

Том 16. №3. 2021

Май–Июнь

Сквозной номер выпуска – 93

Университет «Синергия»

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-3

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, президент Университета «Синергия», зав. кафедрой теории и практики конкуренции, 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, кафедра 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, reg. 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 (юррид.)

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. 16. No. 3. 2021

May–June

Continuous issue – 93

Synergy University

ISSN 1993-8314 (Print)

ISSN 2687-0649 (Online)

DOI: 10.37791/2687-0649-2021-16-3

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, President of the 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, The 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, 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

К ЮБИЛЕЮ УЧЕНОГО

Валерию Павловичу Мешалкину – 80 лет 5

ЛАБОРАТОРИЯ

Модели и методики

В. П. Мешалкин, М. И. Дли,

А. Ю. Пучков, Е. И. Лобанева

Предварительная оценка прагматической ценности информации в задаче классификации на основе глубоких нейронных сетей. 9

Ю. Н. Лавренко

Применение неоднородных сверточных нейронных сетей для построения маршрутов перемещения объектов в пространственных средах с накопленным энергетическим потенциалом 21

ИТ-МЕНЕДЖМЕНТ

Управление эффективностью

А. Ф. Шориков, А. С. Филиппова, В. А. Тюлюкин

Интеллектуальный программный комплекс моделирования процессов оптимизации управления деятельностью Розничного блока банка. 38

Г. В. Чернова, С. А. Калайда,

В. Г. Халин, А. В. Юрков

Sber ecosystem – the product of digitalization impact on intersectoral economic convergence 57

ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫЕ СРЕДСТВА

Программная инженерия

Д. И. Читалов

Разработка модуля для конвертации расчетных сеток OpenFOAM в msh-формат и его интеграция в графический интерфейс платформы 69

Эффективные алгоритмы

И. Ю. Шполянская

Модели и методы обучения с подкреплением в архитектуре адаптивных веб-ориентированных информационных систем. 79

SIMULATION

Теория и практика

Д. Э. Сорокин

DVCompute Simulator для дискретно-событийного моделирования 93

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ

Защита информации

И. С. Лебедев

Обучение на несбалансированных выборках ансамбля классификаторов при анализе состояния сетевых сегментов 109

А. А. Гавришев, В. А. Бурмистров

Оценка криптостойкости к деструктивному воздействию «просмотр передаваемых данных» в случае использования квантовых компьютеров 120

Правила оформления материалов 134

FOR THE ANNIVERSARY OF SCIENTIST

On the anniversary of Academician V. P. Meshalkin:
creative path and scientific schools. 5

LABORATORY**Models and methods**

V. Meshalkin, M. Dli, A. Puchkov, E. Lobaneva
Preliminary assessment of the pragmatic value
of information in the classification problem based
on deep neural networks 9

Yu. Lavrenkov

Heterogeneous convolutional neural networks
to build movement routes of the objects in spatial
environment with accumulated energy potential 21

IT MANAGEMENT**Performance management**

A. Shorikov, A. Filippova, V. Tulukin
Intelligent software package for modeling
optimization processes for managing the activities
of the Bank's retail unit 38

G. Chernova, S. Kalayda, V. Khalin, A. Yurkov
Sber ecosystem – the product of digitalization
impact on intersectoral economic convergence. 57

TOOLS**Software engineering**

D. Chitalov
Development of a module for converting
OpenFOAM computational meshes into
msh-format and its integration into the graphical
interface of the platform 69

Algorithmic efficiency

I. Shpolianskaya
Models and methods of reinforcement learning
in the structure of adaptive web-based
information systems 79

SIMULATION**Theory and practice**

D. Sorokin
DVCompute Simulator for discrete event
simulation 93

INFORMATION SECURITY**Data protection**

I. Lebedev
Classifiers ensemble training on unbalanced
samples in the analysis of the network
segments state 109

A. Gavrishchev, V. Burmistrov
Assessing the crypto resistance to the destructive
effect of "viewing transmitted data" in the case
of quantum computers. 120

Guidelines for authors 134

К юбилею ученого

Валерию Павловичу Мешалкину – 80 лет

Выдающийся ученый Валерий Павлович Мешалкин – академик Российской академии наук (РАН), доктор технических наук, профессор, директор Международного института логистики ресурсосбережения и технологической инноватики (МИЛРТИ (НОЦ)), заведующий кафедрой логистики и экономической информатики РХТУ им. Д. И. Менделеева, главный научный сотрудник Института общей и неорганической химии им. Н. С. Курнакова РАН; заслуженный деятель науки РФ, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ (2005 г.), лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники и премии Президента РФ в области образования, лауреат конкурса преподавателей вузов «Золотые имена высшей школы России – 2018», сопредседатель редакционного совета журнала «Прикладная информатика» – достиг восьмидесятилетней вехи на своем жизненном пути. Вместе с коллегами по редакционному совету, авторами и читателями нашего журнала мы от всей души поздравляем Валерия Павловича с юбилеем и посвящаем ему данную публикацию.

