

# П Р И К Л А Д Н А Я ИНФОРМАТИК@

научно-практический  
журнал

Том 18. №3. 2023

Май–Июнь

Сквозной номер выпуска – 105

Университет «Синергия»

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-3

Научно-практический журнал «Прикладная информатика»

Журнал включен в Перечень ведущих периодических изданий, рекомендованных ВАК для публикации результатов диссертационных исследований

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

### Главный редактор

**Дли М. И.**, докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой ИТЭУ, зам. директора филиала НИУ «МЭИ», г. Смоленск

### Сопредседатели редакционного совета

**Рубин Ю. Б.**, докт. экон. наук, профессор, чл.-корр. РАО, зав. кафедрой предпринимательства и конкуренции, Университет «Синергия», г. Москва

**Мешалкин В. П.**, докт. техн. наук, профессор, академик РАН, директор Международного института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики, РХТУ им. Д. И. Менделеева, г. Москва

### Члены редакционного совета

**Батыршин И. З.**, д-р, профессор, Мексиканский нефтяной институт, приглашенный профессор Исследовательского вычислительного центра Национального политехнического института Мексики, г. Мехико, Мексика

**Борисов В. В.**, докт. техн. наук, профессор, кафедра вычислительной техники, филиал Национального исследовательского университета «МЭИ», г. Смоленск

**Брекис Эд.**, д-р, ассоциированный профессор, зав. кафедрой эконометрики и бизнес-информатики, Латвийский университет, г. Рига, Латвия

**Волкова В. Н.**, докт. экон. наук, профессор, Институт компьютерных наук и технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург

**Козлов В. Н.**, докт. техн. наук, профессор, Институт компьютерных наук и технологий, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, г. Санкт-Петербург

**Краковский Ю. М.**, докт. техн. наук, профессор, кафедра информационных систем и защиты информации, Иркутский государственный университет путей сообщения, г. Иркутск

**Крейнович В. Я.**, д-р, профессор Университета Техаса, г. Эль-Пасо, США

**Пецольдт К.**, д-р, профессор, проректор по международному сотрудничеству с Восточной Европой, Технологический университет, г. Ильменау, Германия

**Росс Г. В.**, докт. техн. наук, докт. экон. наук, профессор, академик РАН, научная лаборатория семантического анализа и интеграции, Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова, г. Москва

**Стоянова О. В.**, докт. техн. наук, профессор, зав. кафедрой информационных систем в экономике, СПбГУ, г. Санкт-Петербург

**Сухомлин В. А.**, докт. техн. наук, профессор, зав. лабораторией открытых информационных технологий, факультет ВМК, МГУ имени М. В. Ломоносова, г. Москва

**Халин В. Г.**, докт. экон. наук, профессор, кафедра информационных систем в экономике, экономический факультет СПбГУ, г. Санкт-Петербург

**Шорилов А. Ф.**, докт. физ.-мат. наук, профессор, ведущий научный сотрудник, Институт экономики УрО РАН, г. Екатеринбург

**Штельцер Д.**, д-р, rer. pol., профессор, глава департамента информации и управления знаниями, Технологический университет, г. Ильменау, Тюрингия, Германия

**Юсупов Р. М.**, докт. техн. наук, профессор, чл.-корр. РАН, научный руководитель Санкт-Петербургского института информатики и автоматизации РАН, президент Национального общества имитационного моделирования «НОИМ», г. Санкт-Петербург

### Заместители главного редактора

**Прокимов Н. Н.**, канд. техн. наук, доцент, департамент цифровой экономики, Университет «Синергия», г. Москва

**Власова Е. А.**, научная редакция Университета «Синергия», г. Москва

Журнал выходит с 2006 г. Периодичность издания – 6 раз в год.

Журнал индексируется в российских и зарубежных базах научной периодики  
eLIBRARY (РИНЦ), Russian Science Citation Index (RSCI) на платформе Web of Science,  
ВИНИТИ, Ulrich's Periodicals Directory

Учредитель и издатель: Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования Университет «Синергия»

Адрес редакции и издателя:

129090, Москва, ул. Мещанская, д. 9/14, стр. 1 (юр.д.)

