiation	61
Podlepetsky B. I., Bakerenkov A. S., Sukhoroslova Yu. V. Radiation sensitivity modeling technique of sensor MIS-transistor elements	64
Felitsyn V. A., Bakerenkov A. S., Rodin A. S., et al. Radiation degradation rate investigation of silicon and heterojunction SiGe bipolar transistors	70
Rodin A. S., Bakerenkov A. S., Felitsyn V. A., et al. Schematic techniques for radiation hardness improvement of current mirrors of operational amplifiers	73

MEASUREMENT, CONTROL, AUTOMATION (Journal in journal)

Lapshisky V. A. In the fair way to the smart and intelligent memory chips	77
Conferences, symposiums, seminars (June—December 2016)	84

The journal is included into the list of the leading reviewed by Higher Attestation Commission’s periodicals, publishing basic results of doctoral and candidate dissertations (2015) and into RSCI based on Web of Science (2015).

Subscription codes: 79363 in the Russian press catalogue; 40874 in the catalogue “The Press of Russia”

EDITORIAL ADDRESS: 65 Profsoyuznaya st., office 383, Moscow, 117997. Tel./fax: (495) 330-42-66
www.datsys.ru E-mail: datsys@mail.ru

The layout and the electronic version are prepared by IE Prokhorov O. V.
Printed by “Tekhinpress” print house Order 37/05. Signed for press on 15.04.16.

The journal is registered in the Federal service for supervision in the sphere of communication and mass communications 26.12.2013. PI № FS 77-56548

The journal is included into the Russian Science Citation Index (RSCI in Web of Science). On the website of the Scientific electronic library (www.elibrary.ru) articles’ full-texts are available.