

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

ИНДЕКСИРОВАНИЕ ЖУРНАЛА,  
ВКЛЮЧЕНИЕ В БАЗЫ ДАННЫХ

База данных Ulrich's Periodicals Directory (США)

База Applied Science & Technology Source компании EBSCO Publishing (США)

Международная система библиографических ссылок CrossRef

Общероссийский математический портал Math-Net.ru

Российский индекс научного цитирования – РИНЦ (Россия)

Реферативный журнал и база данных ВИНТИ РАН (Россия)

3 2022  
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 СЕРИИ

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

**В. Ю. БАБКОВ** – доктор технических наук, профессор, Санкт-Петербургский государственный университет телекоммуникаций им. проф. М. А. Бонч-Бруевича, Санкт-Петербург, Россия

**П. БЕДНАРЖОВА** – PhD, Технико-экономический институт в Чешских Будейовицах, Чехия

**П. А. БЕЛОВ** – доктор физико-математических наук, PhD (технические науки), профессор, Санкт-Петербургский национальный исследовательский университет информационных технологий, механики и оптики, Санкт-Петербург, 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, Астраханский государственный технический университет, Астрахань, Россия

**В. В. ВЯТКИН** – доктор технических наук, профессор, Оклендский университет, Окленд, Новая Зеландия

**Л. С. ГОРДЕЕВ** – доктор технических наук, профессор, Российский химико-технологический университет им. Д. И. Менделеева, Москва, Россия

**С. И. ДВОРЕЦКИЙ** – доктор технических наук, профессор, Тамбовский государственный технический университет, Тамбов, Россия

**Ю. КИХО** – кандидат технических наук, заслуженный профессор, Тартуский университет, Тарту, Эстония

**Ю. А. КОМИССАРОВ** – доктор технических наук, профессор, Российский химико-технологический университет им. 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

**О. Б. МАКАРЕВИЧ** – доктор технических наук, профессор, Южный федеральный университет, Таганрог, 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

**Д. СМЕТАНОВА** – RNDr, Технико-экономический институт в Чешских Будейовицах, Чехия

**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. 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, Астрахань, Татищева, 16,  
Астраханский государственный технический университет.

Тел.: (8512) 61-42-98

Факс: (8512) 61-43-66

E-mail: [vestnik\\_astu@astu.org](mailto: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, 2022

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

JOURNAL INDEX,  
REGISTRATION IN DATABASES

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

3 <sup>2022</sup>  
July

ASTRAKHAN  
PUBLISHING HOUSE OF ASTU

## FOUNDER

FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION  
OF HIGHER EDUCATION

“Astrakhan State Technical University”

## EDITOR-IN-CHIEF

**I. Yu. KVIATKOVSKAYA** – Doctor of Technical Sciences, Professor,  
Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

## EDITORIAL BOARD OF THE SERIES

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

**V. Yu. BABKOV** – Doctor of Technical Sciences, Professor, The Bonch-Bruевич Saint-Petersburg State University of Telecommunications, Saint-Petersburg, Russia

**P. BEDNAROVA** – PhD, Institute of Business and Technology, Ceske Budejovice, Czech Republic

**P. A. BELOV** – Doctor of Physics and Mathematics, PhD (Technical Sciences), Saint Petersburg National Research University of Information Technologies, Mechanics and Optics, Saint-Petersburg, Russia

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

**K. A. VYTOVTOV** – Candidate of Physics and Mathematics, Doctor of Technical Sciences; Assistant Professor, Astrakhan State Technical University, Astrakhan, Russia

**V. V. VYATKIN** – Doctor of Technical Sciences, Professor, University of Auckland, Auckland, New Zealand

**L. S. GORDEEV** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Mendelev Russian Chemical and Technological University, Moscow, Russia

**S. I. DVORETSKY** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Tambov State Technical University, Tambov, Russia

**Yu. KIHU** – Candidate of Technical Sciences, Professor Emeritus, University of Tartu, Tartu, Estonia

**Yu. A. KOMISSAROV** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Mendelev Russian Chemical and Technological University, 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

**O. B. MAKAREVICH** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Southern Federal University, Taganrog, 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

**D. SMETANOVA** – RNDr, Institute of Business and Technology, Ceske Budejovice, Czech Republic

**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. CHASTIKOV** – Doctor of Technical Sciences, Professor, Vyatka State University, Vyatka, Russia

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

### Editors address:

Astrakhan State Technical University  
16 Tatishcheva Street, Astrakhan,  
414056, Russia  
Tel.: (8512) 61-42-98  
Fax: (8512) 61-43-66  
E-mail: [vestnik\\_astu@astu.org](mailto: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, 2022

