

# п р и к л а д н а я ИНФОРМАТИК@

научно-практический  
журнал

Том 20. № 1. 2025

Январь – Февраль

Сквозной номер выпуска – 115

Университет «Синергия»

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2025-20-1

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 информационных технологий в экономике и управлении, зам. директора филиала НИУ «МЭИ», г. Смоленск

### Сопредседатели редакционного совета

**Рубин Ю. Б.**, докт. экон. наук, профессор, чл.-корр. РАН, 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 политического 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, департамент бизнес-информатики и операционного менеджмента, Национальный исследовательский университет «Высшая школа экономики» (НИУ ВШЭ), 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, гер. 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, кафедра 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),

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 (юрид.)

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.20. No.1. 2025**

**January–February**

Continuous issue – 115

Synergy University

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2025-20-1

Peer-reviewed scientific journal "Journal of Applied Informatics"

## EDITORIAL BOARD

### Editor-in-Chief

**M. Dli**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Head of Information Technologies in Economics and Management Chair, Deputy Director of Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, 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 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, Branch of the National Research University "MPEI" in Smolensk, 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. Stoianova**, Dr. Sci. (Eng.), Professor, Business Informatics and Operations Management Department, National Research University Higher School of Economics, 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),

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

**ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА**

**Модели и методики**

*С.В. Маклецов, Н.А. Опокина*

Применение структурной векторной авторегрессии для оценки взаимовлияния показателей потребления и средней заработной платы . . . . . 5

*Е.Ю. Щетинин*

Модель обнаружения объектов в изображениях инфракрасного спектра, полученных беспилотными летательными аппаратами . . . . . 16

*Ю.Е. Обжерин, С.М. Сидоров*

Полумарковские модели двухфазных асинхронных линий с накопителем . . . . . 28

**Эффективные алгоритмы**

*Д.К. Зитцер, А.Г. Ивашко*

Разработка системы подсчета посетителей в ретейле с использованием машинного зрения . . . . 48

*М.И. Дли, Н.Н. Прокимов,*

*А.М. Соколов, М.Ю. Воротилова*

Модель управления многозвенным роботом-манипулятором в условиях неопределенности внешней среды . . . . . 68

**ЛАБОРАТОРИЯ**

**Моделирование процессов и систем**

*А.Ю. Пучков, М.В. Максимкин,*

*А.В. Зедаина, Я.А. Федулов*

Модель оценки энергоресурсоэффективности процессов переработки мелнорудного сырья на основе дерева систем нечеткого вывода . . . . . 85

*А.Ю. Переварюха*

Моделирование сценария экстремального увеличения заражений после затухания волн осциллирующей эпидемии SARS-CoV-2. . . . . 100

**ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ**

**Защита информации**

*С.В. Белим, С.Н. Мунько, С.Ю. Белим*

Модель стеганографического встраивания в файлы с иерархической структурой . . . . . 125

Правила оформления материалов . . . . . 140

**TOOLS****Models and methods***S. Makletsov, N. Opokina*

The use of structural vector autoregression  
to assess the mutual impact of consumption  
and average wage levels . . . . . 5

*E. Shchetinin*

Model of object detection in infrared spectrum  
images obtained by unmanned aerial vehicles . . . . . 16

*Yu. Obzherin, S. Sidorov*

Semi-Markov models of two-phase asynchronous  
lines with storage . . . . . 28

**Algorithmic efficiency***D. Zittser, A. Ivashko*

Development of a retail visitor counting system using  
computer vision. . . . . 48

*M. Dli, N. Prokimnov,**A. Sokolov, M. Vorotilova*

Model of control of a multi-link robot manipulator  
under conditions of environmental uncertainty . . . . . 68

**LABORATORY****Processes and systems modeling***A. Puchkov, M. Maksimkin,**A. Zedaina, Ya. Fedulov*

Model for assessing energy and resource efficiency  
of process recycling small-ore raw material based  
on a tree of fuzzy inference systems . . . . . 85

*A. Perevaryukha*

Modeling a scenario of an extreme increase  
in infections after attenuation of waves  
of the oscillating SARS-CoV-2 epidemic . . . . . 100

**INFORMATION SECURITY****Data protection***S. V. Belim, S. Munko, S. Yu. Belim*

Steganographic embedding model in files with  
hierarchical structure . . . . . 125

Guidelines for authors . . . . . 140