

ISSN 2072-8964

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

НАУЧНО - ТЕХНИЧЕСКИЙ ЖУРНАЛ

5 (145) 2024

№ 5(145) 2024

Издается с 2002 года. Выходит 6 раз в год.

Учредитель – федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева» (ОГУ имени И.С. Тургенева)

Главный редактор – **Константинов Игорь Сергеевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Белгород)

Редакционная коллегия

Зам. главного редактора – **Коськин Александр Васильевич**, доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Аверченков Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Брянский государственный технический университет (Брянск)

Еременко Владимир Тарасович – доктор технических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Иванников Александр Дмитриевич – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник, лауреат премий Правительства РФ в области образования за 1998 и 2008 гг., ФГБУН Институт проблем проектирования в микроэлектронике РАН (Москва)

Кузичкин Олег Рудольфович – доктор технических наук, профессор, почетный работник высшего профессионального образования РФ, Белгородский государственный национальный исследовательский университет (Белгород)

Подмастерьев Константин Валентинович – доктор технических наук, профессор, заслуженный работник высшей школы РФ, почетный работник высшего профессионального образования РФ, почетный работник науки и техники РФ, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Попков Юрий Соломонович – доктор технических наук, профессор, академик РАН заслуженный деятель науки РФ, Институт системного анализа ФИЦ ИУ РАН (Москва)

Раков Владимир Иванович – доктор технических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Соколов Игорь Анатольевич – доктор технических наук, профессор, академик РАН, лауреат премии Правительства РФ в области науки и техники, Институт прикладной информатики РАН, ВМК МГУ им. Ломоносова (Москва), ФИЦ ИУ РАН (Москва)

Савина Ольга Александровна – доктор экономических наук, профессор, Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева (Орел)

Сдано в набор 11.11.2024 г.

Подписано в печать 15.11.2024 г.

Дата выхода в свет 29.11.24 г.

Формат 70х108 / 16

Усл. печ. л. 7,5. Тираж 300 экз. Цена свободная

Заказ № 284

Отпечатано с готового оригинал-макета на полиграфической базе

ФГБОУ ВО «ОГУ имени И.С. Тургенева»,

302026, г. Орел, ул. Комсомольская, 95

Подписной индекс 15998 по объединенному каталогу

«Пресса России»

на сайтах www.pressa-rf.ru, www.akc.ru

Материалы статей печатаются в авторской редакции.

Право использования произведений предоставлено авторами на основании п.2 ст. 1286 Четвертой части ГК РФ.

Журнал входит в Перечень ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, определенных ВАК для публикации трудов на соискание ученых степеней кандидатов и докторов наук.

Рубрики номера

1. Математическое и компьютерное моделирование.....5-43
2. Информационные технологии в социально-экономических и организационно-технических системах44-74
3. Математическое и программное обеспечение вычислительной техники и автоматизированных систем.....75-108
4. Телекоммуникационные системы и компьютерные сети.....109-116
5. Информационная безопасность и защита информации.....117-134

Перечень специальностей ВАК

2.2.8. Методы и приборы контроля и диагностики материалов, изделий, веществ и природной среды (технические науки)

2.2.15. Системы, сети и устройства телекоммуникаций (технические науки)

2.3.1. Системный анализ, управление и обработка информации (технические науки)

2.3.3. Автоматизация и управление технологическими процессами и производствами (технические науки)

2.3.4. Управление в организационных системах (технические науки)

Редакция

Федорова Наталья Юрьевна

Митин Александр Александрович

Адрес издателя журнала

302026, Орловская область г. Орел,

ул. Комсомольская, 95

+7(4862) 75-13-18 www.oreluniver.ru

E-mail: info@oreluniver.ru

Адрес редакции

302020, Орловская область, г. Орел,

Наугорское шоссе, 40

+7(4862) 43-49-56

[www. https://oreluniver.ru/science/journal/isit](http://www.https://oreluniver.ru/science/journal/isit)

E-mail: Fedorovanat57@mail.ru

Зарегистрировано в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций.

Свидетельство о регистрации средства массовой информации ПИ №ФС 77-67168 от 16.09.2016 г.

© ОГУ имени И.С. Тургенева, 2024

Editor-in-chief – Konstantinov Igor Sergeevich, doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Belgorod state national research university (Belgorod)

Editorial board

Deputy Editor-in-Chief - Koskin Alexander Vasilyevich, doctor of engineering sciences, professor, honored worker of higher education of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Averchenkov Vladimir Ivanovich – doctor of engineering sciences, professor, honored scientist of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Bryansk state technical university (Bryansk)

Eremenko Vladimir Tarasovich – doctor of engineering sciences, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Ivannikov Alexander Dmitrievich – doctor of engineering sciences, professor, chief researcher, laureate of the Government of the Russian Federation in the field of education for 1998 and 2008, Institute of design problems in microelectronics of the Russian Academy of Sciences (Moscow)

Kuzichkin Oleg Rudolfovich – doctor of engineering sciences, professor, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, Belgorod state national research university (Belgorod)

Podmasteriev Konstantin Valentinovich – doctor of engineering sciences, professor, honored worker of higher education of the Russian Federation, honorary worker of higher professional education of the Russian Federation, honorary worker of science and technology of the Russian Federation, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Popkov Yuri Solomonovich – doctor of engineering sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, honored scientist of the Russian Federation, Institute of system analysis of the ITI RAS

Rakov Vladimir Ivanovich – doctor of engineering sciences, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

Sokolov Igor Anatolyevich – doctor of engineering sciences, professor, academician of the Russian Academy of Sciences, laureate of the Russian Government Prize in Science and Technology, Institute of Applied Informatics of the Russian Academy of Sciences, Lomonosov Moscow State University (Moscow), FITI RAS (Moscow)

Savina Olga Aleksandrovna – doctor of economics, professor, Orel state university named after I.S. Turgenev (Orel)

In this number

1. Mathematical and computer simulation.....5-43
2. Information technologies in social and economic and organizational-technical systems.....44-74
3. Software of the computer facilities and the automated systems.....75-108
4. Telecommunication systems and computer networks.....109-116
5. Information and data security.....117-134

List of specialties of the Higher Attestation Commission

- 2.2.8. Methods and devices for monitoring and diagnostics of materials, products, substances and the natural environment (engineering I sciences)
- 2.2.15. Telecommunication systems, networks and devices (engineering I sciences)
- 2.3.1. System analysis, management and information processing (engineering sciences)
- 2.3.3. Automation and control of technological processes and productions (engineering sciences)
- 2.3.4. Management in organizational systems (engineering sciences)

The editors

Fedorova Natalia Yurievna
Mitin Alexander Alexandrovich

It is sent to the printer's on 11.11.2024

15.11.2024 is put to bed

Date of publication 29.11.24

Format 70x108 / 16

Convent. printer's sheets 7,5. Circulation 300 copies

Free price

The order № 284

It is printed from a ready dummy layout

on polygraphic base of Orel State University

302026, Orel, Komsomolskaya street, 95

Index on the catalogue

«Pressa Rossii» 15998

www.pressa-rr.ru and www.akc.ru

The address of the publisher of journal

302026, Orel region, Orel,
Komsomolskaya street, 95
(4862) 75-13-18; www.oreluniver.ru;
E-mail: info@oreluniver.ru

The address of the editorial office

302020, Orel region, Orel, Highway Naugorskoe, 40
(4862) 43-49-56;
[www. https://oreluniver.ru/science/journal/isit](https://oreluniver.ru/science/journal/isit);
E-mail: Fedorovanat57@mail.ru

*The materials of the articles are printed in the author's edition.
The right to use the works is granted by the authors on the basis of clause 2 of Article 1286 of the Fourth Part of the Civil Code of the Russian Federation.*

Journal is included into the list of the Higher Attestation Commission for publishing the results of theses for competition the academic degrees.

Journal is registered in Federal Service for Supervision in the Sphere of Telecom, Information Technologies and Mass Communications.

*The certificate of registration
ПИ №ФС 77-67168 от 16 сентября 2016 г.*

СОДЕРЖАНИЕ

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

<i>С.С. АЛИЕВА, Г.З. БАЙРАМОВ</i> Многофакторный информационный метод обнаружения возгорания в лесу.....	5-11
<i>С.Л. БАБАРИНОВ, Е.В. БУРДАНОВА, В.В. РУМБЕШТ, Д.В. ЧЕЛЯДИНОВ</i> Последовательности со сверхособыми структурными свойствами.....	12-17
<i>Г.С. ВАСИЛЬЕВ, О.А. ИВАЩУК, О.Р. КУЗИЧКИН, Д.И. СУРЖИК</i> Спектральная методика идентификации термоэлектрических элементов Пельтье на основе кусочно-линейной аппроксимации.....	18-26
<i>Е.А. ВОЛКОВА</i> Метод прогнозирования экологических и метеорологических параметров атмосферного воздуха.....	27-34
<i>А.В. ФЕДОРОВ, А.В. ШИРШИН</i> Сравнение алгоритмов классификации полимерных композиционных материалов на основе текстурного анализа данных рентгеновской компьютерной томографии.....	35-43

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

<i>В.В. МУРОМЦЕВ</i> Один из подходов к разработке прототипов устройств, осуществляющих цифровую обработку сигналов.....	44-51
<i>Р.И. МУХАМЕТЬЯНОВА</i> Интеллектуальная система поддержки принятия решений при управлении инновационной активностью производственного предприятия.....	52-57
<i>Е.А. НИКУЙКО, Е.С. ОРЛОВА, М.В. ПАТУРОЕВ, Н.Е. ПРОШКИН</i> Повышение качества образовательного процесса за счет внедрения автоматизированной информационной системы.....	58-65
<i>Н.С. ПЯТКОВ, Е.А. ФЕДОТОВ, А.А. ШАМРАЕВ, Е.О. ШАМРАЕВА</i> Клиент-серверное взаимодействие в рамках соревновательных онлайн игр.....	66-74

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

<i>Ш.М. АРХЕБАМЕН, П.В. ЛУКЬЯНОВ</i> Разработка спецификаций для программы игры в шахматы с альтернативными правилами.....	75-82
<i>Д.О. БОБЫНЦЕВ, В.А. КИРЕЕВ</i> Программно-аппаратный комплекс тестирования алгоритма работы вычислительной системы помощи водителю при перестроении.....	83-92
<i>В.Г. ВОРОПАЕВ, А.Ю. УЖАРИНСКИЙ, В.А. ФРОЛОВА</i> Разработка подсистемы «психолого-педагогическое сопровождение» для электронной информационно-образовательной среды ОГУ имени И.С. Тургенева.....	93-99
<i>Д.И. ПОПОВ</i> Адаптивное режектирование пассивных помех при возбуждении периода повторения.....	100-108

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

<i>К.А. БАТЕНКОВ, О.Н. КАТКОВ, А.В. КОЗЛЕНКО</i> Анализ оперативных норм параметров ошибок каналов и трактов синхронной цифровой иерархии.....	109-116
---	---------

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

<i>А.А. БАБЕНКО, А.А. ДАНЬШИНА, Н.С. ФЕДОРОВ, В.Г. ЯРИКОВ</i> Разработка метода защиты графической информации от утечек в информационных системах.....	117-126
<i>О.М. ГОЛЕМБИОВСКАЯ, И.В. ГОРБАЧЕВ, Е.В. КОНДРАШОВА, В.Ю. ПОПЕНКО, М.Ю. РЫТОВ, А.А. РЯБЦЕВ, К.Е. ШИНАКОВ</i> Разработка методики оценки потенциальной опасности внешнего нарушителя.....	127-134

CONTENT

MATHEMATICAL AND COMPUTER SIMULATION

<i>S.S. ALIEVA, G.Z. BAJRAMOV</i> Multi-factor information method fire detection in the forest.....	5-11
<i>S.L. BABARINOV, E.V. BURDANOVA, V.V. RUMBESHt, D.V. ChELYaDINOV</i> Sequences with super-special structural properties.....	12-17
<i>G.S. VASILY'EV, O.A. IVASHhUK, O.R. KUZICHKIN, D.I. SURZhIK</i> Spectral method for identification of Peltier thermoelectric elements based on piece-linear approximation.....	18-26
<i>E.A. VOLKOVA</i> Method for forecasting environmental and meteorological parameters of atmospheric air.....	27-34
<i>A.V. FYoDOROV, A.V. ShIRShIN</i> Comparison of classification algorithms based on textural analysis of polymer composites x-ray computed tomography data.....	35-43

INFORMATION TECHNOLOGIES IN SOCIAL AND ECONOMIC AND ORGANIZATIONAL-TECHNICAL SYSTEMS

<i>V.V. MUROMCEV</i> One of the approaches to the development of prototypes of devices that carry out digital signal processing.....	44-51
<i>R.I. MUXAMET'YaNOVA</i> Intelligent decision support system in managing innovation activity of a production enterprise.....	52-57
<i>E.A. NIKUJKO, E.S. ORLOVA, M.V. PATUROEV, N.E. PROShKIN</i> Improving the quality of the educational process through the introduction of an automated information system.....	58-65
<i>N.S. PYaTKOV, E.A. FEDOTOV, A.A. ShAMRAEV, E.O. ShAMRAEVA</i> Client-server interaction within competitive online games.....	66-74

SOFTWARE OF THE COMPUTER FACILITIES AND THE AUTOMATED SYSTEMS

<i>Sh.M. ARXEBAMEN, P.V. LUK'YaNOV</i> Impact of alternative rules on the strategy and threshold of entering a game of chess.....	75-82
<i>D.O. BOBY'NCEV, V.A. KIREEV</i> Hardware and software system for testing the algorithm of a driver assistance system during lane changes.....	83-92
<i>V.G. VOROPAEV, A.Yu. UZhARINSKIJ, V.A. FROLOVA</i> Development of a subsystem «psychological and pedagogical support» for the electronic information and educational environment of OSU im. I.S. Turgeneva.....	93-99
<i>D.I. POPOV</i> Adaptive passive interference rejection when wobbling the repetition period.....	100-108

TELECOMMUNICATION SYSTEMS AND COMPUTER NETWORKS

<i>K.A. BATENKOV, O.N. KATKOV, A.V. KOZLENKO</i> Analysis of channel and path error parameters for compliance with long-term standards.....	109-116
--	---------

INFORMATION AND DATA SECURITY

<i>A.A. BABENKO, A.A. DAN'ShINA, N.S. FYoDOROV, V.G. YaRIKOV</i> Development of a method for protecting graphic information from leaks in information systems	117-126
<i>O.M. GOLEMBIOVSKAYa, I.V. GORBACHYoV, E.V. KONDRASHOVA, V.Yu. POPENKO, M.Yu. RY'TOV, A.A. RYaBCEV, K.E. ShINAKOV</i> Development of a methodology for assessing the potential danger of an external intruder.....	127-134

С.С. АЛИЕВА, Г.З. БАЙРАМОВ

**МНОГОФАКТОРНЫЙ ИНФОРМАЦИОННЫЙ МЕТОД
ОБНАРУЖЕНИЯ ВОЗГОРАНИЯ В ЛЕСУ**

Разработан многофакторный информационный метод беспроводного сетевого обнаружения возгорания в лесу. Основу предлагаемого метода составляет возможность проверки достоверности проведенной локации места возгорания, с использованием таких факторов как температура, атмосферное давление, относительная влажность, $PM_{2,5}$; PM_{10} и др. Проверка достоверности результата по одному фактору осуществляется регистрацией максимума целевого функционала после выбора опорных точек при реализации геометрической локации места возгорания. После последовательного использования выбранных факторов для аналогичного геометрического построения проверка достоверности полученного результата предусматривает выявление факта наличия общей зоны пересечения всех зон возгораний, полученных по отдельным факторам.

Ключевые слова: возгорание; информационный метод; лес; локация; беспроводная система.