125315, Москва, Ленинградский пр-т, д. 80Б, корпус 3

Тел.: +7 (495) 987-43-74 (доб. 33-04); e-mail: evlasova@synergy.ru; www.appliedinformatics.ru

© Университет «Синергия»

# Journal of Applied INFORM@TICS

Peer-reviewed scientific journal

**Vol.18. No.3. 2023**

**May–June**

Continuous issue — 105

Synergy University

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2023-18-3

Peer-reviewed scientific journal "Journal of Applied Informatics"

## EDITORIAL BOARD

### Editor-in-Chief

**M. Dli**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of ITEM Chair, Deputy Director of the National Research University MPEI Branch, the city of Smolensk

### Co-Chairs of the Editorial Board

**Yu. Rubin**, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Corresponding Member of the Russian Education Academy, Head of Entrepreneurship and Competition Chair, Moscow University for Industry and Finance "Synergy", the city of Moscow

**V. Meshalkin**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Academician of Russian Academy of Sciences (RAS), Director of the International Institute of Logistics and Resource Technology Innovation, D. Mendeleyev University of Chemical Technology of Russia, the city of Moscow

### Members of the Editorial Board

**I. Bатыршин**, Dr. Sci. (Habilitation), IFSA Fellow, Titular Professor C, Centro de Investigacion en Computacion, Instituto Politecnico Nacional, the city of Mexico, United Mexican States

**V. Borisov**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Computer Science Department, National Research University MPEI Branch, the city of Smolensk

**Ed. Brēķis**, Dr. oec., Assoc. Professor, Head of Econometrics and Business Informatics Chair, Faculty of Economics and Management, University of Latvia, the city of Riga, Latvia

**V. Khalin**, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Economic Information Systems Department, St. Petersburg State University, the city of St. Petersburg

**V. Kozlov**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Institute of Computer Science and Technology, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, the city of St. Petersburg

**Yu. Krakovski**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Information Systems and Information Security Department, Irkutsk State Railway Transport Engineering University, the city of Irkutsk

**V. Kreinovich**, PhD, Professor of Computer Science, University of Texas at El Paso, USA

**K. Pezoldt**, Dr. oec. habil., Professor, Deputy Rector for International Cooperation with Eastern Europe, Ilmenau University of Technology, the city of Ilmenau, Germany

**G. Ross**, Dr. Sci. (Eng.), Dr. of Economics, Professor, Academician of Russian Academy of Natural Sciences (RANS), Research Laboratory of Semantic Analysis and Integration, Plekhanov Russian University of Economics, the city of Moscow

**A. Shorikov**, Dr. Sci. (Phys.-Math.), Professor, Leading Researcher, Institute of Economics of the Ural Branch of RAS, the city of Ekaterinburg

**O. Stoyanova**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of Economic Information Systems Department, St. Petersburg State University, the city of St. Petersburg

**V. Sukhomlin**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Faculty of Computational Mathematics and Cybernetics, Lomonosov Moscow State University, the city of Moscow

**D. Stelzer**, Dr. rer. pol., Professor, Head of Information and Knowledge Management Department of Ilmenau University of Technology, the city of Ilmenau, Germany

**V. Volkova**, Dr. Sci. (Econ.), Professor, Institute of Computer Science and Technology, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, the city of St. Petersburg

**R. Yusupov**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Corresponding Member of Russian Academy of Sciences (RAS), Scientific Leader of the Saint Petersburg RAS Institute of Informatics and Automation, President of NC "National Society for Simulation Modeling", the city of St. Petersburg

### Deputy Chief Editors

**N. Prokimnov**, Cand. Sci. (Eng.), Associate Professor, Digital Economy Department, Moscow University for Industry and Finance "Synergy", the city of Moscow

**E. Vlasova**, Scientific Edition Department, Moscow University for Industry and Finance "Synergy", the city of Moscow

Published since 2006. Periodicity: bimonthly.