Академик РАН В. П. Мешалкин – широко известный в СССР, России, странах СНГ и Европейском союзе ведущий ученый в области анализа и синтеза высоконадежных энергоресурсосберегающих химик-технологических систем (ХТС); методов расчета

и управления эксплуатацией малоотходных производств с оптимальными удельными расходами сырья, энергии, воды и конструкционных материалов; методов логистики ресурсосбережения и принципов управления «зелеными» цепями поставок предприятий нефтегазохимического комплекса (НГХК); методов компьютерной оценки воздействия на окружающую среду и управления рисками на предприятиях и в цепях поставок НГХК.

В. П. Мешалкин – основатель нового научного направления «Теоретические основы инжиниринга, обеспечения надежности и логистического управления энергоресурсоэффективностью химико-технологических систем (ХТС) производства высококачественной продукции».

Коллектив ученых, руководимый В. П. Мешалкиным, получил признание в России и за ее пределами. С 2006 года по настоящее время Валерий Павлович являлся научным руководителем ряда научных проектов по программам фундаментальных исследований президиума РАН по разработке энергоресурсоэффективных технологий переработки техногенного сырья и промышленных отходов, а также по программам фундаментальных исследований отделения химии и наук о материалах РАН по созданию новых видов энергоресурсоэффективной химической продукции. В 2005–2010 гг. он являлся руководителем российских групп 4 трансевропейских проектов по программам

«TEMPUS-TACIS» и «INCOCOPERNICUS», неоднократно выступал с докладами на международных научных конференциях в США, Канаде, Китае, ФРГ, Франции, Италии, Греции, Турции, Чехии и Венгрии. В 1998 году прошел научную стажировку в Великобритании, работал в Университете Южного берега (Лондон), Ноттингемском университете и Эдинбургском университете (Шотландия) и с тех пор неоднократно выезжал в служебные командировки в университеты и компании Италии, Германии, Великобритании, США, Испании, Ирландии, Турции, Венгрии, Чехии и Китая.

Результаты фундаментальных и прикладных научных исследований, выполненных под руководством В. П. Мешалкина, применялись для разработки малоотходных энергосберегающих технологических схем, оптимального управления, обеспечения надежности и экологической безопасности ХТС, проектов рациональных бизнес-процессов и высокоэффективных систем организационного управления крупными компаниями химического, нефтехимического и топливно-энергетического комплекса.

Ученик академика АН СССР Кафарова Виктора Вячеславовича В. П. Мешалкин начал активно развивать работы в области системного анализа химических производств, принципов и методов автоматизированного синтеза ресурсосберегающих ХТС. В октябре 1975 года он организовал научную группу «Анализ и синтез химико-технологических систем», в которую вошли молодые талантливые выпускники кафедры кибернетики химико-технологических процессов (КХТП), каждый из которых успешно решал, практически первым среди ученых СССР, новейшие научные задачи в области теории анализа и синтеза ХТС.

Валерий Павлович успешно сотрудничает с НИУ МЭИ, под его руководством активно развивается научное направление исследований по повышению энергоресурсоэффективности химико-энерготехнологических систем

и процессов. Под его научным руководством с 2001 года были подготовлены и защищены 4 докторские и более 20 кандидатских диссертаций аспирантами и сотрудниками МЭИ.

В. П. Мешалкин ведет активную научно-организационную работу. Он член бюро Отделения химии и наук о материалах РАН; член бюро Научного совета РАН по глобальным экологическим проблемам; член бюро Правления РХО им. Д. И. Менделеева, председатель секции «Компьютерная химическая технология»; член Научно-технического совета Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (Росприроднадзор), председатель секции «Технологии переработки, утилизации и захоронения отходов». Валерий Павлович является заместителем главного редактора журнала «Теоретические основы химической технологии», приглашенным редактором журнала «Energies» (Switzerland), членом редакционного совета журнала «Все материалы. Энциклопедический справочник», членом редколлегии журналов «Химическая технология», «Известия вузов: Химия и химическая технология», «Известия вузов: Черная металлургия», «Химическая промышленность сегодня», «Нефтехимия», «Нефтегазохимия», «Менеджмент в России и за рубежом».