Алиева С.С., Байрамов Г.З., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Hefeeda M., Bagheri M. Wireless sensor networks for early detection forest fires.
2. Ferreira L.M., Coimbra A.P., Almeida A.T. Autonomous system for wildfire and forest fire early detection and control. – Inventions, 2020.
3. Giglio Louis, Schroeder W., Christopher O. Justice. The Collection 6 MODIS Active Fire Detection Algorithm and Fire Products. – Remote Sensing of Environment, 178:31-41, 2016.
4. Akca D. and other. Pre- and Post-Fire Comparison of Forest Areas in 3D / D. Akca, E. Stylianidis, D. Poli, A. Gruen, O. Altan, M. Hofer, K. Smagas, V. S. Martin, A. Walli, E. Jimeno, A. Garcia // Springer International Publishing, 2019.
5. L. Millan-Garcia and other. An early fire detection algorithm using IP cameras / L. Millan-Garcia, G. Sanchez-Perez, M. Nakano, K. Toscano-Medina, H. Perez-Meana, L. Rojas-Cardenas // Sensors (Switzerland). – Vol. 12. – № 5. – P. 5670-5686, 2012.
6. Tsiourlis G., Andreadakis S., Konstantinidis P. SITHON: A wireless network of in situ optical cameras applied to the early detection-notification-monitoring of forest fires. – Sensors (Switzerland). – Vol. 9. – № 6. – P. 4465-4482, 2009.
7. Koetz B. and other. Multi-source land cover classification for forest fire management based on imaging spectrometry and LiDAR data / B. Koetz, F. Morsdorf, S. van der Linden, T. Curt, B. Allgöwer // For. Ecol. Manage. – Vol. 256. – № 3. – P. 263-271, 2008.
8. Georgiades G., Papageorgiou X.S., Loizou S.G. Integrated forest monitoring system for early fire detection and assessment.
9. Krull W. and other. Early forest fire detection and verification using optical smoke, gas and microwave sensors / W. Krull, R. Tobera, I. Willms, H. Essen, N. Wahl // Procedia engineering, 2012. – 45. – P. 584-594.
10. Son B., Her Y., Kim J. A design and implementation of forestfires surveillance system based on wireless sensor networks for South Korea mountains // Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur., 2006. – Vol. 6. – № 9. – P. 124-130.
11. Trinath Basu M. and other. IoT based forest fire detection system / M. Trinath Basu, R. Karthik, J. Mahitha, V. Lokesh Reddy // Int. J. Eng. Technol., 2018. – Vol. 7. – № 2. – P. 124-126.
12. Ulucinar A.R., Korpeoglu I., Cetin A.E. A Wi-Fi cluster based wireless sensor network application and deployment for wildfire detection // Int. J. Distrib. Sens. Networks, 2014. – Vol. 10.
13. Lim C.H. and other. Can satellite-based data substitute for surveyed data to predict the spatial probability of forest fire? A geostatistical approach to forest fire in the Republic of Korea / C.H.

Lim, Y.S. Kim, M. Won, S.J. Kim, W.K. Lee // Geomatics, Nat. Hazards Risk, 2019. – Vol. 10. – № 1. – P. 719-739.

14. Benzekri W. and other. Early forest fire detection with low power wireless sensors networks / W. Benzekri, A. El Moussati, O. Moussaoui, M. Berrajaa // LNEE, Advances in Smart Technologies Applications and Case Studies, in press.
 15. Grace, Asplund, Ely, Intorf, Droeg, The Osborne Fire finder the basic lookout tools: Firemans Guide California Region. – U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2013.
 16. Cao Y. and other. An attention enhanced bidirectional LSTM for early forest fire smoke recognition / Y. Cao, F. Yang, Q. Tang, X. Lu // IEEE Access, 2019. – Vol. 7. – P. 154732-154742.
- ain P., Wang X., Flannigan M.D. Trend analysis of fire season length and extreme fire weather in North America between 1979 and 2015 // Int. J. Wildl. Fire, 2017. – Vol. 26. – № 12. – P.

льсголец Л.Э. Дифференциальные уравнения и вариационное исчисление. – М.: Высшая школа, 1074. – 472 с.

Алиева Севда Салман гызы

Институт Экологии Национального Аэрокосмического Агентства, г. Баку, Азербайджанская Республика

Кандидат технических наук, начальник отдела

E-mail: sevdaaliyeva0601@gmail.com

Байрамов Гусейн Закир оглы

Институт Экологии Национального Аэрокосмического Агентства, г. Баку, Азербайджанская Республика

Докторант

E-mail: huseynbayramov0228@gmail.com

S.S. ALIEVA (*Candidate of Engineering Sciences, Head of Department*)

G.Z. BAJRAMOV (*Doctoral Student*)

Institute of Ecology of the National Aerospace Agency, Baku, Republic of Azerbaijan

MULTI-FACTOR INFORMATION METHOD FIRE DETECTION IN THE FOREST

A multifactor information method for wireless network fire detection in a forest has been developed. The basis of the proposed method is the ability to check the reliability of the location of the fire using factors such as temperature, atmospheric pressure, relative humidity, PM2.5; PM10, etc. checking the reliability of the result for one factor is carried out by registering the maximum of the target functional after selecting reference points when implementing the geometric location of the fire site. After sequential use of the selected factors for a similar geometric construction, checking the reliability of the obtained result involves identifying the fact of the presence of a common zone of intersection of all fire zones obtained from individual factors.

Keywords: *fire; information method; forest; location; wireless system.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Hefeeda M., Bagheri M. Wireless sensor networks for early detection forest fires.
2. Ferreira L.M., Coimbra A.P., Almeida A.T. Autonomous system for wildfire and forest fire early detection and control. – Inventions, 2020.
3. Giglio Louis, Schroeder W., Christopher O. Justice. The Collection 6 MODIS Active Fire Detection Algorithm and Fire Products. – Remote Sensing of Environment, 178:31-41, 2016.
4. Akca D. and other. Pre- and Post-Fire Comparison of Forest Areas in 3D / D. Akca, E. Stylianidis, D. Poli, A. Gruen, O. Altan, M. Hofer, K. Smagas, V. S. Martin, A. Walli, E. Jimeno, A. Garcia // Springer International Publishing, 2019.

5. L. Millan-Garcia and other. An early fire detection algorithm using IP cameras / L. Millan-Garcia, G. Sanchez-Perez, M. Nakano, K. Toscano-Medina, H. Perez-Meana, L. Rojas-Cardenas // Sensors (Switzerland). – Vol. 12. – № 5. – P. 5670-5686, 2012.
6. Tsiourlis G., Andreadakis S., Konstantinidis P. SITHON: A wireless network of in situ optical cameras applied to the early detection-notification-monitoring of forest fires. – Sensors (Switzerland). – Vol. 9. – № 6. – P. 4465-4482, 2009.
7. Koetz B. and other. Multi-source land cover classification for forest fire management based on imaging spectrometry and LiDAR data / B. Koetz, F. Morsdorf, S. van der Linden, T. Curt, B. Allgöwer // For. Ecol. Manage. – Vol. 256. – № 3. – P. 263-271, 2008.
8. Georgiades G., Papageorgiou X.S., Loizou S.G. Integrated forest monitoring system for early fire detection and assessment.
9. Krull W. and other. Early forest fire detection and verification using optical smoke, gas and microwave sensors / W. Krull, R. Tobera, I. Willms, H. Essen, N. Wahl // Procedia engineering, 2012. – 45. – P. 584-594.
10. Son B., Her Y., Kim J. A design and implementation of forestfires surveillance system based on wireless sensor networks for South Korea mountains // Int. J. Comput. Sci. Netw. Secur., 2006. – Vol. 6. – № 9. – P. 124-130.
11. Trinath Basu M. and other. IoT based forest fire detection system / M. Trinath Basu, R. Karthik, J. Mahitha, V. Lokesh Reddy // Int. J. Eng. Technol., 2018. – Vol. 7. – № 2. – P. 124-126.
12. Ulucinar A.R., Korpeoglu I., Cetin A.E. A Wi-Fi cluster based wireless sensor network application and deployment for wildfire detection // Int. J. Distrib. Sens. Networks, 2014. – Vol. 10.
13. Lim C.H. and other. Can satellite-based data substitute for surveyed data to predict the spatial probability of forest fire? A geostatistical approach to forest fire in the Republic of Korea / C.H. Lim, Y.S. Kim, M. Won, S.J. Kim, W.K. Lee // Geomatics, Nat. Hazards Risk, 2019. – Vol. 10. – № 1. – P. 719-739.
14. Benzekri W. and other. Early forest fire detection with low power wireless sensors networks / W. Benzekri, A. El Moussati, O. Moussaoui, M. Berrajaa // LNEE, Advances in Smart Technologies Applications and Case Studies, in press.
15. Grace, Asplund, Ely, Intorf, Droeg, The Osborne Fire finder the basic lookout tools: Firemans Guide California Region. – U.S. Department of Agriculture Forest Service, 2013.
16. Cao Y. and other. An attention enhanced bidirectional LSTM for early forest fire smoke recognition / Y. Cao, F. Yang, Q. Tang, X. Lu // IEEE Access, 2019. – Vol. 7. – P. 154732-154742.
17. Jain P., Wang X., Flannigan M.D. Trend analysis of fire season length and extreme fire weather in North America between 1979 and 2015 // Int. J. Wildl. Fire, 2017. – Vol. 26. – № 12. – P. 1009-1020, 2017.
18. Jel'sgol'c L.Je. Differencial'nye uravnenija i variacionnoe ischislenie. – M.: Vysshaja shkola, 1074. – 472 s.

УДК 519.115.8

С.Л. БАБАРИНОВ, Е.В. БУРДАНОВА, В.В. РУМБЕШТ, Д.В. ЧЕЛЯДИНОВ

ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТИ СО СВЕРХОСОБЫМИ СТРУКТУРНЫМИ СВОЙСТВАМИ

Статья освещает вопрос классификации последовательностей. Особое внимание уделено последовательностям со сверхособыми структурными свойствами, показано их положение в общей классификации последовательностей. В статье описано выделение класса последовательностей со сверхособыми структурными, создание метода порождения периодических последовательностей с конечной областью значений, при условии, что эта область просто множество, о котором кроме элементов ничего не известно.

Ключевые слова: комбинаторная задача; чисто периодическая последовательность; длина периода; подсчет количества; упорядоченное мультимножество.

©Бабаринов С.Л., Бурданова Е.В., Румбешт В.В., Челядинов Д.В., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Румбешт В.В., Бурданова Е.В., Ломазова В.И. Комбинаторика чисто периодических последовательностей над конечным алфавитом символов шифруемого текста. Информационные системы и технологии, 2021. – № 6(128). – С. 5-13.
2. Самофалов К.Г. Прикладная теория цифровых автоматов. К.: Вища шк., 1987. – 375 с.
3. Поляков В.И., Скорубский В.И., Экало Ю.В., Применение факториальной системы для решения комбинаторных задач. – Изв. вузов: Приборостроение, 2015. – Т. 58. – № 6. – С. 436-442.

Бабаринов Сергей Леонидович

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород

Кандидат технических наук, доцент кафедры Информационно-телекоммуникационных систем и технологий

Тел.: 8 (4722) 30-13-00 *2174

E-mail: babarinov@bsu.edu.ru

Бурданова Екатерина Васильевна

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород

Кандидат технических наук, доцент кафедры МиПОИС

Тел.: 8 (4722) 30-13-00 * 2175

E-mail: burdanova@bsu.edu.ru

Румбешт Вадим Валерьевич

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры МиПОИС

Тел.: 8 (4722) 30-13-00 * 2175

E-mail: rumbesht@bsu.edu.ru

Челядинов Дмитрий Вадимович

Белгородский юридический институт МВД России им. И.Д. Путилина, г. Белгород

Кандидат технических наук, преподаватель кафедры оперативно-розыскной деятельности

S.L. BABARINOV (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Information and Telecommunication Systems and Technologies)

E.V. BURDANOVA (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor of the Department of Mathematical Software of Information Systems)

V.V. RUMBESH T (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Mathematical Software of Information Systems) Belgorod State National Research University, Belgorod

D.V. ChELYaDINOV (Candidate of Engineering Sciences, Teacher of the Department of Operational Investigative Activities) Belgorod Law Institute of the Ministry of Internal Affairs of Russia named after I.D. Putilin, Belgorod

SEQUENCES WITH SUPER-SPECIAL STRUCTURAL PROPERTIES

The article covers the issue of classification of sequences. Particular attention is paid to sequences with super-special structural properties, their position in the general classification of sequences is shown. The article describes the selection of a class of sequences with super-special structural properties, the creation of a method for generating periodic sequences with a finite range of values, provided that this range is simply a set about which nothing is known except for elements.

Keywords: combinatorial problem; purely periodic sequence; period length; counting the number; an ordered multiset.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Rumbesht V.V., Burdanova E.V., Lomazova V.I. Kombinatorika chisto periodicheskikh posledovatel'nostej nad konechnym alfavitom simvolov shifruemogo teksta. Informacionnye sistemy i tehnologii, 2021. – № 6(128). – S. 5-13.
2. Samofalov K.G. Prikladnaja teorija cifrovych avtomatov. K.: Vishha shk., 1987. – 375 s.
3. Poljakov V.I., Skorubskij V.I., Jekalo Ju.V., Primenenie faktorial'noj sistemy dlja reshenija kombinatornyh zadach. – Izv. vuzov: Priborostroenie, 2015. – T. 58. – № 6. – S. 436-442.

УДК 681.5.08

Г.С. ВАСИЛЬЕВ, О.А. ИВАЩУК, О.Р. КУЗИЧКИН, Д.И. СУРЖИК

СПЕКТРАЛЬНАЯ МЕТОДИКА ИДЕНТИФИКАЦИИ ТЕРМОЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ ПЕЛЬТЬЕ НА ОСНОВЕ КУСОЧНО-ЛИНЕЙНОЙ АППРОКСИМАЦИИ

Функционирование термоэлектрической системы в стационарном режиме часто неэффективно, т.к. не дает возможности гибкого управления температурным режимом. Проектирование термоэлектрических устройств и систем в переходных режимах требует идентификации их динамических моделей, в первую очередь, объекта управления – термоэлектрического модуля Пельтье. Как правило, известные методики идентификации предполагают вычисление параметров дробно-рациональной передаточной функции (или, что эквивалентно, авторегрессионной модели) объекта контроля. При этом рост точности идентификации требует повышения порядка модели и связан с существенными вычислительными затратами. Предлагаемая методика идентификации требует определение временных зависимостей управляющего тока и температурного отклонения, расчет их спектров на основе кусочно-линейной аппроксимации и расчет комплексной передаточной функции как отношение спектров выходного и входного сигналов. Представлены расчетные соотношения кусочно-линейных аппроксимирующих функций, спектральных плотностей и временных форм входных и выходных параметров исследуемой модели. Рассчитаны амплитудно-частотная характеристика АЧХ и фазо-частотная характеристика ФЧХ модуля Пельтье. Низкая среднеквадратическая погрешность идентификации амплитудно-частотной характеристики и фазочастотной характеристики показала эффективность предложенной методики идентификации.

Ключевые слова: элемент Пельтье; переходной режим; кусочно-линейная функция; спектральный метод.

©Васильев Г.С., Иващук О.А., Кузичкин О.Р., Суржик Д.И., 2024

Статья подготовлена при поддержке государственного задания РФ «Исследование и разработка комплексных энергосберегающих охлаждающих и термоэлектрических регенеративных систем», номер приложения 2019-1497, номер проекта FZWG-2020 -0034.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анатычук Л.И. Термоэлементы и термоэлектрические устройства: справочник. – Киев: Наукова Думка, 1979. – 768 с.
2. Анатычук Л.И. Современное состояние и некоторые перспективы термоэлектричества. – Термоэлектричество, 2007. – № 2. – С. 7-20.
3. Булат Л.П. Термоэлектрические охлаждение. – СПб.: СПбГУНиПТ, 2002. – 147 с.