The journal is indexed in

Russian Science Citation Index (RSCI) on Web of Science platform,  
VINITI (Russian Academy of Sciences), Ulrich's Periodicals Directory

**Publisher: Moscow University for Industry and Finance «Synergy»**

Publisher address: 9/14 k. 1, Meshchanskaya st., Moscow, 129090, Russia

Editorial office address: 80B k. 3, Leningradskiy Avenue, Moscow, 125315, Russia

Tel: +7 (495) 987-43-74 (ext. 33-04); e-mail: [evlasova@synergy.ru](mailto:evlasova@synergy.ru); [www.appliedinformatics.ru](http://www.appliedinformatics.ru)

© Synergy University

**ИТ-МЕНЕДЖМЕНТ**

**Управление эффективностью**

*В.Г. Халин, А.В. Юрков,  
С.А. Калайда, Г.В. Чернова*  
Algorithms for composing  
efficient business models . . . . . 5

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА**

**Модели и методики**

*Ю.Н. Лавренков*  
Функциональное формирование нейроморфного  
резервуарного вычислительного элемента на базе  
мемритивного метаматериала . . . . . 22

*Е.Ю. Щетинин*  
О сегментации опухолей головного мозга  
по МРТ-изображениям с применением  
методов глубокого обучения . . . . . 40

**Эффективные алгоритмы**

*В.В. Борисов, О.В. Булыгина, Е.К. Верейкина*  
The use of coevolutionary algorithms  
for optimizing the operating regimes  
of the roasting conveyor machine . . . . . 52

*С.И. Зиенко, В.Л. Жбанова, И.В. Якименко*  
Автоматизированная идентификация природных  
ограниченных алмазов (бриллиантов) по спектру  
люминесценции . . . . . 61

**ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ**

**Теория и практика**

*Д.Э. Сорокин*  
DVCompute++ Simulator: декомпозиция  
для дискретно-событийного моделирования . . . . . 72

**ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Защита информации**

*М.И. Дли, А.Ю. Пучков,  
Н.Н. Прокимнов, Б.В. Окунев*  
Нечеткологическая модель многостадийной  
химико-энерготехнологической системы  
переработки мелкодисперсного рудного сырья . . . . . 92

**ЛАБОРАТОРИЯ**

**Моделирование процессов и систем**

*А.Е. Трубин, Ф.А. Мастяев,  
А.В. Батищев, А.И. Зайцев,  
С.А. Алексахина*  
Моделирование пользовательского интерфейса  
для сверточной нейронной сети  
распознавания сложных символов . . . . . 105

*В.А. Истратов*  
Computational concept for human food choice  
and eating behaviour . . . . . 115

Правила оформления материалов . . . . . 132

**IT MANAGEMENT*****Performance management***

*V. Khalin, A. Yurkov,  
S. Kalayda, G. Chernova*

Algorithms for composing efficient business models . . . . 5

**TOOLS*****Models and methods***

*Yu. Lavrenkov*

Functional formation of a neuromorphic reservoir  
computational element based on a memristive  
metamaterial . . . . . 22

*E. Shchetinin*

On segmentation of brain tumors  
by MRI images with deep learning methods. . . . . 40

***Algorithmic efficiency***

*V. Borisov, O. Bulygina, E. Vereikina*

The use of coevolutionary algorithms for optimizing the  
operating regimes of the roasting conveyor machine . . . 52

*S. Zienko, V. Zhbanova, I. Yakimenko*

Automated identification  
of genuine cut diamonds (brilliants)  
by luminescence spectrum . . . . . 61

**SIMULATION*****Theory and practice***

*D. Sorokin*

DVCompute++ Simulator: decomposition  
for discrete event simulation . . . . . 72

**INFORMATION SECURITY*****Data protection***

*M. Dli, A. Puchkov,  
N. Prokimnov, B. Okunev*

Fuzzy model of a multi-stage  
chemical-energy-technological processing system  
fine ore raw materials . . . . . 92

**LABORATORY*****Processes and systems modeling***

*A. Trubin, F. Mastyaev,  
A. Batishchev, A. Zaytsev, S. Aleksakhina*

User interface modeling for convolutional  
neural network for complex character recognition . . . . 105

*V. Istratov*

Computational concept for human food choice  
and eating behaviour . . . . . 115

Guidelines for authors . . . . . 132