

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 **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. Джанджава, д. т. н., проф.,  
Е. Л. Ерёмин, д. т. н., проф.,  
А. Н. Житков, к. т. н., доц.,  
Э. Л. Ицкович, д. т. н., проф.,  
А. А. Ищенко, к. э. н.,  
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.,  
Б. В. Лункин, к. т. н.,  
В. П. Мешалкин, акад. РАН,  
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.,  
А. Ф. Пашенко, к. т. н.,  
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,  
Кукджин Чун, д. т. н., проф.,  
В. А. Шахнов, чл.-корр. РАН,  
М. С. Шкабардина, 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

Нижний Новгород

С. М. Никулин, д. т. н., проф. — (831) 436-78-40

Екатеринбург

С. В. Поршнева, д. т. н., проф. — (343) 375-97-79

Новосибирск

Ю. В. Чугуй, д. т. н., проф. — (383-3) 33-73-60

Красноярск

В. Г. Патюков, 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. Шербаков, 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

Липецк

Ю. И. Кудинов, д. т. н., проф. — (4742) 32-80-53

Астрахань

И. Ю. Петрова, д. т. н., проф. — (851-2) 25-73-11

Минск

И. С. Манах, к. ф.-м. н. — (417) 278-13-13

Уфа

А. И. Гулин, д. т. н., проф. — (347-2) 43-14-70

# ДАТЧИКИ и СИСТЕМЫ

№ 1 (254)

ЯНВАРЬ—  
ФЕВРАЛЬ  
2021

## СОДЕРЖАНИЕ

### МОДЕЛИРОВАНИЕ, КОНСТРУИРОВАНИЕ И ПРОИЗВОДСТВО ДАТЧИКОВ, ПРИБОРОВ И СИСТЕМ

*Представляет Московский государственный технический  
университет им. Н. Э. Баумана*

- Гладких А. А., Комахин М. О., Узеньков Д. А. Динамическая модификация  
внутреннего программного обеспечения встраиваемых устройств для реше-  
ния задач обратной разработки ..... 3
- Ахметов Н. Р., Власов А. И., Димитров Д. А. и др. Перспективная элемент-  
ная база для смарт-систем в условиях цифровой трансформации промыш-  
ленности ..... 9
- Хальзев С. Е., Власов А. И., Шахнов В. А. Использование языка диаграмм  
xtUML для высокоуровневого проектирования цифровой компонентной  
базы ..... 18
- Затекин Д. В., Юдин А. В. Проектирование технических систем: отладка  
системы навигации мобильного робота на визуальной модели ..... 25
- Ечеистов В. В., Зверев А. В., Рыжков В. В. и др. Прецизионная автоматизи-  
рованная система поддержания давления для микрофлюидной лаборатории  
на чипе ..... 34
- Самман А., Шахнов В. А. Постинсультная реабилитация функции руки на  
основе биологической обратной связи электромиографии (БОС-ЭМГ) .... 42

*Поздравляем юбиляра!*

Вадим Анатольевич Шахнов — 80 ..... 47

### Информационные и управляющие системы

- Еремин Е. Л., Никифорова Л. В., Шеленок Е. А. Система комбинированно-  
го нелинейного управления структурно-параметрически неопределенным  
неаффинным объектом с запаздыванием по состоянию и запаздыванием  
нейтрального типа ..... 50

### Логическое управление пневматическими системами

- Балабанов А. В., Касимов А. М., Фатеев В. Я. Разработка и изготовление  
экспериментального образца семикаскадного микроструйного генератора ... 59

### Цифровые технологии в дискретном производстве

- Аристова Н. И., Чадеев В. М. Метод быстрого оценивания технологичности  
конструкции изделия с учетом вероятностей качественной работы автоматизи-  
рованных средств производства ..... 65

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) 198-17-20 доб. 11-60  
www.datssys.ru. E-mail: datssys@mail.ru

Оригинал-макет и электронная версия подготовлены ИП Кищенко Т. В.

Отпечатано в типографии ООО “Авансд Солюшнз”. Заказ ds121. Подписано в печать 11.08.2021.