4. Малкович Б.Е.-Ш. Термоэлектрические модули на основе сплавов теллурида висмута // Доклады XI Межгосударственного семинара «Термоэлектрики и их применение». – Санкт-Петербург, 2008. – С.462-468.
5. Filin S.O., Zakrzewski B. Modern state and prospects of development and production of stationary thermoelectric refrigerators. – Journal of thermoelectricity, 2008. – № 2. – P.71-84.
6. Nagase K., Yamamoto A. Development of durability testing for thermoelectric power generation module. – Journal of Kinzoku materials science and technology, 2016. – № 3. – P.1347-1364.
7. Karami Nabil, Moubayed, Nazih. New modeling approach and validation of a thermoelectric generator, 2014. – 586-591. – DOI: 10.1109/ISIE.2014.6864678.
8. Guiatni Mohamed, Drif, Abdelhamid, Kheddar, Abderrahmane. Thermoelectric Modules: Recursive non-linear ARMA modeling, Identification and Robust Control, 2007. – 568 - 573. – DOI: 10.1109/IECON.2007.4460142.
9. Guiatni Mohamed, Kheddar, Abderrahmane. Modeling Identification and Control of Peltier Thermoelectric Modules for Telepresence. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 2011. – 133. 031010. 10.1115/1.4003381.
10. Jui J.J., Ahmad M.A. A Hybrid Metaheuristic Algorithm for Identification of Continuous-Time Hammerstein Systems, 2021. – Appl Math Model. – Vol. 95. – P. 339-360.
11. Gotmare A., Patidar R., George N.V. Nonlinear System Identification Using a Cuckoo Search Optimized Adaptive Hammerstein Model, 2015. – Expert. Syst. Appl. – Vol. 42. – № 5. – P. 2538-2546.
12. A Duwaish H.N. Identification of Hammerstein Models with Known Nonlinearity Structure Using Particle Swarm Optimization, 2011. – Arab. J. of Sci. Eng. – Vol. 36. – № 7. – P. 1269-1276.
13. Cuevas E. and other. Nonlinear System Identification Based on ANFIS-Hammerstein Model Using Gravitational Search Algorithm / E. Cuevas, P. Díaz, O. Avalos, D. Zaldívar, M. Pérez-Cisneros, – Appl. Intell, 2018. – Vol. 48. – № 1. – P. 182-203.
14. Jui J.J. and other. Identification of Liquid Slosh Behavior Using Continuous-Time Hammerstein Model Based Sine Cosine Algorithm / J.J. Jui, Suid M.H., Musa Z., M.A. Ahmad // In: Proc. of 11th National Technical Seminar on Unmanned System Technology (NUSYS'19). – P. 345-356.
15. Photoon Rung-aroon, Wichakool Warit. System identification of Thermoelectric generator using a first order plus dead time model, 2015. – 1-5. – DOI: 10.1109/ECTICon.2015.7207047.
16. Yi Hu, Wanping Hu, Kai He. PSO Algorithm Based Thermoelectric Cooler Temperature Control System Design // 2019 IEEE 3rd Advanced Information Management, Communicates, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). – DOI:10.1109/IMCEC46724.2019.8984093.
17. Орлов М.Е. Теоретические основы теплотехники. Тепломассообмен. – Ульяновский гос. техн. ун-т. – Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 204 с.
18. Vasilyev G.S., Kurilov I.A., Kharchuk S.M. Analysis of dynamic characteristics of signal converters based on continuous piecewise linear functions. – Scientific and technical Bulletin of the Volga region, 2010. – № 1. – P. 100-104.
19. Kurilov I.A. and other. Research of static characteristics of converters of signals with a nonlinear control device / I.A. Kurilov, G.S. Vasilyev, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // 2011 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). – Proceedings. – Krasnoyarsk: Siberian Federal University. Russia, Krasnoyarsk, September 15-16, 2011. – P. 93-96. – IEEE Catalog Number: CFP13794-CDR, IEEEExplore, <http://conf.sfu-kras.ru/conf/sibcon> – ISBN: 978-1-4577-1069-8/11/2011 IEEE.
20. Vasilyev G.S. and other. Analysis of dynamic characteristics of the nonlinear amplitude-phase converter at complex input influence / G.S. Vasilyev, I.A. Kurilov, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // 2013 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2013. – Catalog Number: CFP13794-CDR. SCOPUS. – IEEEExplore. – ISBN: 978-1-4799-1062-5/13/2013 IEEE. – P. 6693641. – DOI: 10.1109/SIBCON.2013.6693641.
21. Julakha Jahan Jui and other. Thermoelectric cooler identification based on continuous-time Hammerstein model using metaheuristics algorithm / Julakha Jahan Jui, Mohd Ashraf Ahmad, Mohamed Sultan Mohamed Ali, Mohd Anwar Zawawi, Mohd Falfazli Mat Jusof // 2021

International Conference on Software Engineering & Computer Systems and 4th International Conference on Computational Science and Information Management (ICSECS-ICOCSIM), 2021.

22. Huang B.J., Duang C.L. System Dynamic Model and Temperature Control of a Thermoelectric Cooler, 2000. – Int. J. of Refrigeration. – Vol. 23. – № 3. – P. 197-207.

Васильев Глеб Сергеевич

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Тел.: 8 915 751 66 47
E-mail: vasilievgleb@yandex.ru

Иващук Ольга Александровна

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород
Доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой информационных и робототехнических систем
Тел.: 8 (4722) 30-13-76
E-mail: ivaschuk@bsu.edu.ru

Кузичкин Олег Рудольфович

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород
Доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник
Тел.: 8 910 171 39 45
E-mail: Kuzichkin@bsu.edu.ru

Суржик Дмитрий Игоревич

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород
Кандидат технических наук, старший научный сотрудник
Тел.: 8 919 007 48 66
E-mail: arzerum@mail.ru

G.S. VASILY'EV (Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher)

*O.A. IVASHHUK (Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Head of the Department of Information and Robotic Systems)*

O.R. KUZICHKIN (Doctor of Engineering Sciences, Professor, Leading Researcher)

*D.I. SURZHNIK (Candidate of Engineering Sciences, Senior Researcher)
Belgorod State National Research University, Belgorod*

**SPECTRAL METHOD FOR IDENTIFICATION
OF PELTIER THERMOELECTRIC ELEMENTS BASED ON PIECE-LINEAR APPROXIMATION**

The operation of a thermoelectric system in a stationary mode is often ineffective, because does not allow flexible temperature control. The design of thermoelectric devices and systems in transient modes requires the identification of their dynamic models, first of all, the control object - the Peltier thermoelectric module. As a rule, known identification methods involve calculating the parameters of a fractional-rational transfer function (or, equivalently, an autoregressive model) of the control object. In this case, an increase in identification accuracy requires an increase in the model order and is associated with significant computational costs. The proposed identification technique requires determining the time dependences of the control current and temperature deviation, calculating their spectra based on piecewise linear approximation, and calculating the complex transfer function as the ratio of the spectra of the output and input signals. The calculated relationships between piecewise linear approximating functions, spectral densities and time forms of the input and output parameters of the model under study are presented. The amplitude-frequency characteristic of the frequency response and the phase-frequency characteristic of the phase-frequency response of the Peltier module are calculated. The low root mean square error in identifying the amplitude-

frequency characteristics and phase-frequency characteristics showed the effectiveness of the proposed identification method.

Keywords: *energy trigeneration; thermoelectrics; Peltier effect; thermoelectric modules; transfer function; dynamic response.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Anatychuk L.I. Termojelementy i termojelektricheskie ustrojstva: spravocnik. – Kiev: Naukova Dumka, 1979. – 768 s.
2. Anatychuk L.I. Sovremennoe sostojanie i nekotorye perspektivy termojelektrichestva. – Termojelektrichestvo, 2007. – № 2. – S. 7-20.
3. Bulat L.P. Termojelektricheskie ohlazhdenie. – SPb.: SPbGUNiPT, 2002. – 147 s.
4. Malkovich B.E.-Sh. Termojelektricheskie moduli na osnove splavov tellurida vismuta // Doklady XI Mezghosudarstvennogo seminaru «Termojelektriki i ih primeneniye». – Sankt-Peterburg, 2008. – S.462-468.
5. Filin S.O., Zakrzewski B. Modern state and prospects of development and production of stationary thermoelectric refrigerators. – Journal of thermoelectricity, 2008. – № 2. – P.71-84.
6. Nagase K., Yamamoto A. Development of durability testing for thermoelectric power generation module. – Journal of Kinzoku materials science and technology, 2016. – № 3. – P.1347-1364.
7. Karami Nabil, Moubayed, Nazih. New modeling approach and validation of a thermoelectric generator, 2014. – 586-591. – DOI: 10.1109/ISIE.2014.6864678.
8. Guiatni Mohamed, Drif, Abdelhamid, Kheddar, Abderrahmane. Thermoelectric Modules: Recursive non-linear ARMA modeling, Identification and Robust Control, 2007. – 568 - 573. – DOI: 10.1109/IECON.2007.4460142.
9. Guiatni Mohamed, Kheddar, Abderrahmane. Modeling Identification and Control of Peltier Thermoelectric Modules for Telepresence. Journal of Dynamic Systems, Measurement, and Control, 2011. – 133. 031010. 10.1115/1.4003381.
10. Jui J.J., Ahmad M.A. A Hybrid Metaheuristic Algorithm for Identification of Continuous-Time Hammerstein Systems, 2021. – Appl Math Model. – Vol. 95. – P. 339-360.
11. Gotmare A., Patidar R., George N.V. Nonlinear System Identification Using a Cuckoo Search Optimized Adaptive Hammerstein Model, 2015. – Expert. Syst. Appl. – Vol. 42. – № 5. – P. 2538-2546.
12. A Duwaish H.N. Identification of Hammerstein Models with Known Nonlinearity Structure Using Particle Swarm Optimization, 2011. – Arab. J. of Sci. Eng. – Vol. 36. – № 7. – P. 1269-1276.
13. Cuevas E. and other. Nonlinear System Identification Based on ANFIS-Hammerstein Model Using Gravitational Search Algorithm / E. Cuevas, P. Díaz, O. Avalos, D. Zaldívar, M. Pérez-Cisneros, – Appl. Intell, 2018. – Vol. 48. – № 1. – P. 182-203.
14. Jui J.J. and other. Identification of Liquid Slosh Behavior Using Continuous-Time Hammerstein Model Based Sine Cosine Algorithm / J.J. Jui, Suid M.H., Musa Z., M.A. Ahmad // In: Proc. of 11th National Technical Seminar on Unmanned System Technology (NUSYS'19). – P. 345-356.
15. Photoon Rung-aroon, Wichakool Warit. System identification of Thermoelectric generator using a first order plus dead time model, 2015. – 1-5. – DOI: 10.1109/ECTICon.2015.7207047.
16. Yi Hu, Wanping Hu, Kai He. PSO Algorithm Based Thermoelectric Cooler Temperature Control System Design // 2019 IEEE 3rd Advanced Information Management, Communications, Electronic and Automation Control Conference (IMCEC). –DOI:10.1109/IMCEC46724.2019.8984093.
17. Orlov M.E. Teoreticheskie osnovy teplotekhniki. Teplomassoobmen. – Ul'janovskij gos. tehn. un-t. – Ul'janovsk: UIGTU, 2013. – 204 s.
18. Vasilyev G.S., Kurilov I.A., Kharchuk S.M. Analysis of dynamic characteristics of signal converters based on continuous piecewise linear functions. – Scientific and technical Bulletin of the Volga region, 2010. – № 1. – P. 100-104.
19. Kurilov I.A. and other. Research of static characteristics of converters of signals with a nonlinear control device / I.A. Kurilov, G.S. Vasilyev, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // 2011 International Siberian Conference on Control and Communications (SIBCON). – Proceedings. – Krasnoyarsk: Siberian Federal University. Russia, Krasnoyarsk, September 15-16, 2011. – P. 93-96. – IEEE Catalog Number: CFP13794-CDR, IEEEExplore, <http://conf.sfu-kras.ru/conf/sibcon> – ISBN: 978-1-4577-1069-8/11/2011 IEEE.
20. Vasilyev G.S. and other. Analysis of dynamic characteristics of the nonlinear amplitude-phase converter at complex input influence / G.S. Vasilyev, I.A. Kurilov, S.M. Kharchuk, D.I. Surzhik // 2013 International Siberian Conference on Control and Communications, SIBCON 2013. – Catalog Number: CFP13794-CDR. SCOPUS. – IEEEExplore. – ISBN: 978-1-4799-1062-5/13/2013 IEEE. – P. 6693641. – DOI: 10.1109/SIBCON.2013.6693641.

21. Julakha Jahan Jui and other. Thermoelectric cooler identification based on continuous-time Hammerstein model using metaheuristics algorithm / Julakha Jahan Jui, Mohd Ashraf Ahmad, Mohamed Sultan Mohamed Ali, Mohd Anwar Zawawi, Mohd Falfazli Mat Jusof // 2021 International Conference on Software Engineering & Computer Systems and 4th International Conference on Computational Science and Information Management (ICSECS-ICOCSIM), 2021.
22. Huang B.J., Duang C.L. System Dynamic Model and Temperature Control of a Thermoelectric Cooler, 2000. – Int. J. of Refrigeration. – Vol. 23. – № 3. – P. 197-207.

УДК 504.064

Е.А. ВОЛКОВА

МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ И МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В статье представлен новый метод прогнозирования экологических и метеорологических параметров атмосферного воздуха, основанный на комплексном подходе. Метод базируется на комбинации моделей Prophet, SARIMA и LightGBM, каждая из которых ориентирована на анализ временных рядов с учетом их сезонности, трендов и краткосрочных колебаний. Подход включает этапы предобработки данных, автоматической настройки гиперпараметров и объединения прогнозов, что позволяет повысить точность в среднем на 3-56% по сравнению с использованием отдельных моделей. Применение данного метода эффективно для прогнозирования уровня загрязнения атмосферы (например, CO₂, SO₂, PM_{2.5}), особенно в районах с высокой техногенной нагрузкой, что делает его перспективным инструментом для систем мониторинга атмосферного воздуха.

Ключевые слова: прогнозирование экологических параметров; атмосферное загрязнение; временные ряды; Prophet; SARIMA; LightGBM; предобработка данных; комплексный подход; гиперпараметры; мониторинг воздуха.

© Волкова Е.А., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Симбирева, И.Д., Шматова В.М. Применение автоматизации в экологических исследованиях и охране окружающей среды. – Молодой ученый, 2023. – № 46(493). – С. 465-467.
2. Пушилина Ю.Н. Применение современных информационных технологий в экологии. – Автоматизация и современные технологии, 2011. – №. 7. – С. 28-30.
3. Абдукадирова Ф.Б., Турапова Н. Экологический мониторинг и его задачи. – Булатовские чтения, 2018. – Т. 5. – С. 25-27.
4. Хритonenko Д.И. Решение задачи прогнозирования экологического состояния города нейроразвивающимися алгоритмами. – Сибирский аэрокосмический журнал, 2015. – Т. 16. – №. 1. – С. 137-142.
5. Городнова Н.В. Применение искусственного интеллекта в проектах «Smart-экология». – Дискуссия, 2021. – № 2-3(105-106). – С. 34-48.
6. Мухаммадиева Д.К. Разработка моделей и алгоритмов искусственного интеллекта для мониторинга и прогнозирования состояния окружающей среды // INNUC, 2024. – Т. 1. – № 4. – С. 9-15.
7. Потылицына Е.Н., Липинский Л.В., Сугак Е.В. Использование искусственных нейронных сетей для решения прикладных экологических задач. – Современные проблемы науки и образования, 2013. – №. 4. – С. 51-51.
8. Sevryukova E. and other. Development of the Automated Environment Monitoring System / E. Sevryukova, A. Volkov, G. Kuznetsov, A. Bakhtin, A. Golovliov, D. Yakovenko // 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering

- (EIconRus), January 29-February 01, 2018 Moscow and St. Petersburg, Russia, 2018. – P. 1936-1939. – DOI: 10.1109/EIconRus.2018.8317488.
9. Volkova E., Muratchaev S., Volkov A. Development of a Automated Environmental Monitoring System with Forecasting. Futuristic Trends in Network and Communication Technologies. Singapore // FTNCT 2020. – Communications in Computer and Information Science, 31 March 2021. – Vol 1395. – P. 412-421 [Электронный ресурс]. – URL: https://doi.org/10.1007/978-981-16-1480-4_37.
 10. Севрюкова Е.А. и др. Имитационное моделирование системы мониторинга окружающей среды / Е.А. Севрюкова, Е.А. Волкова, А.В. Угроватов, М.Д. Копылова // Известия высших учебных заведений. Электроника: научно-технический журнал. – М.: МИЭТ, 2019. – Т. 25. – № 5. – С. 521-529.
 11. Volkova E. and other. Development of an air quality forecasting model based on neural networks and machine learning methods / E. Volkova, A. Ryabyshenkov, A. Gorelik, S. Muratchaev, I. Zhuravlev // 2024 Conference Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (2024 ElCon), St. Petersburg Electrotechnical University «LETI», 2024, January 29-30, St. Petersburg, Russia. – P. 1003-1006.

