

Том 17. №5. 2022

Сентябрь–Октябрь

Сквозной номер выпуска – 101

Университет «Синергия»

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-5

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**Шориков 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, ВИНТИ, 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.ид.)

125190, Москва, Ленинградский пр-т, д. 80, корпус Г

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.17. No.5. 2022

September–October

Continuous issue – 101
Synergy University

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-5

Peer-reviewed scientific journal "Journal of Applied Informatics"

EDITORIAL BOARD

Editor-in-Chief

M. Dli, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of the 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 the 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. Batyrshin, 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 the 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. Krakovskiy, 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 the 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 the 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 s. 1, Meshchanskaya st., Moscow, 129090, Russia

Editorial office address: 80G, Leningradskiy Avenue, Moscow, 125190, Russia

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

© Synergy University

ПАМЯТИ УЧЕНОГО

К 90-летию со дня рождения академика
П.Д. Саркисова (1932–2012) 5

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Эффективные алгоритмы

В.П. Мешалкин, О.Б. Бутусов, Т.Б. Чистякова
Адаптивно-многоиндексно-кластерный алгоритм
комплексной оценки воздействия химических
загрязнений на лесные массивы по спутниковым
фотоизображениям 6

И.З. Мухаметзянов
Масштабирование числовых шкал при попарных
сравнениях: AHP, Dematel, BWM, SWARA 15

О.В. Булыгина, Н.Н. Прокимно
Application of bacterial optimization algorithms
for selecting a site to construct a tank park
on the main oil pipeline 34

Модели и методики

Т.Б. Чистякова, О.Е. Шашихина
Интеллектуальный программный комплекс
моделирования процесса планирования
многоассортиментных промышленных
производств 41

*М.И. Дли, Ю.В. Синявский,
Е.И. Рысина, М.А. Василькова*
A method for classifying mixing devices using
deep neural networks with an expanded
receptive field 51

А.Ю. Пучков, А.М. Соколов, В.В. Федотов
Нейросетевой метод анализа процессов
термической обработки окомкованного
фосфатного рудного сырья. 62

Программная инженерия

М.Д. Пысин, А.А. Егоров, Д.В. Zubov
Задача извлечения данных из программы
моделирования для построения
цифрового двойника производства
на примере Unisim Design 77

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Защита информации

А.Э. Заенчковский, А.И. Лазарев, В.Ю. Синявский
Development of a secure neural traffic tunneling
system with post-performance evaluation 88

ЛАБОРАТОРИЯ

Моделирование процессов и систем

Е.В. Чумакова, Д.Г. Корнеев, М.С. Гаспарян
Подход к проектированию нейронной сети
для формирования индивидуальной
траектории тестирования знаний. 102

Р.Ю. Голиков
Кусочно-линейная аппроксимация формы
сильно зашумленного сигнала
методом наименьших квадратов 116

ИТ-МЕНЕДЖМЕНТ

Управление эффективностью

С.Н. Карабцев, Р.М. Котов, И.П. Давзит, Е.С. Гуров
Поддержка принятия решений в управлении
контингентом образовательного учреждения
на основе Business Intelligence 125

IN MEMORY OF SCIENTIST

On the 90th Anniversary of Academician
P. D. Sarkisov (1932–2012) 5

TOOLS**Algorithmic efficiency**

V. Meshalkin, O. Butusov, T. Chistyakova
Adaptive-multi-index-cluster algorithm
for comprehensive assessment of the impact
of chemical pollution on forests using satellite
photographs 6

I. Mukhametzyanov
Transformation of numerical scales for pairwise
comparisons: AHP, Dematel, BWM, SWARA 15

O. Bulygina, N. Prokumnov
Application of bacterial optimization algorithms
for selecting a site to construct a tank park
on the main oil pipeline 34

Models and methods

T. Chistyakova, O. Shashikhina
Intelligent software package for modeling
the planning process of multi-assortment
industrial production 41

M. Dli, Yu. Sinyavsky, E. Rysina, M. Vasilkova
A method for classifying mixing devices using
deep neural networks with an expanded
receptive field 51

A. Puchkov, A. Sokolov, V. Fedotov
Neural network analysis method
of heat treatment processes of pelletized
phosphate ore raw materials 62

Software engineering

M. Pysin, A. Egorov, D. Zubov
The task of extracting data from a simulation
program to build a digital twin of production
using the example of Unisim Design 77

INFORMATION SECURITY**Data protection**

A. Zaenchkovski, A. Lazarev, V. Sinyavskiy
Development of a secure neural traffic tunneling
system with post-performance evaluation 88

LABORATORY**Processes and systems modeling**

E. Chumakova, D. Korneev, M. Gasparian
An approach to the design of a neural network
for the formation of an individual trajectory
of knowledge testing 102

R. Golikov
Piecewise linear approximation
of a highly noisy signal waveform
using least squares method 116

IT MANAGEMENT**Performance management**

S. Karabtsev, R. Kotov, I. Davzit, E. Gurov
Support decision-making in the management
of the educational institution contingent based
on Business Intelligence 125

Учредитель и издатель
Негосударственное образовательное частное учреждение высшего образования
«Московский финансово-промышленный университет «Синергия»
Свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77–57869 от 25.04.2014 г.
Выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Литературный редактор и корректор Ю. А. Голоперова
Дизайн макета Б.В. Зипунов
Верстка Д.О. Мальков

Адрес редакции и издателя

129090, Москва, ул. Мещанская, д. 9/14, стр. 1 (юрид.)
125190, Москва, Ленинградский пр-т, д. 80, корпус Г
Тел.: +7 (495) 987-43-74 (доб. 33-04),
e-mail: cvlasova@synergy.ru; www.appliedinformatics.ru

Наши реквизиты

Университет «Синергия»
ИНН 7729152149
КПП 770201001
ОГРН 1037700232558
Р/с 40703810338180120073
БИК 044525225
К/с 3010181040000000225
Сбербанк России (ПАО) Вернадское ОСБ

При перепечатке и цитировании материалов ссылка на журнал «Прикладная информатика / Journal of Applied Informatics» обязательна. Редакция не несет ответственности за достоверность информации, опубликованной в рекламных объявлениях. Мнения авторов и редакции могут не совпадать.

© Университет «Синергия»
Подписано в печать: 19.10.2022

Тираж 100 экз.

Отпечатано в ООО «САМ ПОЛИГРАФИСТ»
129090, г. Москва, Протопоповский пер., д. 6