Журнал перерегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи и массовых коммуникаций 26.12.2013.

ПИ № ФС 77-56548. ISSN 1992-7185

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 **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,  
Dzhandzhigava G. I., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Eremin E. L., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Zhitkov A. N., Ph. D. (Tech.), Assoc. Prof.,  
Itskovich E. L., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Ishchenko A. A., Ph. D.,  
Kasatkin S. I., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Kasimov A. M., D. Sc. (Tech.),  
Kaperko A. F., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Kneller V. Yu., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Lunkin B. V., Ph. D. (Tech.),  
Meshalkin V. P., Acad., RAS,  
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.,  
Pashchenko A. F., Ph. D. (Tech.),  
Pikina G. A., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Podlepetskiy B. I., Ph. D. (Tech.),  
Polyakov V. V.,  
Prokhorov N. L., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Chun Kukjin, D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Sirotkin O. S., Corr. mem., RAS,  
Shakhnov V. A., Corr. mem., RAS,  
Shkabaridnya M. S., D. Sc. (Tech.), Prof.,  
Yadykin I. B., D. Sc. (Tech.), Prof.

REGIONAL EDITORIAL COUNCILS

(leaders)

**Saint-Petersburg**  
Knorrin, V. G., D. Sc. (Tech.), Prof. — (812) 297-60-01  
**Nizhny Novgorod**  
Nikulina, 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  
**Lipetsk**  
Kudinov, Yu. I., D. Sc. (Tech.), Prof. —  
(4742) 32-80-53  
**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**  
Gulin, A. I., D. Sc. (Tech.), Prof. — (347-2) 43-14-70

# SENSORS and SYSTEMS

№ 1 (254)

JANUARY—  
FEBRUARY  
2021

## CONTENT

### MODELING, DESIGN AND PRODUCTION OF SENSORS, INSTRUMENTS AND SYSTEMS

*Bauman Moscow State Technical University present*

- Gladkikh A. A., Komakhin M. O., Uzenkov D. A.** Hierarchical pyramidal subsampling in deep convolutional networks to recognize visual appearances . . . . . 3
- Akhmetov N. R., Vlasov A. I., Dimitrov D. A., et al.** A promising element base for smart systems in a digital transformation of industry . . . . . 9
- Khalzev S. E., Vlasov A. I., Shakhnov V. A.** Using the xtUML diagram language for high-level design of a digital component base . . . . . 18
- Zatekin D. V., Yudin A. V.** Engineering of technical systems: debugging of mobile robot navigation system on visual model . . . . . 25
- Echeistov V. V., Zverev A. V., Ryzhkov V. V., et al.** Automated pressure maintenance system for microfluidic lab-on-chip . . . . . 34
- Samman A., Shakhnov V. A.** Rehabilitation of hand function after stroke based on electromyography biofeedback (EMG-BF) . . . . . 42

### *Congratulation on anniversary!*

- Vadim A. Shakhnov** — 80 . . . . . 47

### *Information and Control Systems*

- Eremin E. L., Nikiforova L. V., Shelenok E. A.** Combined nonlinear control system for structurally and parametrically undefined non-affine plant with state delay and neutral type delay . . . . . 50

### *Logic control of pneumatic systems*

- Balabanov A. V., Kasimov A. M., Fateev V. Ya.** Development and Manufacturing of Experimental Model of Seven-Stage Microfluidic Generator . . . . . 59

### *Digitalisation in discrete manufacturing*

- Aristova N. I., Chadeev V. M.** A method for rapid assessment of the manufacturability of a product design, taking into account the probabilities of high-quality operation of automated means of production . . . . . 65

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) 198-17-20 \* 11-60  
www.datsys.ru E-mail: datsys@mail.ru

The layout and the electronic version are prepared by IE Kishenkova T. V.

Printed by Agency "Advanced Solutions". Order ds121. Signed for press on 11.08.2021.

The journal is reregistered in the Federal service for supervision in the sphere of communication and mass communications 26.12.2013. PI № FS 77-56548. ISSN 1992-7185

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.