Волкова Елена Анатольевна

Национальный исследовательский университет «Московский Институт Электронной Техники», г. Москва, г. Зеленоград

Старший преподаватель Института «Перспективных материалов и технологий»

Тел.: 8 916 254 00 65

E-mail: eavolkova2015@mail.ru

E.A. VOLKOVA (*Senior Lecturer of the Institute of Advanced Materials and Technologies*)
National Research University of Electronic Technology, Moscow

**METHOD FOR FORECASTING ENVIRONMENTAL
AND METEOROLOGICAL PARAMETERS OF ATMOSPHERIC AIR**

The article presents a new method for forecasting environmental and meteorological parameters of atmospheric air, based on a combined approach. This method leverages a blend of Prophet, SARIMA, and LightGBM models, each designed to analyze time series data by accounting for seasonality, trends, and short-term fluctuations. The approach involves data preprocessing, automated hyperparameter tuning, and forecast integration, which improves accuracy by 3–56% compared to individual model use. This method is effective in predicting atmospheric pollutant levels (e.g., CO₂, SO₂, PM_{2.5}), especially in areas with high anthropogenic loads, making it a promising tool for air quality monitoring and management systems.

Keywords: *environmental parameter forecasting; air pollution; time series; Prophet; SARIMA; LightGBM; data preprocessing; combined approach; hyperparameters; air monitoring.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Simbireva, I.D., Shmatova V.M. Primenenie avtomatizacii v jekologicheskikh issledovaniyah i ohrane okruzhajushhej sredy. – Molodoj uchenyj, 2023. – № 46(493). – S. 465-467.
2. Pushilina Ju.N. Primenenie sovremennyh informacionnyh tehnologij v jekologii. – Avtomatizacija i sovremennye tehnologii, 2011. – №. 7. – S. 28-30.
3. Abdukadirova F.B., Turapova N. Jekologicheskij monitoring i ego zadachi. – Bulatovskie chtenija, 2018. – Т. 5. – S. 25-27.
4. Hritonenko D.I. Reshenie zadachi prognozirovaniya jekologicheskogo sostojaniya goroda nejroevoljucionnymi algoritmami. – Sibirskij ajerokosmicheskij zhurnal, 2015. – Т. 16. – №. 1. – S. 137-142.
5. Gorodnova N.V. Primenenie iskusstvennogo intellekta v proektah «Smart-jekologija». – Diskussija, 2021. – № 2-3(105-106). – S. 34-48.
6. Muhammadieva D.K. Razrabotka modelej i algoritmov iskusstvennogo intellekta dlja monitoringa i prognozirovaniya sostojaniya okruzhajushhej sredy // INNUC, 2024. – Т. 1. – № 4. – S. 9-15.
7. Potylicyna E.N., Lipinskij L.V., Sugak E.V. Ispolzovanie iskusstvennyh nejronnyh setej dlja reshenija prikladnyh jekologicheskikh zadach. – Sovremennye problemy nauki i obrazovaniya, 2013. – №. 4. – S. 51-51.

8. Sevryukova E. and other. Development of the Automated Environment Monitoring System / E. Sevryukova, A. Volkov, G. Kuznetsov, A. Bakhtin, A. Golovliov, D. Yakovenko // 2018 IEEE Conference of Russian Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (EIConRus), January 29-February 01, 2018 Moscow and St. Petersburg, Russia, 2018. – P. 1936-1939. – DOI: 10.1109/EIConRus.2018.8317488.
9. Volkova E., Muratchaev S., Volkov A. Development of a Automated Environmental Monitoring System with Forecasting. Futuristic Trends in Network and Communication Technologies. Singapore // FTNCT 2020. – Communications in Computer and Information Science, 31 March 2021. – Vol 1395. – P. 412-421 [Elektronnyj resurs]. – URL: https://doi.org/10.1007/978-981-16-1480-4_37.
10. Sevryukova E.A. i dr. Imitacionnoe modelirovanie sistemy monitoringa okruzhajushhej sredy / E.A. Sevryukova, E.A. Volkova, A.V. Ugrovatov, M.D. Kopylova // Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Jelektronika: nauchno-tehnicheskij zhurnal. – M.: MIJeT, 2019. – T. 25. – № 5. – S. 521-529.
11. Volkova E. and other. Development of an air quality forecasting model based on neural networks and machine learning methods / E. Volkova, A. Ryabyshevskov, A. Gorelik, S. Muratchaev, I. Zhuravlev // 2024 Conference Young Researchers in Electrical and Electronic Engineering (2024 EICon), St. Petersburg Electrotechnical University «LETI», 2024, January 29-30, St. Petersburg, Russia. – P. 1003-1006.

УДК 004.93

А.В. ФЕДОРОВ, А.В. ШИРИН

СРАВНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КЛАССИФИКАЦИИ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ТЕКСТУРНОГО АНАЛИЗА ДАННЫХ РЕНТГЕНОВСКОЙ КОМПЬЮТЕРНОЙ ТОМОГРАФИИ

Рентгеновская компьютерная томография является одним из наиболее информативных методов неразрушающего контроля полимерных композиционных материалов и изделий из них. Одним из важных этапов при этом является сегментация, автоматизация которой представляет исследовательский интерес. В рамках автоматизации, идентификация отдельных, относительно крупных, изотекстурных кластеров способна снизить вычислительную нагрузку. Целью настоящей работы является оценка эффективности методов классификации на основе текстурных признаков для идентификации образцов полимерных композитов с различной структурой.

В качестве показателей для обучения выбраны объемные текстурные (радиомические) характеристики, полученные на основе матриц взаимного распределения уровней серого цвета. Выбрано несколько алгоритмов классификации и оценена их предсказательная способность по метрике каппа Коэна на этапах валидации и тестирования, а также производительность по времени единичного предсказания.

Среди 107 морфологических и объемных текстурных (радиомических) показателей GLCM Difference Average, GLCM Inverse Difference Normalized, GLCM Inverse Variance, GLSZM Size Zone Non Uniformity Normalized и NGTDM Busyness не имели взаимной корреляции для всех образцов. Наибольшую предсказательную способность на этапе валидации продемонстрировал алгоритм случайный лес, он же оказался наиболее медленным (каппа Коэна $0,95 \pm 0,02$, время предсказания $8,49 \pm 0,46$ мс), на этапе тестирования наибольшую предсказательную способность и наименьшее время предсказания показал метод опорных векторов ($0,85 \pm 0,02$ и $0,9 \pm 0,01$ мс, соответственно).

Радиомические характеристики могут быть использованы для идентификации кластеров данных рентгеновской компьютерной томографии, соответствующих изотекстурным зонам изделий из полимерных композитных материалов. Размерность характеристик для обучения алгоритмов может быть существенно снижена без значительного уменьшения предсказательной способности. Среди использованных алгоритмов классификации оптимальным по предсказательной способности и используемым вычислительным ресурсам является метод опорных векторов.

Ключевые слова: полимерные композитные материалы; рентгеновская компьютерная томография; сегментация; текстурный анализ; радиомика; машинное обучение; алгоритмы классификации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Dhakate P.D., Chordia S.N. Shape Memory Polymers and Composites in Aerospace Applications. – International Journal of Engineering Research, 2020. – Vol. 9. – № 11.
2. Valueva M.I. Polymer Composite Materials And Technologies In The Automotive Industry // PVIAM, 2022. – № 1. – P. 53-65.
3. Ramakrishna S. Biomedical applications of polymer-composite materials: a review. – Composites Science and Technology, 2001. – Vol. 61. – № 9. – P. 1189-1224.
4. Pires L., Magalhães F., Moreira Pinto A. New Polymeric Composites Based on Two-Dimensional Nanomaterials for Biomedical Applications. – Polymers, 2022. – Vol. 14. – P. 1464.
5. Oladele I. Applications and Disposal of Polymers and Polymer Composites: a Review, 2022. – Vol. 9. – № 3. – P. 65-89.
6. Chen J., Yu Z., Jin H. Nondestructive testing and evaluation techniques of defects in fiber-reinforced polymer composites: a review. – Frontiers in Materials, 2022. – Vol. 9.
7. Garcea S.C., Wang Y., Withers P. X-ray computed tomography of polymer composites. – Composites Science and Technology, 2017. – Vol. 156.
8. Straumit I., Lomov S., Wevers M. Quantification of the internal structure and automatic generation of voxel models of textile composites from X-ray computed tomography data. – Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2015. – Vol. 69.
9. Berg S. Generation of ground truth images to validate micro-CT image-processing pipelines. – The Leading Edge, 2018. – Vol. 37. – P. 412-420.
10. Distant A., Distant C. Handbook of Image Processing and Computer Vision: Volume 2: From Image to Pattern, 2020.
11. Chauhan S. Processing of rock core microtomography images: Using seven different machine learning algorithms. – Computers & Geosciences, 2016. – Vol. 86. – P. 120-128.
12. Taneja A., Ranjan P., Ujjlayan A. A performance study of image segmentation techniques // 2015 4th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (ICRITO) (Trends and Future Directions). – Noida, India: IEEE, 2015. – P. 1-6.
13. Mendoza A., Trullo R., Wielhorski Y. Descriptive Modeling of Textiles using FE Simulations and Deep Learning. – Composites Science and Technology, 2021. – Vol. 213.
14. Sinchuk Y. Variational and Deep Learning Segmentation of Very-Low-Contrast X-ray Computed Tomography Images of Carbon/Epoxy Woven Composites. – Materials, 2020. – Vol. 13. – P. 936.
15. Auenhammer R. Automated X-ray computer tomography segmentation method for finite element analysis of non-crimp fabric reinforced composites. – Composite Structures, 2020. – Vol. 256. – P. 113136.
16. Naouar N. 3D composite reinforcement meso F.E. analyses based on X-ray computed tomography. – Composite Structures, 2015. – Vol. 132. – P. 1094-1104.
17. Dawwd S. GLCM based Parallel Texture Segmentation using a Multicore Processor. – The International Arab Journal of Information Technology, 2019. – Vol. 16. – № 1. – P. 8-16.
18. Sukemi, Sukrisno E. Identification using the K -Means Clustering and Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) At Maturity Fruit Oil Head // 2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC). – Semarang, Indonesia: IEEE, 2019. – P. 1-4.
19. Anand R. GLCM Feature-Based Texture Image Classification Using Machine Learning Algorithms // Smart Computer Vision / ed. Kumar B.V. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – P. 103-125.
20. Fedorov A. 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. – Magn Reson Imaging, 2012. – Vol. 30. – № 9. – P. 1323-1341.
21. Zack G.W., Rogers W.E., Latt S.A. Automatic measurement of sister chromatid exchange frequency // J Histochem Cytochem, 1977. – Vol. 25. – № 7. – P. 741-753.
22. Haralick R., Shanmugam K., Dinstein I. Textural Features for Image Classification // IEEE Trans Syst Man Cybern, 1973. – Vol. SMC-3. – P. 610-621.
23. Galloway M.M. Texture analysis using gray level run lengths. – Computer Graphics and Image

- Processing, 1975. – Vol. 4. – № 2. – P. 172-179.
24. Sun C., Wee W.G. Neighboring gray level dependence matrix for texture classification. – Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 1983. – Vol. 23. – № 3. – P. 341-352.
 25. Thibault G. Texture Indexes and Gray Level Size Zone Matrix Application to Cell Nuclei Classification, 2009. – P. 140-145.
 26. Amadasun M., King R. Textural features corresponding to textural properties // IEEE Trans. Syst., Man, Cybern, 1989. – Vol. 19. – № 5. – P. 1264-1274.
 27. Biau G., Scornet E., Welbl J. Neural Random Forests // Sankhya A., 2016. – Vol. 81. – № 2.
 28. Singh A., Halgamuge M., Lakshmiganthan R. Impact of Different Data Types on Classifier Performance of Random Forest, Naïve Bayes, and K-Nearest Neighbors Algorithms. – International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 2017. – Vol. 8.
 29. Yang A. Application of SVM and its Improved Model in Image Segmentation. – Mobile Netw Appl, 2022. – Vol. 27. – № 3. – P. 851-861.
 30. Xu Haixiang. Performance evaluation of SVM in image segmentation // 2008 9th International Conference on Signal Processing. Beijing, China: IEEE, 2008. – P. 1207–1210.
 31. Caruana R. Meta Clustering // Proc. ICDM, 2006. – P. 107-118.

Федоров Алексей Владимирович

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург
Доктор технических наук, профессор, профессор факультета систем управления и робототехники
Тел.: 8 (812) 457-18-58
E-mail: afedor62@yandex.ru

Ширшин Александр Вадимович

ФГАОУ ВО «Национальный исследовательский университет ИТМО», г. Санкт-Петербург
Аспирант факультета систем управления и робототехники
Тел.: 8 (812) 457-18-58
E-mail: asmdot@gmail.com

*A.V. FYoDOROV (Doctor of Engineering Sciences, Professor,
Professor of the Faculty of Control Systems and Robotics)*

*A.V. ShIRShIN (Post-graduate Student of the Faculty of Control Systems and Robotics)
ITMO University, Saint Petersburg*

**COMPARISON OF CLASSIFICATION ALGORITHMS BASED ON TEXTURAL ANALYSIS
OF POLYMER COMPOSITES X-RAY COMPUTED TOMOGRAPHY DATA**

X-ray computed tomography is one of the most informative methods of non-destructive testing of polymer composite materials and products made from them. One of the important stages in this process is segmentation, the automation of which is of research interest. As part of automation, the identification of individual, relatively large, isotextural clusters can reduce the computational load. The aim of this study is to evaluate the effectiveness of classification methods based on textural features for the identification of samples of polymer composites with different structures.

Volumetric textural (radiomic) characteristics obtained on the basis of matrices of the mutual distribution of gray levels are selected as indicators for training. Several classification algorithms have been selected and their predictive ability according to the Kappa Cohen metric at the validation and testing stages, as well as performance in terms of time of a single prediction, has been evaluated.

Among 107 morphological and volumetric textural (radiomic) indicators, GLCM Difference Average, GLCM Inverse Difference Normalized, GLCM Inverse Variation, GLSZM Size Zone Non Uniformity Normalized and NGTDM Business did not have a mutual correlation for all samples. The random forest algorithm demonstrated the greatest predictive ability at the validation stage, it also turned out to be the slowest (Cohen's kappa 0.95 ± 0.02 , prediction time 8.49 ± 0.46 ms), at the testing stage the support vector method showed the greatest predictive ability and the shortest prediction time (0.85 ± 0.02 and 0.9 ± 0.01 ms, respectively).

Radiomic characteristics can be used to identify clusters of X-ray computed tomography data corresponding to the isotexture zones of products made of polymer composite materials. The dimensionality of the characteristics for learning algorithms can be significantly reduced without significantly reducing the predictive ability. Among the classification algorithms used, the support vector machine method is optimal in terms of predictive ability and computational resources used.

