

ISSN 2072-9502 (Print)
ISSN 2224-9761 (Online)

**ВЕСТНИК
АСТРАХАНСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
ТЕХНИЧЕСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА**

**СЕРИЯ
УПРАВЛЕНИЕ,
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА
И ИНФОРМАТИКА**

НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ

**ИЗДАЕТСЯ С ЯНВАРЯ 2009 ГОДА
ВЫХОДИТ ЧЕТЫРЕ РАЗА В ГОД**

**Журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий
Высшей аттестационной комиссии РФ
для публикации результатов диссертационных работ (К1)**

**ИНДЕКСИРОВАНИЕ ЖУРНАЛА,
ВКЛЮЧЕНИЕ В БАЗЫ ДАННЫХ**

**База данных Ulrich's Periodicals Directory
База Applied Science & Technology Source компании EBSCO Publishing
Международная система библиографических ссылок CrossRef
Общероссийский математический портал Math-Net.ru
Российский индекс научного цитирования – РИНЦ
Реферативный журнал и база данных ВИНТИ РАН**

**3 2023
ИЮЛЬ**

**АСТРАХАНЬ
ИЗДАТЕЛЬСТВО АГТУ**

УЧРЕДИТЕЛЬ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Астраханский государственный технический университет»

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР

И. Ю. КВЯТКОВСКАЯ – доктор технических наук, профессор,
Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

В. А. АТРОЩЕНКО – доктор технических наук, профессор, Кубанский государственный технологический университет, Краснодар, Россия

Е. А. БАРАБАНОВА – доктор технических наук, доцент, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, Москва, Россия

П. А. БЕЛОВ – доктор физико-математических наук, PhD (технические науки), профессор, Национальный исследовательский университет ИТМО, Санкт-Петербург, Россия

А. А. БОЛЬШАКОВ – доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург, Россия

Т. И. БУЛДАКОВА – доктор технических наук, профессор, Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

А. А. ВОЕВОДА – доктор технических наук, профессор, Новосибирский государственный технический университет, Новосибирск, Россия

К. А. ВЫТОВТОВ – кандидат физико-математических наук, доктор технических наук, доцент, Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова Российской академии наук, Москва, Россия

А. В. ДВОРКОВИЧ – доктор технических наук, член-корреспондент РАН, Московский физико-технический институт (национальный исследовательский университет), Москва, Россия

Ю. А. КОМИССАРОВ – доктор технических наук, профессор, Российский химико-технологический университет имени Д.И. Менделеева, Москва, Россия

В. В. КОПЫТОВ – доктор технических наук, профессор, Северо-Кавказский федеральный университет, Ставрополь, Россия

А. Г. КРАВЕЦ – доктор технических наук, профессор, Волгоградский государственный технический университет, Волгоград, Россия

Ю. В. ЛИТОВКА – доктор технических наук, профессор, Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

О. Н. ПИЩИН – кандидат технических наук, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Г. А. ПОПОВ – доктор технических наук, профессор, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

О. М. ПРОТАЛИНСКИЙ – доктор технических наук, профессор, Национальный исследовательский университет «МЭИ», Москва, Россия

И. Б. ФУРТАТ – доктор технических наук, профессор, Институт проблем машиноведения Российской академии наук, Санкт-Петербург, Россия

А. А. ХАНОВА – доктор технических наук, доцент, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Т. В. ХОМЕНКО – доктор технических наук, доцент, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

А. В. ХОПЕРСКОВ – доктор физико-математических наук, профессор, Волгоградский государственный университет, Волгоград, Россия

А. В. ЧАСТИКОВ – доктор технических наук, профессор, Вятский государственный университет, Киров, Россия

В. Ф. ШУРШЕВ – доктор технических наук, профессор, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

Адрес редакции:

414056, Астраханская область,
г. о. город Астрахань,
г. Астрахань, ул. Татищева, стр. 16/1,
Астраханский государственный технический университет.
Тел.: (8512) 61-42-98
Факс: (8512) 61-43-66
E-mail: vestnik_astu@astu.org
<http://vestnik.astu.org/>

© ФГБОУ ВО «Астраханский государственный
технический университет»,

Вестник Астраханского государственного
технического университета.