# СОДЕРЖАНИЕ

## УПРАВЛЕНИЕ, МОДЕЛИРОВАНИЕ, АВТОМАТИЗАЦИЯ

- Имангазиева А. В.* Управление сетью цепочной структуры с использованием метода вспомогательного контура в условиях больших по амплитуде возмущений .....7
- Коротков В. В.* Информационное моделирование технологических процессов с применением цепей массового обслуживания ..... 16
- Немчинов Д. В., Селиверстова А. Н., Немчинова А. Л.* Управление рисками аварийных ситуаций на опасном производственном объекте (установка каталитического риформинга) .....22

## КОМПЬЮТЕРНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

- Головко С. В., Головко Ю. А.* Программно-аппаратный комплекс диагностики состояния электрических изоляторов на основе технического зрения .....30

## СИСТЕМЫ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИЙ И СЕТЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

- Нечаев Ю. Б., Пешков И. В., Фортунова Н. А., Зайцева И. Н., Арнаутков Е. А.* Совершенствование формы плоских антенных решеток для повышения точности радиолокации со сверхразрешением .....38
- Пищин О. Н., Пузанков Д. С., Лыдкина К. С.* Методика расчета влияния фактора сезонности на распространение радиоволн в южных регионах России вблизи гидросферных объектов в диапазоне ультравысоких частот .....51

## УПРАВЛЕНИЕ В СОЦИАЛЬНЫХ И ЭКОНОМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

- Федорова Н. В., Акперов И. Г.* Нечеткие модели в планировании инвестиций .....61
- Скульский Д. В., Шуршев В. Ф., Шиккульский М. И., Гайрабекова Т. И.* Управление бизнес-процессами в муниципальных образованиях на основе искусственного интеллекта .....71

## ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

- Сибикина И. В., Кучин И. Ю., Шихбабаева К. А.* Разработка электронного обучающего курса для специалистов в сфере информационной безопасности .....80
- Гордяскина Т. В., Грошева Л. С.* Методика обучения основам моделирования и практической реализации блоков многоканального приемного устройства .....94

## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ ЖУРНАЛА

- «ВЕСТНИК АСТРАХАНСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ТЕХНИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. СЕРИЯ: УПРАВЛЕНИЕ, ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА И ИНФОРМАТИКА»..... 105**

# CONTENTS

## MANAGEMENT, MODELING, AUTOMATION

<i>Imangazieva A. V.</i> Chain network control by using auxiliary loop method under large-amplitude disturbances .....	7
<i>Korotkov V. V.</i> Information modeling technological processes by using queuing chains .....	16
<i>Nemchinov D. V., Seliverstova A. N., Nemchinova A. L.</i> Emergency risk management at hazardous production facility (catalytic reforming unit).....	22

## COMPUTER SOFTWARE AND COMPUTING EQUIPMENT

<i>Golovko S. V., Golovko Ju. A.</i> Software and hardware complex based on technical vision for diagnosing electrical insulators .....	30
---	----

## TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND NETWORK TECHNOLOGIES

<i>Nechaev Yu. B., Peshkov I. V., Fortunova N. A., Zaitseva I. N., Arnautov E. A.</i> Improving the shapes of planar antenna arrays to improve accuracy of radar with super-resolution .....	38
<i>Pishchin O. N., Puzankov D. S., Liydkina K. S.</i> Methods of calculating influence of seasonality factor on propagation of radio waves in southern regions of Russia close to hydrospheric objects in ultra-high frequency range.....	51

## SOCIAL AND ECONOMIC SYSTEMS MANAGEMENT

<i>Fedorova N. V., Akperov I. G.</i> Fuzzy models in investment planning.....	61
<i>Skulsky D. V., Shurshev V. F., Shikulsky M. I., Gairabekova T. I.</i> Management of business processes in municipal institution by using AI .....	71

## INFORMATION TECHNOLOGIES IN EDUCATIONAL ACTIVITY

<i>Sibikina I. V., Kuchin I. Yu., Shikhbabaeva K. A.</i> Developing e-learning course for information security specialists .....	80
<i>Gordyaskina T. V., Grosheva L. S.</i> Methods of teaching basics of modeling and practical implementation of blocks of multichannel receiver .....	94

## RULES TO THE AUTHORS OF THE JOURNAL

“VESTNIK OF ASTRAKHAN STATE TECHNICAL UNIVERSITY. SERIES: MANAGEMENT, COMPUTER SCIENCE AND INFORMATICS” .....	105
--	-----