Keywords: *polymer composite materials; X-ray computed tomography; segmentation; texture analysis; radiomics; machine learning; classification algorithms.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Dhakate P.D., Chordia S.N. Shape Memory Polymers and Composites in Aerospace Applications. – International Journal of Engineering Research, 2020. – Vol. 9. – № 11.
2. Valueva M.I. Polymer Composite Materials And Technologies In The Automotive Industry // PVIAM, 2022. – № 1. – P. 53-65.
3. Ramakrishna S. Biomedical applications of polymer-composite materials: a review. – Composites Science and Technology, 2001. – Vol. 61. – № 9. – P. 1189-1224.
4. Pires L., Magalhães F., Moreira Pinto A. New Polymeric Composites Based on Two-Dimensional Nanomaterials for Biomedical Applications. – Polymers, 2022. – Vol. 14. – P. 1464.
5. Oladele I. Applications and Disposal of Polymers and Polymer Composites: a Review, 2022. – Vol. 9. – № 3. – P. 65-89.
6. Chen J., Yu Z., Jin H. Nondestructive testing and evaluation techniques of defects in fiber-reinforced polymer composites: a review. – Frontiers in Materials, 2022. – Vol. 9.
7. Garcea S.C., Wang Y., Withers P. X-ray computed tomography of polymer composites. – Composites Science and Technology, 2017. – Vol. 156.
8. Straumit I., Lomov S., Wevers M. Quantification of the internal structure and automatic generation of voxel models of textile composites from X-ray computed tomography data. – Composites Part A: Applied Science and Manufacturing, 2015. – Vol. 69.
9. Berg S. Generation of ground truth images to validate micro-CT image-processing pipelines. – The Leading Edge, 2018. – Vol. 37. – P. 412-420.
10. Distant A., Distant C. Handbook of Image Processing and Computer Vision: Volume 2: From Image to Pattern, 2020.
11. Chauhan S. Processing of rock core microtomography images: Using seven different machine learning algorithms. – Computers & Geosciences, 2016. – Vol. 86. – P. 120-128.
12. Taneja A., Ranjan P., Ujjlayan A. A performance study of image segmentation techniques // 2015 4th International Conference on Reliability, Infocom Technologies and Optimization (ICRITO) (Trends and Future Directions). – Noida, India: IEEE, 2015. – P. 1-6.
13. Mendoza A., Trullo R., Wielhorski Y. Descriptive Modeling of Textiles using FE Simulations and Deep Learning. – Composites Science and Technology, 2021. – Vol. 213.
14. Sinchuk Y. Variational and Deep Learning Segmentation of Very-Low-Contrast X-ray Computed Tomography Images of Carbon/Epoxy Woven Composites. – Materials, 2020. – Vol. 13. – P. 936.
15. Auenhammer R. Automated X-ray computer tomography segmentation method for finite element analysis of non-crimp fabric reinforced composites. – Composite Structures, 2020. – Vol. 256. – P. 113136.
16. Naouar N. 3D composite reinforcement meso F.E. analyses based on X-ray computed tomography. – Composite Structures, 2015. – Vol. 132. – P. 1094-1104.
17. Dawwd S. GLCM based Parallel Texture Segmentation using a Multicore Processor. – The International Arab Journal of Information Technology, 2019. – Vol. 16. – № 1. – P. 8-16.
18. Sukemi, Sukrisno E. Identification using the K -Means Clustering and Gray Level Co-occurrence Matrix (GLCM) At Maturity Fruit Oil Head // 2019 Fourth International Conference on Informatics and Computing (ICIC). – Semarang, Indonesia: IEEE, 2019. – P. 1-4.
19. Anand R. GLCM Feature-Based Texture Image Classification Using Machine Learning Algorithms // Smart Computer Vision / ed. Kumar B.V. – Cham: Springer International Publishing, 2023. – P. 103-125.
20. Fedorov A. 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. – Magn Reson Imaging, 2012. – Vol. 30. – № 9. – P. 1323-1341.
21. Zack G.W., Rogers W.E., Latt S.A. Automatic measurement of sister chromatid exchange frequency // J Histochem Cytochem, 1977. – Vol. 25. – № 7. – P. 741-753.
22. Haralick R., Shanmugam K., Dinstein I. Textural Features for Image Classification // IEEE Trans Syst Man Cybern, 1973. – Vol. SMC-3. – P. 610-621.
23. Galloway M.M. Texture analysis using gray level run lengths. – Computer Graphics and Image Processing, 1975. – Vol. 4. – № 2. – P. 172-179.
24. Sun C., Wee W.G. Neighboring gray level dependence matrix for texture classification. – Computer Vision, Graphics, and Image Processing, 1983. – Vol. 23. – № 3. – P. 341-352.
25. Thibault G. Texture Indexes and Gray Level Size Zone Matrix Application to Cell Nuclei Classification, 2009. – P. 140-145.
26. Amadasun M., King R. Textural features corresponding to textural properties // IEEE Trans. Syst., Man, Cybern, 1989. – Vol. 19. – № 5. – P. 1264-1274.
27. Biau G., Scornet E., Welbl J. Neural Random Forests // Sankhya A., 2016. – Vol. 81. – № 2.

28. Singh A., Halgamuge M., Lakshmiganthan R. Impact of Different Data Types on Classifier Performance of Random Forest, Naïve Bayes, and K-Nearest Neighbors Algorithms. – International Journal of Advanced Computer Science and Applications, 2017. – Vol. 8.
29. Yang A. Application of SVM and its Improved Model in Image Segmentation. – Mobile Netw Appl, 2022. – Vol. 27. – № 3. – P. 851-861.
30. Xu Haixiang. Performance evaluation of SVM in image segmentation // 2008 9th International Conference on Signal Processing. Beijing, China: IEEE, 2008. – P. 1207–1210.
31. Caruana R. Meta Clustering // Proc. ICDM, 2006. – P. 107-118.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ
И ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ

УДК 004.3'12, 004.4'23

В.В. МУРОМЦЕВ

**ОДИН ИЗ ПОДХОДОВ К РАЗРАБОТКЕ ПРОТОТИПОВ УСТРОЙСТВ,
ОСУЩЕСТВЛЯЮЩИХ ЦИФРОВУЮ ОБРАБОТКУ СИГНАЛОВ**

Рассмотрены бизнес-процессы изготовления прототипов устройств, осуществляющих цифровую обработку сигналов. Предложены подходы к улучшению организации работ по созданию прототипов устройств. Рассмотрен пример организации работ по созданию прототипов устройств, осуществляющих цифровую обработку сигналов на базе цифрового сигнального процессора.

Ключевые слова: бизнес-процесс; цифровая обработка сигналов; цифровой сигнальный процессор.

©Муромцев В.В., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суркова Н.Е., Остроух А.В. Методология структурного проектирования информационных систем: монография. – Красноярск: Научно-инновационный центр, 2014. – 190 с.
2. Сайт компании «MathWorks» // MATLAB [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>, свободный (дата обращения: 30.10.2024)
3. Engage. Российская платформа математических вычислений и динамического моделирования [Электронный ресурс]. – URL: <https://start.engage.com/> (дата обращения: 30.10.2024).
4. Оськин Д.А., Громашева О.С., Дьяченко М.Е. Модельно-ориентированный подход для автоматизации генерации программного С-кода для встраиваемых систем из модели MATLAB/SIMULINK // Современные наукоемкие технологии. – 2018. – № 10. – С. 92-97 [Электронный ресурс]. – URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37201> (дата обращения: 30.10.2024).
5. Сайт компании «Farnell» // ADSP-21262 SHARC Embedded Processor, 2005. – 48 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.farnell.com/datasheets/39115.pdf> (дата обращения 30.10.2024).
6. Сайт компании «Farnell» // ADSP-21262 EZ-KIT Lite Evaluation System Manual, 2006. – 83 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.farnell.com/datasheets/715555.pdf> (дата обращения 30.10.2024).
7. Муромцев В.В. Установка для исследования алгоритмов цифровой обработки звуковых сигналов. – Информационные системы и технологии, 2009. – № 5(55). – С.12-17.
8. Корсунов Н.И., Муромцев В.В. Программное обеспечение для исследования и реализации алгоритмов цифровой обработки сигналов на базе оценочного комплекта

ADSP-21262 EZ-KIT LITE. – Вопросы радиоэлектроники. – Сер. ЭВТ, 2011. – Вып.1. – С.149-154.

9. Сайт компании «Farnell» // VisualDSP++ 5.0 Getting Started Guide, 2007. – 128 с. [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.farnell.com/datasheets/1603445.pdf> (дата обращения 30.10.2024).
10. Сайт компании «National Instruments» // What is NI LabVIEW? [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ni.com/en/shop/labview.html>. (дата обращения 30.10.2024).

Муромцев Виктор Владимирович

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва

Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры индустриального программирования

Тел.: 8 951 762 22 29

E-mail: muromtsev@mirea.ru

V.V. MUROMCEV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Industrial Programming*)
MIREA – Russian Technological University, Moscow

**ONE OF THE APPROACHES TO THE DEVELOPMENT OF PROTOTYPES
OF DEVICES THAT CARRY OUT DIGITAL SIGNAL PROCESSING**

The business processes of manufacturing prototypes of devices performing digital signal processing are considered. Approaches to improving the organization of work on the creation of prototypes of devices are proposed. An example of the organization of work on the creation of prototypes of devices that perform digital signal processing based on a digital signal processor is considered.

Keywords: business process; digital signal processing; digital signal processor.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Surkova N.E., Ostrouh A.V. Metodologija strukturnogo proektirovanija informacionnyh sistem: monografija. – Krasnojarsk: Nauchno-innovacionnyj centr, 2014. – 190 s.
2. Sajt kompanii «MathWorks» // MATLAB [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>, svobodnyj (data obrashhenija: 30.10.2024)
3. Engee. Rossijskaja platforma matematicheskikh vychislenij i dinamicheskogo modelirovanija [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://start.engee.com/> (data obrashhenija: 30.10.2024).
4. Os'kin D.A., Gromasheva O.S., D'jachenko M.E. Model'no-orientirovannyj podhod dlja avtomatizacii generacii programmogo S-koda dlja vstraivaemyh sistem iz modeli MATLAB/SIMULINK // Sovremennye naukoemkie tehnologii. – 2018. – № 10. – S. 92-97 [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37201> (data obrashhenija: 30.10.2024).
5. Sajt kompanii «Farnell» // ADSP-21262 SHARC Embedded Processor, 2005. – 48 s. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.farnell.com/datasheets/39115.pdf> (data obrashhenija 30.10.2024).
6. Sajt kompanii «Farnell» // ADSP-21262 EZ-KIT Lite Evaluation System Manual, 2006. – 83 s. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.farnell.com/datasheets/715555.pdf> (data obrashhenija 30.10.2024).
7. Muromcev V.V. Ustanovka dlja issledovanija algoritmov cifrovoj obrabotki zvukovyh signalov. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2009. – № 5(55). – S.12-17.
8. Korsunov N.I., Muromcev V.V. Programmnoe obespechenie dlja issledovanija i realizacii algoritmov cifrovoj obrabotki signalov na baze ocenochного комплекта ADSP-21262 EZ-KIT LITE. – Voprosy radiojelektroniki. – Ser. JeVT, 2011. – Vyp.1. – S.149-154.
9. Sajt kompanii «Farnell» // VisualDSP++ 5.0 Getting Started Guide, 2007. – 128 s. [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.farnell.com/datasheets/1603445.pdf> (data obrashhenija 30.10.2024).
10. Sajt kompanii «National Instruments» // What is NI LabVIEW? [Jelektronnyj resurs]. – URL: <https://www.ni.com/en/shop/labview.html>. (data obrashhenija 30.10.2024).

УДК 004.8

Р.И. МУХАМЕТЬЯНОВА

**ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ
ПРИ УПРАВЛЕНИИ ИННОВАЦИОННОЙ АКТИВНОСТЬЮ
ПРОИЗВОДСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

В условиях современной российской экономики предприятия для сохранения конкурентных преимуществ реализуют инновационные проекты. Одним из основных факторов успешной реализации проектов является изменение показателей инновационной активности. Насыщенность деятельности предпринимателей инновационными решениями определяет внедрение новых или совершенствование используемых технологий, в том числе онтологическое моделирование,

Ключевые слова: инновационный проект; принятие решений; база правил; искусственный интеллект; онтология.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилова Т.А., Хорошевский В.Ф. Базы знаний интеллектуальных систем. – СПб: Питер, 2000. – 384 с.
2. Барышева А.В и др. Инновационный менеджмент: учебное пособие / А.В. Барышева, К.В. Балдин, М.М. Ищенко, И.И. Передеряев. – Москва: Дашков и К, 2017. – 3-е изд. – 380 с.
3. Леоненков А.В. Нечеткое моделирование в среде MATLAB и fuzzyTECH. – СПб: БХВ-Петербург, 2003. – 736 с.
4. Прийма С.Н., Панин А.В. Использование компьютерных онтологий в качестве инструмента обеспечения прозрачности европейской и национальной структур квалификаций. – Образовательные технологии и общество, 2013. – Т.16 – № 3 – С. 450-464.
5. Попов А.Л. Системы поддержки принятия решений: учебно-метод. Пособие. – Екатеринбург: Урал. гос. ун-т, 2008. – 80 с.
6. Черняховская Л.Р., Мухаметьянова Р.И., Сиротина А.А. Улучшение системы менеджмента качества промышленных предприятий на основе использования корпоративных знаний. – Научный журнал «Онтология проектирования», 2023. – № 2. – Том 13, 2023. – С. 247-281.
7. Gruber T. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Principles of Knowledge Representation and Reasoning KR'91 (Cambridge, MA, USA, April 22-25, 1991): proc. of the 2nd Intern. Conf. Cambridge: Morgan Kaufmann, 1991. – P. 601-602.
8. Gruber T. Toward Principles for the Design of Ontologies used fo knowledge sharing. – International Journal of Human-Compute Studies, 1995. – V. 43. – P. 907-928.
9. Guarino N. Formal ontology in information systems // Proceedings of FOIS'98 (Trento, Italy, 6-8 June 1998). – Amsterdam: IOS Press, 1998. – P. 3-15.
10. Jang J.-S. R. ANFIS: Adaptive Network-based Fuzzy Inference System // IEEE Trans. on Syst., Man and Cybernetics, 1993. – № 23. – С. 665-685.
11. Keen P.G.W., Scott Morton M.S. Decision Support Systems: an organizational perspective. – MA: Addison-Wesley, 1978. – 264 с.

Мухаметьянова Регина Ильфатовна

ФГБОУ ВО «Уфимский университет науки и технологий», г. Уфа

Преподаватель кафедры технической кибернетики Института информатики, математики и робототехники

E-mail: lequell@mail

R.I. MUXAMET'YaNOVA (Lecturer at the Department of Technical Cybernetics,
Institute of Informatics, Mathematics and Robotics)

INTELLIGENT DECISION SUPPORT SYSTEM IN MANAGING INNOVATION ACTIVITY OF A PRODUCTION ENTERPRISE

In modern economic conditions, in order to maintain a competitive position in the market, the company implements innovative projects. One of the main factors for the successful implementation of the project is the change in indicators of innovation activity, which should be understood as the saturation of the activities of entrepreneurs with innovative solutions, namely, how often new technologies are developed and implemented or the technologies used in their economic turnover are improved.

