

Том 17. №4. 2022

Июль–Август

Сквозной номер выпуска – 100

Университет «Синергия»

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-4

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 теории и практики 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. 4. 2022

July–August

Continuous issue – 100

Synergy University

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2022-17-4

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 Theory and Practice of 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](mailto:evlasova@synergy.ru); [www.appliedinformatics.ru](http://www.appliedinformatics.ru)

© Synergy University

**ИТ-МЕНЕДЖМЕНТ**

**Управление эффективностью**

**А. В. Кычкин, О. В. Горшков, М. А. Кукаркин**  
Интеграция предиктивно-аналитических моделей с IoT-платформой цифрового экомониторинга . . . . . 5

**М. В. Забоев, В. Г. Халин, Г. В. Чернова, А. В. Юрков**  
Интеллектуальный анализ данных в управлении российской высшей школой. . . . . 17

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА**

**Модели и методики**

**Г. В. Рыбина, В. Ю. Степаньков**  
Моделирование взаимодействия интеллектуальных агентов в мультиагентной системе управления городским парковочным пространством . . . . . 37

**А. Е. Трубин, А. А. Морозов, А. Е. Зубанова, В. А. Ожередов, В. С. Корепанова**  
Методика предобработки данных машинного обучения для решения задач компьютерного зрения . . . . . 47

**Эффективные алгоритмы**

**С. С. Голубев, А. Л. Афанасьев, А. В. Курицын**  
Применение технологий искусственного интеллекта в научно-технологическом прогнозировании . . . . . 57

**М. С. Пестин, А. С. Новиков**  
Имитационная модель беспроводной ad-hoc сети для исследования алгоритмов маршрутизации трафика . . . . . 75

**ИТ И ОБРАЗОВАНИЕ**

**Образовательное пространство**

**Т. А. Шкодина**  
Разработка архитектуры рекомендательной системы по выбору онлайн-курсов . . . . . 87

**ЛАБОРАТОРИЯ**

**Моделирование процессов и систем**

**А. Ф. Шорилов**  
Прогнозирование и минимаксное оценивание состояний производственной системы при наличии рисков . . . . . 97

**В. В. Борисов, А. М. Соколов, А. П. Жарков, О. П. Култыгин**  
Решение обратной задачи кинематики для последовательных роботов-манипуляторов на основе нечетких численных методов. . . . . 113

**А. В. Полбин, М. А. Кропачева**  
Моделирование зависимости обменного курса рубля от цен на нефть с использованием нейронных сетей. . . . . 127

**IT MANAGEMENT*****Performance management****A. Kychkin, O. Gorshkov, M. Kukarkin*

Predictive models integration with an environmental monitoring IoT platform . . . . . 5

*M. Zaboev, V. Khalin, G. Chernova, A. Yurkov*

Data mining in the management of the Russian higher school . . . . . 17

**TOOLS*****Models and methods****G. Rybina, V. Stepankov*

The simulation of intelligent agents communication in the multi-agent management system for urban parking space . . . . . 37

*A. Trubin, A. Morozov, A. Zubanova, V. Ozheredov, V. Korepanova*

The method of preprocessing machine learning data for solving computer vision problems . . . . . 47

***Algorithmic efficiency****S. Golubev, A. Afanasiev, A. Kuritsyn*

The use of artificial intelligence technologies for scientific and technological forecasting . . . . . 57

*M. Pestin, A. Novikov*

Simulation model of wireless ad-hoc network to study algorithms of traffic routing . . . . . 75

**IT AND EDUCATION*****Educational environment****T. Shkodina*

Development of the architecture of a recommendation system for choosing online courses . . . . . 87

**LABORATORY*****Processes and systems modeling****A. Shorikov*

Prediction and minimax estimation of the production system in the presence of risks . . . . . 97

*V. Borisov, A. Sokolov, A. Zharkov, O. Kuliygin*

Solving the inverse kinematics problem for sequential robot manipulators based on fuzzy numerical methods . . . . . 113

*A. Polbin, M. Kropocheva*

Modeling the relationship between the Russian ruble exchange rate and oil prices using artificial neural networks . . . . . 127

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 И. Н. Глазунова

**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](mailto:cvlasova@synergy.ru); [www.appliedinformatics.ru](http://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: 25.08.2022

Тираж 100 экз.

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