В. П. Мешалкин не только крупный ученый, но и талантливый преподаватель. Им разработаны и читаются оригинальные курсы лекций: «Анализ и синтез ХТС», «Надежность и эффективность ХТС», «Гибридные экспертные системы в химической технологии», «Дискретная математика для химиков-технологов», «Теоретические основы логистики», «Управление цепями поставок», «Теория организации».

В. П. Мешалкин автор более 1300 научных трудов, в том числе 90 книг (включая 5 личных монографий), обладатель 35 патентов и авторских свидетельств, 35 свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ. Под его руководством подготов-

лено 15 докторов наук и более 100 кандидатов наук.

В настоящее время под общим научным руководством академика РАН В. П. Мешалкина успешно реализуются следующие научно-исследовательские проекты:

- Научные основы рационального использования минерального сырья, техногенных образований и топливно-энергетических ресурсов в химико-технологических и химико-энерготехнологических системах производства высококачественной продукции с оптимальной энерго- и материалоемкостью.

- Научные основы инжиниринга и управления эксплуатацией энергоресурсоэффективных экологически безопасных цифровизированных производств переработки промышленных отходов.

- Разработка методологических основ физикохимии и логистики ресурсосберегающих высоконадежных химических технологий и наукоемких промышленных производств.

- Физико-химические, инженерно-технологические и логистические принципы разработки и управления эксплуатацией энергоресурсоэффективных высоконадежных предприятий нефтегазохимического комплекса для производства высококачественной инновационной продукции.

- Разработка алгоритмического и программного обеспечения инжиниринга энергоресурсоэффективных производств и цепей поставок нефтегазохимического комплекса.

- Компьютерная оценка воздействия на окружающую среду предприятий нефтегазохимического комплекса.

- Разработка цифровизированных систем поддержки принятия научно-обоснованных решений (СППР) по оценке воздействия на окружающую среду объектов НГХК и обеспечению их безаварийной эксплуатации в условиях неопределенности.

- Разработка научно-технических основ и компьютеризированных инструментальных средств автоматизированного экологического мониторинга, повышения энергоресурсоэффективности и безопасности развивающихся сложных систем газоснабжения.

- Разработка инструментальных средств компьютеризированного инжиниринга и автоматизированного управления эксплуатацией энергоресурсоэффективных сложных систем газоснабжения.

- Разработка цифровизированных систем принятия решений по оптимизации энергоресурсоэффективности химико-энерготехнологических систем переработки отходов горнообогатительных комбинатов.

В 2021 году Российским научным фондом поддержана заявка, представленная под руководством академика В. П. Мешалкина на конкурс в рамках мероприятия «Проведение исследований научными лабораториями мирового уровня в рамках реализации приоритетов научно-технологического развития Российской Федерации» Президентской программы исследовательских проектов, реализуемых ведущими учеными.

Мы сердечно поздравляем Валерия Павловича, выдающегося ученого, талантливого преподавателя и замечательного наставника с 80-летием! Желаем ему крепкого здоровья и новых творческих свершений!

*Сопредседатель редакционного совета, член-корреспондент РАО,
доктор экономических наук, профессор*

Ю. Б. Рубин

*Главный редактор,
доктор технических наук, профессор*

М. И. Дли

■ *For the anniversary of scientist*

On the anniversary of Academician V. P. Meshalkin: creative path and scientific schools

V. P. Meshalkin is the founder of the new scientific direction "Theoretical foundations of engineering, ensuring reliability, logistics management of energy resource efficiency of chemical and technological systems for the outputting of high-quality products". The article describes the main scientific achievements of academician V. P. Meshalkin, who is a leading scientist in several fields of study, such as analysis and synthesis of highly reliable energy-saving chemical-technological systems; managing the operation of low-waste production facilities with optimal specific consumption of raw materials, energy, water and structural materials.

The main projects, which are currently successfully carried out under the general guidance of the Academician of the Russian Academy of Sciences V. P. Meshalkin, are presented, including projects on the development of scientific foundations for the rational use of mineral raw materials, methods of engineering and management of the usage of energy-efficient environmentally safe digitalized production of industrial waste processing, etc.