Keywords: project; intellectual system support for making management decisions; rule base; ontological model; innovative activity.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Gavrilova T.A., Horoshevskij V.F. Bazy znaniy intellektual'nyh sistem. – SPb: Piter, 2000. – 384 s.
2. Barysheva A.V i dr. Innovacionnyj menedzhment: uchebnoe posobie / A.V. Barysheva, K.V. Baldin, M.M. Ishhenko, I.I. Perederjaev. – Moskva: Dashkov i K, 2017. – 3-e izd. – 380 s.
3. Leonenkov A.V. Nechetkoe modelirovanie v srede MATLAB i fuzzYTECH. – SPb: BHV-Peterburg, 2003. – 736 s.
4. Prijma S.N., Panin A.V. Ispol'zovanie komp'yuternyh ontologij v kachestve instrumenta obespechenija prozrachnosti evropejskoj i nacional'noj struktur kvalifikacij. – Obrazovatel'nye tehnologii i obshhestvo, 2013. – T.16 – № 3 – S. 450-464.
5. Popov A.L. Sistemy podderzhki prinjatija reshenij: uchebno-metod. Posobie. – Ekaterinburg: Ural. gos. un-t, 2008. – 80 s.
6. Chernjahovskaja L.R., Muhamet'janova R.I., Sirotina A.A. Uluchshenie sistemy menedzhmenta kachestva promyshlennyh predpriyatij na osnove ispol'zovanija korporativnyh znaniy. – Nauchnyj zhurnal «Ontologija proektirovanija», 2023. – № 2. – Tom 13, 2023. – S. 247-281.
7. Gruber T. The role of common ontology in achieving sharable, reusable knowledge bases // Principles of Knowledge Representation and Reasoning KR'91 (Cambridge, MA, USA, April 22-25, 1991): proc. of the 2nd Intern. Conf. Cambridge: Morgan Kaufmann, 1991. – P. 601-602.
8. Gruber T. Toward Principles for the Design of Ontologies used fo knowledge sharing. – International Journal of Human-Compute Studies, 1995. – V. 43. – P. 907-928.
9. Guarino N. Formal ontology in information systems // Proceedings of FOIS'98 (Trento, Italy, 6-8 June 1998). – Amsterdam: IOS Press, 1998. – R. 3-15.
10. Jang J.-S. R. ANFIS: Adaptive Network-based Fuzzy Inference System // IEEE Trans. on Syst., Man and Cybernetics, 1993. – № 23. – C. 665-685.
11. Keen P.G.W., Scott Morton M.S. Decision Support Systems: an organizational perspective. – MA: Addison-Wesley, 1978. – 264 c.

УДК 004.42

Е.А. НИКУЙКО, Е.С. ОРЛОВА, М.В. ПАТУРОЕВ, Н.Е. ПРОШКИН

ПОВЫШЕНИЕ КАЧЕСТВА ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ

В условиях глобального внедрения цифровых технологий происходит экспоненциальный рост объема передаваемых данных, в результате, среди информационного шума становится сложнее воспринять важную информацию. Данная проблема активно проявляется и в образовании, когда студенты остаются в неведении важной информации, что негативно сказывается на качестве образования. Вследствие чего, авторы ставят целью выявление недостатков существующих информационных систем с последующим предложением концептуальной автоматизированной информационной системы, для повышения информированности студентов и как следствие повышения качества образования. Алгоритм программы основан на выдаче предметной информации

соответствующим категориям пользователей, с целью не перегружать участников образовательного процесса избыточной информацией. Процесс передачи информации происходит диалоговом формате, с предусмотренными ответами на типовые вопросы

Ключевые слова: *высшее образование; качество образования; цифровизация; информационное пространство; цифровая трансформация; цифровые технологии.*

©Никуйко Е.А., Орлова Е.С., Патуроев М.В., Прошкин Н.Е., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Orlova E. and other. Digital Tools in Educational Activities2024 / E. Orlova, N. Proshkin, Y. Prudnikova, A. Ulanova // 7th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino), 2024. – Moscow, Russian Federation. – P. 1-4. – DOI: 10.1109/Inforino60363.2024.10552006.
2. Владимир Путин: «Успешное будущее человека зависит от качественного образования и разностороннего развития» // Министерство просвещения Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://edu.gov.ru/press/6323/vladimir-putin-uspeshnoe-budushee-cheloveka-zavisit-ot-kachestvennogo-obrazovaniya-i-raznostoronnego-razvitiya/> (дата обращения: 14.06.2024).
3. Измайлова М.А., Корнева Е.Ю. Проблемы качества высшего образования и его социальной миссии. – Стандарты и качество, 2022. – № 3. – С. 100-103. – DOI 10.35400/0038-9692-2022-3-240-21. – EDN BKIQTZ.
4. Кадеева, О. Е., Сырицына В.Н. Чат-боты и особенности их использования в образовании– Информатика в школе, 2020. – № 10(163). – С. 45-53. – DOI 10.32517/2221-1993-2020-19-10-45-53. – EDN UQLYTR.
5. Павличева Е.Н., Соломатин А.К., Федин Ф.О. Моделирование предметной области в целях создания автоматизированной информационной системы управления довузовской подготовки школьников. – Информационные системы и технологии, 2021. – № 6(128). – С. 47-55. – EDN KMLYHX.
6. Статистика (июль 2024) // Инклиент [Электронный ресурс]. – URL: <https://inclient.ru> (дата обращения: 04.07.2024).
7. Морозова О.И. и др. Цифровая трансформация российского образования как главный вектор развития цифровой экономики / О.И. Морозова, АВ. Семенихина, Д.Н. Торгачев, А.А. Федотов // Информационные системы и технологии, 2021. – № 3(125). – С. 50-57. – EDN WQVXWQ.

Никуйко Ефим Александрович

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва
Бакалавр, лаборант кафедры Менеджмента в энергетике и промышленности
Тел.: 8 (495) 362-77-06
E-mail: NikuykoYA@mpei.ru

Орлова Екатерина Сергеевна

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва
Старший преподаватель кафедры Менеджмента в энергетике и промышленности
Тел.: 8 (495) 362-77-06
E-mail: OrlovaYS@mpei.ru

Патуроев Михаил Васильевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва
Кандидат технических наук, доцент кафедры Менеджмента в энергетике и промышленности
Тел.: 8 (495) 362-78-82
E-mail: PaturayevMV@mpei.ru

Прошкин Никита Евгеньевич

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ», г. Москва
Магистр, инженер кафедры Менеджмента в энергетике и промышленности

Тел.: 8 (495) 362-77-06
E-mail: ProshkinNY@mpei.ru

E.A. NIKUJKO (*Bachelor, Laboratory Assistant, Department of Management in Energy and Industry*)

E.S. ORLOVA (*Senior Lecturer at the Department of Management in Energy and Industry*)

M.V. PATUROEV (*Candidate of Engineering Sciences,
Associate Professor, Department of Management in Energy and Industry*)

N.E. PROSHKIN (*Master Student, Engineer, Department of Management in Energy and Industry
National Research University «Moscow Power Engineering Institute», Moscow*)

IMPROVING THE QUALITY OF THE EDUCATIONAL PROCESS THROUGH THE INTRODUCTION OF AN AUTOMATED INFORMATION SYSTEM

In the context of the global introduction of digital technologies, there is an exponential growth in the volume of transmitted this, as a result, among information noise, becomes more difficult to perceive important information. This problem also manifests itself in education, where students are left in ignorance of important information, which negatively affects the quality of education. As a result, the authors aim to identify the shortcomings of existing information systems with the subsequent proposal of a conceptual automated information system, to increase the awareness of students and as a consequence of improving the quality of education. The algorithm of the program is based on the issue of subject information to the relevant categories of users, in order not to overload the participants of the educational process with excessive information. The process of transmission of information takes place in a dialogue format, with the envisaged answers to standard questions.

Keywords: *higher education; quality of education; digitalization; information space; digital transformation; digital technologies.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Orlova E. and other. Digital Tools in Educational Activities 2024 / E. Orlova, N. Proshkin, Y. Prudnikova, A. Ulanova // 7th International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino), 2024. – Moscow, Russian Federation. – P. 1-4. – DOI: 10.1109/Inforino60363.2024.10552006.
2. Vladimir Putin: «Uspeshnoe budushchee cheloveka zavisi ot kachestvennogo obrazovaniya i raznostoronnego razvitiya» // Ministerstvo prosveshcheniya Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://edu.gov.ru/press/6323/vladimir-putin-uspeshnoe-budushchee-cheloveka-zavisi-ot-kachestvennogo-obrazovaniya-i-raznostoronnego-razvitiya/> (data obrashheniya: 14.06.2024).
3. Izmajlova M.A., Korneva E.Ju. Problemy kachestva vysshego obrazovaniya i ego social'noj missii. – Standarty i kachestvo, 2022. – № 3. – S. 100-103. – DOI 10.35400/0038-9692-2022-3-240-21. – EDN BKIQTZ.
4. Kadeeva, O. E., Syricyna V.N. Chat-boty i osobennosti ih ispol'zovaniya v obrazovanii–Informatika v shkole, 2020. – № 10(163). – S. 45-53. – DOI 10.32517/2221-1993-2020-19-10-45-53. – EDN UQLYTR.
5. Pavlicheva E.N., Solomatin A.K., Fedin F.O. Modelirovanie predmetnoj oblasti v celjah sozdaniya avtomatizirovannoj informacionnoj sistemy upravleniya dovuzovskoj podgotovki shkol'nikov. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2021. – № 6(128). – S. 47-55. – EDN KMLYHX.
6. Statistika (ijul' 2024) // Inklient [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://inclient.ru> (data obrashheniya: 04.07.2024).
7. Morozova O.I. i dr. Cifrovaja transformacija rossijskogo obrazovaniya kak glavnyj vektor razvitiya cifrovoj jekonomiki / O.I. Morozova, A.V. Semenihina, D.N. Torgachev, A.A. Fedotov // Informacionnye sistemy i tehnologii 2021. – № 3(125). – S. 50-57. – EDN WQVXWQ.

УДК 004.424

Н.С. ПЯТКОВ, Е.А. ФЕДОТОВ, А.А. ШАМРАЕВ, Е.О. ШАМРАЕВА

КЛИЕНТ-СЕРВЕРНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ В РАМКАХ СОРЕВНОВАТЕЛЬНЫХ ОНЛАЙН ИГР

В статье рассмотрены и проанализированы ключевые аспекты клиент-серверного взаимодействия в контексте соревновательных онлайн игр. Исследованы методы минимизации задержки реакции игры на действия игрока, обеспечивающие плавный игровой процесс. Особое внимание уделено интерполяции данных на сервере и экстраполяции данных на клиенте, как основным техникам сглаживания и прогнозирования положения игровых объектов. Отмечены достоинства и недостатки различных стратегий предварительной проверки ввода на стороне клиента, облегчающих задачу сервера и улучшающих общую производительность системы. В статье также предложены методы оптимизации процесса. Проведен анализ методов интерполяции и экстраполяции данных, их влияния на восприятие игроками игрового процесса. Также были исследованы возможности устранения недостатков, связанных с задержками при передаче данных между клиентом и сервером. Сделаны выводы о перспективах дальнейшего развития технологий клиент-серверного взаимодействия в онлайн играх.

Ключевые слова: клиент-серверная архитектура; игровая архитектура; сетевые игры; интерполяция данных; экстраполяция данных.

© Пятков Н.С., Федотов Е.А., Шамраев А.А., Шамраева Е.О., 2024

Работа выполнена в рамках реализации федеральной программы поддержки университетов «Приоритет 2030» с использованием оборудования на базе Центра высоких технологий БГТУ им. В.Г. Шухова.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Server Gate Клиент-серверная архитектура [Электронный ресурс]. – URL: <https://servergate.ru/articles/klient-servernaya-arkhitektura/> (дата обращения: 06.06.2024).
2. Орехов В.С. Межсетевое взаимодействие в компьютерных играх // Сборник трудов Международной научно-технической конференции молодых ученых БГТУ им. В.Г. Шухова, посвященная 170-летию со дня рождения В.Г. Шухова, 2023 г. – С. 277-280.
3. Клиент-серверное взаимодействие в современных онлайн-играх [Электронный ресурс]. – URL: <https://dev-cs.ru/threads/1884/> (дата обращения: 06.06.2024).
4. Source Multiplayer Networking [Электронный ресурс]. – URL: https://developer.valvesoftware.com/wiki/Source_Multiplayer_Networking/ru (дата обращения: 06.06.2024).
5. Network Working Group Internet-Draft: Reliable UDP protocol [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ietf.org/archive/id/draft-ietf-sigtran-reliable-udp-00.txt> (дата обращения 18.05.2024).
6. Quake 3 source code review: network model (part 3 of 5) [Электронный ресурс]. – URL: <https://fabiansanglard.net/quake3/network.php> (дата обращения 06.06.2024).
7. Шамраев Ал.А. и др. Подходы к проектированию игровых сущностей при разработке игр на C# [Текст] / Ал.А. Шамраев, В.А. Вавилин, С.Н. Степанов, Е.О. Шамраева // Сборник трудов международной молодежной школы «Инженерия-XXI», г. Новороссийск, 21-22 апреля 2023г. – С.128-129.
8. Фролова Ю.С. и др. Анализ методов проектирования игровых сущностей при разработке игр в Unity / Ю.С. Фролова, Ал.А. Шамраев, Ан.А. Шамраев, Е.О. Шамраева // Информационные системы и технологии, 2023 г. – С. 44-51.

Пятков Никита Сергеевич

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,

г. Белгород
Студент
Тел.: 8 (4722) 54-98-53
E-mail: pyatkovnise@gmail.com

Федотов Евгений Александрович

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
г. Белгород
Старший преподаватель кафедры программного обеспечения вычислительной техники и автоматизированных систем
Тел.: 8 (4722) 54-98-53
E-mail: efedotov@hotmail.com

Шамраев Александр Анатольевич

ФГБОУ ВО «Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова»,
г. Белгород
Студент
Тел.: 8 (4722) 54-98-53
E-mail: shamraev.alexandr@gmail.com

Шамраева Елена Олеговна

ФГАОУ ВО «Белгородский государственный национальный исследовательский университет»,
г. Белгород
Тел.: 8 (4722) 30-13-76
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры информационных и робототехнических систем
E-mail: shamraeva@bsu.edu.ru

N.S. PYATKOV (*Student*)

E.A. FEDOTOV (*Senior Lecturer at the Department of Computer Software and Automated Systems*)

A.A. SHAMRAEV (*Student*)

Belgorod State Technological University named after V. G. Shukhov, Belgorod

E.O. SHAMRAEVA (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor at the Department of Information and Robotics Systems
Belgorod State National Research Research University, Belgorod*)

CLIENT-SERVER INTERACTION WITHIN COMPETITIVE ONLINE GAMES

The article examines and analyzes the key aspects of client-server interaction in the context of competitive online games. Methods for minimizing game response delay to player actions, ensuring a smooth gaming experience, are explored. Particular attention is given to data interpolation on the server and data extrapolation on the client as the main techniques for smoothing and predicting the positions of game objects. The pros and cons of various client-side input pre-validation strategies, which ease the server's burden and improve overall system performance, are highlighted. The article also proposes methods for optimizing the data processing on the server. An analysis of data interpolation and extrapolation methods, their impact on players' perception of the gaming process, and the possibilities for overcoming issues related to data transmission delays between the client and server was conducted. Conclusions are drawn about the prospects for further development of client-server interaction technologies in online games.

Keywords: *client-server architecture; gaming architecture; network games; data interpolation; data extrapolation.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Server Gate Klient-servernaja arhitektura [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://servergate.ru/articles/klient-servernaya-arkhitektura/> (data obrashhenija: 06.06.2024).