Серия: Управление, вычислительная техника
и информатика, 2023

ISSN 2072-9502 (Print)
ISSN 2224-9761 (Online)

**VESTNIK
OF ASTRAKHAN
STATE
TECHNICAL
UNIVERSITY**

**SERIES
MANAGEMENT,
COMPUTER SCIENCE
AND INFORMATICS**

SCIENTIFIC JOURNAL

**PUBLISHED SINCE JANUARY 2009
ISSUED FOUR TIMES A YEAR**

**The journal is included in the List of peer-reviewed scientific journals
of the Higher Attestation Commission of the Russian Federation
for publishing theses' results (K1)**

**JOURNAL INDEX,
REGISTRATION IN DATABASES**

**Ulrich's Periodicals Directory
Applied Science & Technology Source of EBSCO Publishing, Inc.
International Bibliographic Reference System CrossRef
All-Russian Mathematical Portal Math-Net.Ru
Russian Index of Scientific Citation
Abstract Journal and Data Base
of All-Russian Institute of Scientific and Technical Information
of Russian Academy of Sciences**

**3 ²⁰²³
JULY**

**ASTRAKHAN
PUBLISHING HOUSE OF ASTU**

FOUNDER

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION
OF HIGHER EDUCATION
“Astrakhan State Technical University”

EDITOR-IN-CHIEF

I. YU. KVIYATKOVSKAYA – Doctor of Technical Sciences, Professor,
Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

EDITORIAL BOARD

V. A. ATROSCHENKO – Doctor of Technical Sciences, Professor, Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia

E. A. BARABANOVA – Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

P. A. BELOV – Doctor of Physico-Mathematical Sciences, PhD (Technical Sciences), ITMO University, Saint Petersburg, Russia

A. A. BOLSHAKOV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Peter the Great St. Petersburg Polytechnic University, Saint Petersburg, Russia

T. I. BULDAKOVA – Doctor of Technical Sciences, Professor, Bauman Moscow State Technical University, Moscow, Russia

A. A. VOEVODA – Doctor of Technical Sciences, Professor, Novosibirsk State Technical University, Novosibirsk, Russia

K. A. VYTOVTOV – Candidate of Physico-Mathematical Sciences, Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, V.A. Trapeznikov Institute of Control Sciences of Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

A. V. DVORKOVICH – Doctor of Technical Sciences, Correspondence Member of Russian Academy of Sciences, Moscow Institute of Physics and Technology, Moscow, Russia

YU. A. KOMISSAROV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Dmitry Mendeleev University of Chemical Technology of Russia, Moscow, Russia

V. V. KOPYTOV – Doctor of Technical Sciences, Professor, North-Caucasus Federal University, Stavropol, Russia

A. G. KRAVETS – Doctor of Technical Sciences, Professor, Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia

YU. V. LITOVKA – Doctor of Technical Sciences, Professor, Tambov State Technical University, Tambov, Russia

O. N. PISHCHIN – Candidate of Technical Sciences, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

G. A. POPOV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

O. M. PROTALINSKIY – Doctor of Technical Sciences, Professor, National Research University “Moscow Power Engineering Institute”, Moscow, Russia

I. B. FURTAT – Doctor of Technical Sciences, Professor, Institute for Problems in Mechanical Engineering of the Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, Russia

A. A. KHANOVA – Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

T. V. KHOMENKO – Doctor of Technical Sciences, Assistant Professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

A. V. KHOPERSKOV – Doctor of Physico-Mathematical Sciences, Professor, Volgograd State University, Volgograd, Russia

A. V. CHASTIKOV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Vyatka State University, Kirov, Russia

V. F. SHURSHEV – Doctor of Technical Sciences, Professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

Editors address:

16/1 Tatishcheva Street, Astrakhan,
414056, Russia.
Astrakhan State Technical University
Tel.: (8512) 61-42-98
Fax: (8512) 61-43-66
E-mail: vestnik_astu@astu.org
<http://vestnik.astu.org/>

© FSBEI HE “Astrakhan State Technical University”,

Vestnik of Astrakhan State Technical University.
Series: Management, computer science
and informatics, 2023

СОДЕРЖАНИЕ

УПРАВЛЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, АВТОМАТИЗАЦИЯ

<i>Волхонская Е. Е., Орлов С. П.</i> Системные модели парка автономных транспортных средств для виртуальных испытаний при организации технического обслуживания	7
<i>Павлушин А. В.</i> Совместная оптимизация конструктивных параметров индуктора и алгоритмов управления процессом нагрева под поверхностную закалку	17
<i>Чертков А. А., Иванюк В. Ю., Каск Я. Н.</i> Оценка диагностических параметров сложных систем на водном транспорте на основе энтропийного подхода	29
<i>Райкова Е. Ф., Антонов О. В., Помазунов И. Н.</i> Энергоэффективное управление системой отопления для зданий с циклическим режимом работы	37
<i>Баракат Л. А., Квятковская И. Ю.</i> Планирование безопасных маршрутов безэкипажных судов на основе методов искусственного интеллекта	46

КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

<i>Котенко И. В., Паращук И. Б.</i> Особенности оперативной оценки защищенности критически важных ресурсов на основе адаптивной нейросетевой фильтрации	55
<i>Деревянов М. Ю.</i> Анализ ресурсного потенциала объектов системы переработки нефтесодержащих отходов с учетом переменного эффекта масштаба	65
<i>Космачева И. М., Кучин И. Ю., Давидюк Н. В., Руденко М. Ф., Лобейко В. И., Сибикина И. В.</i> Система событийного мониторинга для автоматизированного обнаружения инцидентов	76
<i>Коробкин Д. М., Фоменков С. А., Верещак Г. А., Сороко М. А.</i> Алгоритм обработки информации для прогнозирования развития технологий на примере теле- и радиовещания	87

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>Баскаков Е. В.</i> Численное моделирование переноса примеси в сплошной среде с использованием суперкомпьютерного моделирования	97
<i>Акулов А. С., Безотосная А. Д., Пак Т. В.</i> Алгоритм нахождения оптимального расположения распределительных центров для доставки заказов с использованием методов неконтролируемого машинного обучения	105
<i>Вытовтов К. А., Барабанова Е. А., Вытовтов Г. К., Антонов Н. А.</i> Математическая модель расчета и анализа характеристик оптического коммутатора в переходном режиме	114
<i>Оськин Д. А., Бочарова В. В., Осипов С. В.</i> Математические модели динамики судов, оснащенных винторулевыми колонками	124

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА

«ВЕСТНИК АСТРАХАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.
СЕРИЯ: УПРАВЛЕНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА»..... 133

CONTENTS

CONTROL, MODELING, AUTOMATION

<i>Volkhonskaya E. E., Orlov S. P.</i> Autonomous vehicle fleet system models for virtual tests in organizing maintenance	7
<i>Pavlushin A. V.</i> Joint optimization of inductor design parameters and control algorithms of heating process of surface hardening.....	17
<i>Chertkov A. A., Ivanyuk V. Yu., Kask Ya. N.</i> Evaluation of diagnostic parameters of complex systems in water transport in terms of the entropy approach.....	29
<i>Raykova E. F., Antonov O. V., Pomazunov I. N.</i> Energy efficient heating system control for buildings with cyclic operation.....	37
<i>Barakat L. A., Kvyatkovskaya I. Yu.</i> Planning safe routes for unmanned vessels based on artificial intelligence methods.....	46

COMPUTER ENGINEERING AND SOFTWARE

<i>Kotenko I. V., Parashchuk I. B.</i> Specific features of operational assessment of security of critical resources based on adaptive neural network filtering.....	55
<i>Derevyanov M. Yu.</i> Analysis of resource potential of objects of oil-contaminated wastes recycling system with variable scale effect	65
<i>Kosmacheva I. M., Kuchin I. Yu., Davidyk N. V., Rudenko M. F., Lobeyko V. I., Sibikina I. V.</i> Event monitoring system for automated incident detection	76
<i>Korobkin D. M., Fomenkov S. A., Vereschak G. A., Soroko M. A.</i> Information processing algorithm for forecasting development of technologies on example of television and radio broadcasting.....	87

MATHEMATICAL MODELING

<i>Baskakov E. V.</i> Numerical simulation of impurity transport in continuous medium using supercomputer modeling	97
<i>Akulov A. S., Bezotosnaya A. D., Pak T. V.</i> Algorithm of finding optimal location for distribution centers for order delivery by using unsupervised machine learning methods.....	105
<i>Vytovtov K. A., Barabanova E. A., Vytovtov G. K., Antonov N. A.</i> Mathematical model for calculating and analyzing characteristics of optical switch in transient mode.....	114
<i>Oskin D. A., Bocharova V. V., Osipov S. V.</i> Mathematical models of dynamics of vessels equipped with power propellers	124

RULES TO THE AUTHORS OF THE JOURNAL

“VESTNIK OF ASTRAKHAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY. SERIES: MANAGEMENT, COMPUTER SCIENCE AND INFORMATICS”	133
--	-----