2. Orekhov V.S. Mezhssetevoye vzaimodeystvie v komp'yuternykh igrakh // Sbornik trudov Mezhdunarodnoy nauchno-tehnicheskoy konferencii molodykh uchenykh BGTU im. V.G. Shuhova, posvjashhennaya 170-letiju so dnja rozhdenija V.G. Shuhova, 2023 g. – S. 277-280.
3. Klient-servernoye vzaimodeystvie v sovremennykh onlajn-igrakh [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://dev-cs.ru/threads/1884/> (data obrashhenija: 06.06.2024).
4. Source Multiplayer Networking [Elektronnyy resurs]. – URL: https://developer.valvesoftware.com/wiki/Source_Multiplayer_Networking/ru (data obrashhenija: 06.06.2024).
5. Network Working Group Internet-Draft: Reliable UDP protocol [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://www.ietf.org/archive/id/draft-ietf-sigtran-reliable-udp-00.txt> (data obrashhenija 18.05.2024).
6. Quake 3 source code review: network model (part 3 of 5) [Elektronnyy resurs]. – URL: <https://fabiansanglard.net/quake3/network.php> (data obrashhenija 06.06.2024).
7. Shamraev A.A. i dr. Podhody k proektirovaniyu igrovyyh sushhnostey pri razrabotke igr na C# [Tekst] / A.A. Shamraev, V.A. Vavilin, S.N. Stepanov, E.O. Shamraeva // Sbornik trudov mezhdunarodnoy molodezhnoy shkoly «Inzheneriya-XXI», g. Novorossiysk, 21-22 aprelja 2023g. – S.128-129.
8. Frolova Ju.S. i dr. Analiz metodov proektirovaniya igrovyyh sushhnostey pri razrabotke igr v Unity / Ju.S. Frolova, A.A. Shamraev, A.A. Shamraev, E.O. Shamraeva // Informacionnye sistemy i tehnologii, 2023 g. – S. 44-51.

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ И ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ

УДК 004.01

Ш.М. АРХЕБАМЕН, П.В. ЛУКЬЯНОВ

**РАЗРАБОТКА СПЕЦИФИКАЦИЙ ДЛЯ ПРОГРАММЫ ИГРЫ
В ШАХМАТЫ С АЛЬТЕРНАТИВНЫМИ ПРАВИЛАМИ**

В данной статье исследуется, как введение альтернативных правил в шахматы может изменить стратегию игры и снизить порог вхождения для новых игроков. Анализируются изменения в динамике игры, вызванные нововведениями, демонстрируется потенциал для обогащения игрового процесса и привлечения более широкой аудитории к игре шахматы. Приводится функциональная, информационная и поведенческая спецификации, а также макет пользовательского интерфейса для разрабатываемой игры.

Ключевые слова: разработка спецификаций; шахматы; шахматы-960; шведские шахматы; вилка; альтернативные правила; усиленные пешки; динамическая доска; теневая фигура.

© Архебамен Ш.М., Лукьянов П.В., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ласкер Э. Учебник шахматной игры [Электронный ресурс]. – URL: <https://usermanual.wiki/Document/laskermanualofchessru.2137468874.pdf> (дата обращения: 01.03.2024).
2. Стефанишина Е.И., Комалова Л.Р. Влияние фактора «игра в шахматы» на уровень когнитивных способностей человека [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-faktora-igra-v-shahmaty-na-uroven-kognitivnyh-sposobnostey-cheloveka> (дата обращения: 01.03.2024).
3. Шахматы Фишера [Электронный ресурс]. – URL: <https://bigenc.ru/c/shakhmaty-fishera-02431a> (дата обращения: 02.03.2024).
4. Дворецкий М. Теория эндшпиля [Электронный ресурс]. – URL: <https://xn--80aaa5asd7agcy5a.xn--p1ai/media/books/9bcda6701ba840ce6ef755f2d412799b.pdf?read> (дата обращения: 03.03.2024).
5. Черников Г.Б. Устройство для игры в шахматы «шахматы Черникова» [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2129897> (дата обращения: 05.03.2024).

Архебамен Шалом Мофогофолува

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Студент

E-mail: arhebs@outlook.com

Лукьянов Павел Вадимович

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий

Тел.: 8 920 801 64 79

E-mail: finalmailblin@mail.ru

Sh.M. ARXEBAMEN (Student)

P.V. LUK'YANOV (Candidate of Engineering Sciences,

Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies)

Orel State University named after I.S. Turgenev, Orel

IMPACT OF ALTERNATIVE RULES ON THE STRATEGY AND THRESHOLD OF ENTERING A GAME OF CHESS

This article explores how the introduction of alternative rules in chess can change the strategic dimension of the game and lower the threshold of entry for new players. Analyzing the changes in game dynamics caused by innovations, we demonstrate the potential to enrich the gameplay and attract a wider audience to the game of chess. Functional, informational, and behavioral specifications are provided, as well as a user interface layout for the game being developed.

Keywords: development of specifications; chess; chess960; bughouse chess; fork; alternative rules; empowered pawns; dynamic board; shadow piece.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Lasker Je. Uchebnik shahmatnoj igry [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://usermanual.wiki/Document/laskermanualofchessru.2137468874.pdf> (data obrashhenija: 01.03.2024).
2. Stefanishina E.I., Komalova L.R. Vliyanie faktora «igra v shahmaty» na uroven' kognitivnyh sposobnostey cheloveka [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-faktora-igra-v-shahmaty-na-uroven-kognitivnyh-sposobnostey-cheloveka> (data obrashhenija: 01.03.2024).
3. Shahmaty Fishera [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://bigenc.ru/c/shakhmaty-fishera-02431a> (data obrashhenija: 02.03.2024).
4. Dvoreckij M. Teoriya jendshpilja [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://xn--80aaa5asd7agcy5a.xn--p1ai/media/books/9bcda6701ba840ce6ef755f2d412799b.pdf?read> (data obrashhenija: 03.03.2024).
5. Chernikov G.B. Ustrojstvo dlja igry v shahmaty «shahmaty Chernikova» [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.freepatent.ru/patents/2129897> (data obrashhenija: 05.03.2024).

УДК 004.42

Д.О. БОБЫНЦЕВ, В.А. КИРЕЕВ

ПРОГРАММНО-АППАРАТНЫЙ КОМПЛЕКС ТЕСТИРОВАНИЯ АЛГОРИТМА РАБОТЫ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ПОМОЩИ ВОДИТЕЛЮ ПРИ ПЕРЕСТРОЕНИИ

Работа посвящена разработке программно-аппаратного комплекса, включающего преобразователь интерфейса CAN в USB и специализированное программное обеспечение с графическим интерфейсом для исследования радарного датчика. Целью исследования является обеспечение эффективного взаимодействия персонального компьютера с известным радарным датчиком, надежной передачи и точной обработки данных путем разработки собственного

программно-аппаратного комплекса, включающего преобразователь интерфейса CAN в USB и специализированное программное обеспечение с графическим интерфейсом. Разработанный комплекс успешно прошел тестирование, продемонстрировав высокую стабильность работы и корректную обработку данных. По результатам тестирования работы комплекса в программном обеспечении был дополнительно реализован фильтр целей, обеспечивающий очистку данных при формировании датасетов, требуемых для дальнейших исследований. Дальнейшие исследования направлены на экспериментальную проверку разработанного метода и алгоритма обнаружения аварийных ситуаций при перестроении в реальных условиях дорожного движения с использованием созданного программно-аппаратного комплекса и их корректировку по необходимости. Результаты исследования будут опубликованы в следующих работах.

Ключевые слова: программно-аппаратный комплекс; радарный датчик; системы активной безопасности; аварийные ситуации; графический интерфейс.

©Бобынцев Д.О., Киреев В.А., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Комзалов А.М., Шилов Н.Г. Применение современных технологий в системах помощи водителю автомобиля. – Известия высших учебных заведений. Приборостроение, 2017. – Т. 60. – № 11. – С. 1077-1082. – DOI: 10.17586/0021-3454-2017-60-11-1077-1082.
2. Bi Xin, Millimeter Wave Radar Technology. Environmental Perception Technology for Unmanned Systems. – Unmanned System Technologies, 2021. – P. 17-65. – DOI: 10.1007/978-981-15-8093-2_2.
3. Енокян Г.К., Айвазян М.Ц. Автомобильные радары гигагерцового диапазона. – Вестник Национального политехнического университета Армении. Информационные технологии, электроника, радиотехника, 2017. – № 1. – С. 89-96.
4. Cveticanin, L., Ninkov, I., Sensors in Self-Driving Car. – Mechanisms and Machine Science, 2022. – Vol. 109. – P. 595-604. – DOI: 10.1007/978-3-030-88465-9_60.
5. Liu Y., Liu Y. A Data Fusion Model for Millimeter-Wave Radar and Vision Sensor in Advanced Driving Assistance System. – International Journal of Automotive Technology, 2021. – Vol. 22. – № 6. – P. 1695-1709. – DOI: 10.1007/s12239-021-0146-8.
6. Lee J. and other. Performance Evaluation of 24GHz FMCW Radar-based Blind-spot Detection and Lane-change Assistance under Dynamic Driving Conditions in a Vehicle Proving Ground / J. Lee, Y. Jin, B. -S. Kim, S. Song, S. Kim // 2023 Fourteenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2023. – P. 190-193. – DOI: 10.1109/ICUFN57995.2023.10200768.
7. Hsu, WT., Lin, SL., Using FMCW in Autonomous Cars to Accurately Estimate the Distance of the Preceding Vehicle. – International Journal of Automotive Technology, 2022. – Vol. 23. – № 6. – P. 1755-1762. – DOI: 10.1007/s12239-022-0153-4.
8. Isermann R. Anticollision Control Systems. – ATZ/MTZ-Fachbuch, 2022. – P. 569-590. – DOI: 10.1007/978-3-642-39440-9_21.
9. Waykole S., Shiwakoti N. Review on Lane Detection and Tracking Algorithms of Advanced Driver Assistance System. Sustainability, 2021. – Vol. 13. – № 20. – DOI: 10.3390/su132011417.
10. Береснев П.О., Зарубин Д.Н., Тюгин Д.Ю. Разработка системы контроля слепых зон для коммерческих транспортных средств // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2021. – № 3(134). – С. 68-80. – DOI: 10.46960/1816-210X_2021_3_68.
11. Киреев В.А., Бобынцев Д.О. Исследование аварийных ситуаций при попутном движении на многополосных автомобильных дорогах. – Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы (ИИС – 2022): сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, Курск, 13-15 сентября 2022 года. – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2022. – С. 76-80.
12. Порубов Д.М., Гладышев А.А., Тюгин Д.Ю. Разработка системы контроля полосы движения на основе технического зрения // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева, 2020. – № 4(131). – С. 119-126. – DOI: 10.46960/1816-210X_2020_4_119.

13. Киреев В.А., Бобынцев Д.О. Метод и алгоритм распознавания аварийной ситуации при перестроении автомобильными системами активной безопасности. – Экономика. Информатика, 2022. – Т. 49. – № 4. – С. 798-809.
14. Бобынцев Д.О., Киреев В.А. Имитационная модель распознавания аварийной ситуации при перестроении на автомобильных дорогах. – Информационные системы и технологии, 2023. – № 5(139). – С. 5-14.
15. Официальная страница радарного датчика «Car 28f» [Электронный ресурс]. – URL: <http://en.nanoradar.cn/Article/detail/id/487.html> (дата обращения 18.07.2024).

Бобынцев Денис Олегович

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск
Кандидат технических наук
E-mail: danis-artist@vt-swsu.ru

Киреев Вадим Андреевич

ФГБОУ ВО «Юго-Западный государственный университет», г. Курск
Аспирант
Тел.: 8 995 083 76 55
E-mail: avadimsa@yandex.ru

D.O. BOBY'NCEV (*Candidate of Engineering Sciences*)

V.A. KIREEV (*Post-graduate Student*)
South-west State University, Kursk

**HARDWARE AND SOFTWARE SYSTEM FOR TESTING THE ALGORITHM
OF A DRIVER ASSISTANCE SYSTEM DURING LANE CHANGES**

The study focuses on the development of a hardware and software complex, which includes a CAN to USB interface converter and specialized software with a graphical user interface for radar sensor research. The research aims to ensure effective interaction between a personal computer and a known radar sensor, reliable data transmission, and precise data processing by developing a proprietary hardware and software complex that incorporates a CAN to USB interface converter and specialized software with a graphical user interface. The developed complex successfully passed testing, demonstrating high stability and accurate data processing. Based on the test results, an additional target filter was implemented in the software to ensure data cleaning when forming datasets required for further research. Future research will focus on the experimental validation of the developed method and algorithm for detecting emergency situations during lane changes in real-world traffic conditions using the created hardware and software complex, and their adjustment as necessary. The research findings will be published in subsequent works.

Keywords: *Hardware and software complex; radar sensor; active safety systems; emergency situations; graphical user interface.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Komzalov A.M., Shilov N.G. Primenenie sovremennyh tehnologij v sistemah pomoshhi voditelju avtomobilja. – Izvestija vysshih uchebnyh zavedenij. Priborostroenie, 2017. – Т. 60. – № 11. – С. 1077-1082. – DOI: 10.17586/0021-3454-2017-60-11-1077-1082.
2. Bi Xin, Millimeter Wave Radar Technology. Environmental Perception Technology for Unmanned Systems. – Unmanned System Technologies, 2021. – P. 17-65. – DOI: 10.1007/978-981-15-8093-2_2.
3. Enokjan G.K., Ajvazjan M.C. Avtomobil'nye radary gigagercovogo diapazona. – Vestnik Nacional'nogo politehnicheskogo universiteta Armenii. Informacionnye tehnologii, jelektronika, radiotekhnika, 2017. – № 1. – С. 89-96.
4. Cveticanin, L., Ninkov, I., Sensors in Self-Driving Car. – Mechanisms and Machine Science, 2022. – Vol. 109. – P. 595-604. – DOI: 10.1007/978-3-030-88465-9_60.
5. Liu Y., Liu Y. A Data Fusion Model for Millimeter-Wave Radar and Vision Sensor in Advanced Driving Assistance System. – International Journal of Automotive Technology, 2021. – Vol. 22. – № 6. – P. 1695-1709. – DOI: 10.1007/s12239-021-0146-8.
6. Lee J. and other. Performance Evaluation of 24GHz FMCW Radar-based Blind-spot Detection and Lane-change Assistance under Dynamic Driving Conditions in a Vehicle Proving Ground / J. Lee, Y. Jin, B. -S.

- Kim, S. Song, S. Kim // 2023 Fourteenth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN), 2023. – P. 190-193. – DOI: 10.1109/ICUFN57995.2023.10200768.
7. Hsu, WT., Lin, SL., Using FMCW in Autonomous Cars to Accurately Estimate the Distance of the Preceding Vehicle. – International Journal of Automotive Technology, 2022. – Vol. 23. – № 6. – P. 1755-1762. – DOI: 10.1007/s12239-022-0153-4.
 8. Isermann R. Anticollision Control Systems. – ATZ/MTZ-Fachbuch, 2022. – P. 569-590. – DOI: 10.1007/978-3-642-39440-9_21.
 9. Waykole S., Shiwakoti N. Review on Lane Detection and Tracking Algorithms of Advanced Driver Assistance System. Sustainability, 2021. – Vol. 13. – № 20. – DOI: 10.3390/su132011417.
 10. Beresnev P.O., Zarubin D.N., Tjugin D.Ju. Razrabotka sistemy kontrolja slepyh zon dlja kommercheskih transportnyh sredstv // Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva, 2021. – № 3(134). – S. 68-80. – DOI: 10.46960/1816-210X_2021_3_68.
 11. Kireev V.A., Bobynceva D.O. Issledovanie avarijnyh situacij pri poputnom dvizhenii na mnogopolosnyh avtomobil'nyh dorogah. – Intellektual'nye informacionnye sistemy: tendencii, problemy, perspektivy (IIS – 2022): sbornik materialov IX Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Kursk, 13-15 sentjabrja 2022 goda. – Kursk: Jugo-Zapadnyj gosudarstvennyj universitet, 2022. – S. 76-80.
 12. Porubov D.M., Gladyshev A.A., Tjugin D.Ju. Razrabotka sistemy kontrolja polosy dvizhenija na osnove tehničeskogo zrenija // Trudy NGTU im. R.E. Alekseeva, 2020. – № 4(131). – S. 119-126. – DOI: 10.46960/1816-210X_2020_4_119.
 13. Kireev V.A., Bobynceva D.O. Metod i algoritm raspoznavanija avarijnoj situacii pri perestroenii avtomobil'nyh sistemami aktivnoj bezopasnosti. – Jekonomika. Informatika, 2022. – T. 49. – № 4. – S. 798-809.
 14. Bobynceva D.O., Kireev V.A. Imitacionnaja model' raspoznavanija avarijnoj situacii pri perestroenii na avtomobil'nyh dorogah. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2023. – № 5(139). – S. 5-14.
 15. Oficial'naja stranica radarnogo datchika «Car 28f» [Jelektronnyj resurs]. – URL: <http://en.nanoradar.cn/Article/detail/id/487.html> (data obrashhenija 18.07.2024).

УДК 004.04

В.Г. ВОРОПАЕВ, А.Ю. УЖАРИНСКИЙ, В.А. ФРОЛОВА

РАЗРАБОТКА ПОДСИСТЕМЫ «ПСИХОЛОГО-ПЕДАГОГИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ» ДЛЯ ЭЛЕКТРОННОЙ ИНФОРМАЦИОННО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ ОГУ ИМЕНИ И.С. ТУРГЕНЕВА

В статье рассмотрены вопросы создания подсистемы психолого-педагогического сопровождения студентов и сотрудников вуза и ее интеграции в электронную информационно-образовательную среду. Сформулированы требования к разрабатываемой подсистеме. Описана ролевая модель пользователей, структура и поведенческая модель подсистемы. Представлены макеты интерфейса подсистемы. Описаны принципы интеграции подсистемы в электронную информационно-образовательную среду вуза.

Ключевые слова: автоматизация процесса; социально-психологическая поддержка; субъекты; образовательный процесс; подсистема; запись на консультацию.

© Воропаев В.Г., Ужаринский А.Ю., Фролова В.А., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Коськин А.В., Новиков С.В., Ужаринский А.Ю. Анализ системы веб-сервисов Интернет-представительства Орловского государственного университета имени И.С. Тургенева. – Научно-технический вестник Поволжья, 2023. – № 8. – С. 78-82.
2. Никитенко Ю.А. Психолого-педагогическое сопровождение как условие становления субъектности студентов первокурсников. – Инновации в профессиональном и профессионально-педагогическом образовании: материалы 24-й Международной научно-

практической конференции, Екатеринбург, 23–24 апреля 2019 года; под научной редакцией Е.М. Дорожкина, В.А. Федорова. – Екатеринбург: Российский государственный профессионально-педагогический университет, 2019. – С. 365-367.

3. Ужаринский А.Ю., Коськин А.В., Новиков С.В. Опыт построения электронной информационно-образовательной среды в Орловском государственном университете им. И.С. Тургенева. – Информационные технологии в науке, образовании и производстве (ИТНОП-2023): сборник трудов IX Международной научно-технической конференции, Белгород, 31 мая-02 2023 года. – Белгород: Белгородский государственный национальный исследовательский университет, 2023. – С. 348-351.

Воропаев Владимир Геннадьевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Студент

Ужаринский Антон Юрьевич

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат технических наук, доцент
ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет им. И.С. Тургенева»

Фролова Варвара Александровна

ФГБОУ ВО «Орловский государственный университет имени И.С. Тургенева», г. Орел
Кандидат экономических наук, доцент кафедры информационных систем и цифровых технологий
Тел.: 8 906 569 20 20
E-mail: vnozdracheva@yandex.ru

V.G. VOROPAEV (Student)

A.Yu. UZHARINSKIY (Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor)

V.A. FROLOVA (Candidate of Economic Sciences,
Associate Professor of the Department of Information Systems and Digital Technologies)
Orel State University named after I. S. Turgenev, Orel

**DEVELOPMENT OF A SUBSYSTEM «PSYCHOLOGICAL AND PEDAGOGICAL SUPPORT»
FOR THE ELECTRONIC INFORMATION AND EDUCATIONAL ENVIRONMENT
OF OSU IM. I.S. TURGENEVA**

The article discusses the issues of creating a subsystem of psychological and pedagogical support for students and university staff and its integration into the electronic information and educational environment. The requirements for the developed subsystem are formulated. The role model of users, the structure and behavioral model of the subsystem are described. Subsystem interface layouts are presented. The principles of integration of the subsystem into the electronic information and educational environment of the university are described.

Keywords: process automation; socio-psychological support; subjects; educational process; subsystem; registration for consultation.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Kos'kin A.V., Novikov S.V., Uzhарinskiy A.Ju. Analiz sistemy veb-servisov Internet-predstavitel'stva Orlovskogo gosudarstvennogo universiteta imeni I.S. Turgeneva. – Nauchno-tehnicheskij vestnik Povolzh'ja, 2023. – № 8. – С. 78-82.
2. Nikitenko Ju.A. Psihologo-pedagogicheskoe soprovozhdenie kak uslovie stanovlenija sub#ektnosti studentov pervokursnikov. – Innovacii v professional'nom i professional'no-pedagogicheskom obrazovanii: materialy 24-j Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii, Ekaterinburg, 23–24 aprlja 2019 goda; pod nauchnoj redakciej E.M. Dorozhkina, V.A. Fedorova. – Ekaterinburg: Rossijskij gosudarstvennyj professional'no-pedagogicheskij universitet, 2019. – С. 365-367.
3. Uzhарinskiy A.Ju., Kos'kin A.V., Novikov S.V. Opyt postroenija jelektronnoj informacionno-obrazovatel'noj sredy v Orlovskom gosudarstvennom universitete im. I.S. Turgeneva. – Informacionnye tehnologii v nauke, obrazovanii i proizvodstve (ITNOP-2023): sbornik trudov IX Mezhdunarodnoj

nauchno-tehnicheskoy konferencii, Belgorod, 31 maja-02 2023 goda. – Belgorod: Belgorodskij gosudarstvennyj nacional'nyj issledovatel'skij universitet, 2023. – S. 348-351.

УДК 621.391:621.396.96

Д.И. ПОПОВ

АДАПТИВНОЕ РЕЖЕКТИРОВАНИЕ ПАССИВНЫХ ПОМЕХ ПРИ ВОБУЛЯЦИИ ПЕРИОДА ПОВТОРЕНИЯ

По критерию максимума усредненного по доплеровскому сдвигу фазы сигнала коэффициента улучшения отношения сигнал/помеха синтезированы алгоритмы адаптивного режектирования пассивных помех с априорно неизвестными спектрально-корреляционными характеристиками при вобуляции периода повторения. Проведен сравнительный анализ синтезированных и известных алгоритмов. Установлены существенные выигрыши в эффективности режектирования пассивных помех, обусловленные сочетанием адаптации к корреляционным характеристикам помехи и перестройкой весового вектора во времени, обусловленной вобуляцией периода повторения.

Ключевые слова: адаптация; алгоритмы режектирования; вобуляция периода повторения; пассивные помехи; эффективность режектирования.

© Попов Д.И., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Richards M.A., Scheer J.A., Holm W.A. Principles of Modern Radar: Basic Principles. – New York: SciTech Publishing. – IET, Edison, 2010. – 924 p.
2. Melvin W.L., Scheer J.A. Principles of Modern Radar: Advanced Techniques. – New York: SciTech Publishing. – IET, Edison, 2013. – 846 p.
3. Richards M.A. Fundamentals of Radar Signal Processing, Second Edition. – New York: McGraw–Hill Education, 2014. – 618 p.
4. Справочник по радиолокации: в 2 книгах; под ред. М.И. Сколника; пер. с англ. под ред. В.С. Вербы. – Кн. 1. – М.: Техносфера, 2014. – 672 с.
5. Клочко В.К., Кузнецов В.П., Левитин А.В. Алгоритмы определения координат движущихся целей на базе многоканальной доплеровской РЛС // Вестник Рязанского государственного радиотехнического университета, 2015. – № 53. – С. 3-10.
6. Кузьмин С.З. Цифровая радиолокация. – Введение в теорию. – Киев: КВіЦ, 2000. – 428 с.
7. Попов Д.И. Анализ эффективности режекторных фильтров // Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии, 2003. – Вып. 11. – С. 105-107.
8. Попов Д.И. Адаптивная обработка радиолокационных сигналов // Вестник Рязанской государственной радиотехнической академии, 2001. – Вып. 9. – С. 98-108.
9. Попов Д.И. Оптимальная обработка сигналов при вобуляции периода повторения. – Информационные системы и технологии, 2024. – № 3. – С. 98-105.
10. Корн Г., Корн Т. Справочник по математике (для научных работников и инженеров). – М.: Наука, 1973. – 832 с.

Попов Дмитрий Иванович

ФГБОУ ВО «Рязанский государственный радиотехнический университет им. В.Ф. Уткина», г. Рязань

Доктор технических наук, профессор, должность – профессор

Тел.: 8 915 618 01 24

E-mail: adop@mail.ru

D.I. POPOV (Doctor of Engineering Sciences, Professor, Position – Professor)
Ryazan State Radio Engineering University named after V.F. Utkin, Ryazan

ADAPTIVE PASSIVE INTERFERENCE REJECTION WHEN WOBBLING THE REPETITION PERIOD

According to the criterion of the maximum of the signal-to-noise ratio improvement coefficient averaged by the Doppler phase shift of the signal, algorithms for adaptive rejection of passive interference with a priori unknown spectral-correlation characteristics during the wobble of the repetition period are synthesized. A comparative analysis of the synthesized and known algorithms is carried out. Significant gains in the efficiency of passive interference rejection have been established due to a combination of adaptation to the correlation characteristics of interference and a shift in the weight vector over time due to the wobble of the repetition period.

Keywords: adaptation; rejection algorithms; wobulation of repetition period; passive interference; rejection efficiency.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Richards M.A., Scheer J.A., Holm W.A. Principles of Modern Radar: Basic Principles. – New York: SciTech Publishing. – IET, Edison, 2010. – 924 p.
2. Melvin W.L., Scheer J.A. Principles of Modern Radar: Advanced Techniques. – New York: SciTech Publishing. – IET, Edison, 2013. – 846 p.
3. Richards M.A. Fundamentals of Radar Signal Processing, Second Edition. – New York: McGraw–Hill Education, 2014. – 618 p.
4. Spravochnik po radiolokacii: v 2 knigah; pod red. M.I. Skolnika; per. s angl. pod red. V.S. Verby. – Kn. 1. – M.: Tehnosfera, 2014. – 672 s.
5. Klochko V.K., Kuznecov V.P., Levitin A.V. Algoritmy opredelenija koordinat dvizhushhihsja celej na baze mnogokanal'noj doplerovskoj RLS // Vestnik Rjazanskogo gosudarstvennogo radiotekhnicheskogo universiteta, 2015. – № 53. – S. 3-10.
6. Kuz'min S.Z. Cifrovaja radiolokacija. – Vvedenie v teoriju. – Kiev: KViC, 2000. – 428 s.
7. Popov D.I. Analiz jeffektivnosti rezhektornyh fil'trov // Vestnik Rjazanskoj gosudarstvennoj radiotekhnicheskoy akademii, 2003. – Vyp. 11. – S. 105-107.
8. Popov D.I. Adaptivnaja obrabotka radiolokacionnyh signalov // Vestnik Rjazanskoj gosudarstvennoj radiotekhnicheskoy akademii, 2001. – Vyp. 9. – S. 98-108.
9. Popov D.I. Optimal'naja obrabotka signalov pri vobuljácii perioda povtoreniya. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2024. – № 3. – S. 98-105.
10. Korn G., Korn T. Spravochnik po matematike (dlja nauchnyh rabotnikov i inzhenerov). – M.: Nauka, 1973. – 832 s.

ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И КОМПЬЮТЕРНЫЕ СЕТИ

УДК 004.722

К.А. БАТЕНКОВ, О.Н. КАТКОВ, А.В. КОЗЛЕНКО

АНАЛИЗ ОПЕРАТИВНЫХ НОРМ ПАРАМЕТРОВ ОШИБОК КАНАЛОВ И ТРАКТОВ СИНХРОННОЙ ЦИФРОВОЙ ИЕРАРХИИ

Показано, что основой определения оперативных норм для тракта являются общие расчетные нормы для сквозного соединения на показатели ошибок для международного соединения. Нормы, приведенные в рекомендации ITU-T M.2101 используются для указания на необходимость вмешательства при техническом обслуживании и вводе в эксплуатацию, а процедура их применения аналогична изложенной для каналов и трактов псевдосинхронной цифровой иерархии, изложенной в рекомендации ITU-T M.2100, за исключением предельных значений. Определены две стандартные длительности интервалов измерений при контроле во время эксплуатации (технического обслуживания), каждому из которых соответствуют свои предельные значения показателей.

Ключевые слова: качество обслуживания; параметр ошибок; цифровая сеть; оперативные нормы; синхронная цифровая иерархия.

© Батенков К.А., Катков О.Н., Козленко А.В., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Rec. M.2101. Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator SDH paths and multiplex sections, 2003–06. – Geneva: ITU-T, 2003. – 52 p.
2. Rec. G.827. Availability performance parameters and objectives for end-to-end international constant bit-rate digital paths, 2003–09. – Geneva: ITU-T, 2003. – 26 p.
3. Rec. G.826. End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections, 2002–12. – Geneva: ITU-T, 2002. – 34 p.
4. Rec. G.828. Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate synchronous digital paths, 2000–03. – Geneva: ITU-T, 2001. – 24 p.
5. Батенков А.А., Батенков К.А., Фокин А.Б. Методы формирования множеств состояний телекоммуникационных сетей для различных мер связности // Труды СПИИРАН, 2020. – Т. 19. – № 3. – С. 644-673.
6. Rec. M.2100. Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator PDH paths and connections, 2003–04. – Geneva: ITU-T, 2003. – 50 p.

Батенков Кирилл Александрович

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва

Доктор технических наук, доцент, профессор

E-mail: pustur@yandex.ru

Катков Олег Николаевич

ФГКВООУ ВО «Академия Федеральной службы охраны Российской Федерации», г. Орел

Кандидат технических наук, доцент, сотрудник

Козленко Андрей Владимирович

ФГБОУ ВО «МИРЭА - Российский технологический университет», г. Москва

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: tichars@yandex.ru

K.A. BATENKOV (*Doctor of Engineering Sciences, Associate Professor, Professor*)
MIREA – Russian Technological University, Moscow

O.N. KATKOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor, Employee*)
Academy of Federal Agency of Protection of the Russian Federation, Orel

A.V. KOZLENKO (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor*)
MIREA – Russian Technological University, Moscow

ANALYSIS OF CHANNEL AND PATH ERROR PARAMETERS FOR COMPLIANCE WITH LONG-TERM STANDARDS

It is shown that the main error parameters are the coefficients of seconds with errors, seconds with significant errors and blocks with background errors. It is indicated that the standards for the quality of functioning of digital networks of the interconnected communication network of the Russian Federation are guided by hypothetical reference paths between endpoints having a length of 13,900 km. The procedure for calculating and analyzing the error parameters of channels and paths is demonstrated by examples.

Keywords: quality of service; error parameter; digital network; bit error; long-term norms.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Rec. M.2101. Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator SDH paths and multiplex sections, 2003–06. – Geneva: ITU-T, 2003. – 52 p.
2. Rec. G.827. Availability performance parameters and objectives for end-to-end international constant bit-rate digital paths, 2003–09. – Geneva: ITU-T, 2003. – 26 p.
3. Rec. G.826. End-to-end error performance parameters and objectives for international, constant bit-rate digital paths and connections, 2002–12. – Geneva: ITU-T, 2002. – 34 p.

4. Rec. G.828. Error performance parameters and objectives for international, constant bit rate synchronous digital paths, 2000–03. – Geneva: ITU-T, 2001. – 24 p.
5. Batenkov A.A., Batenkov K.A., Fokin A.B. Metody formirovaniya mnozhestv sostojanij telekommunikacionnyh setej dlja razlichnyh mer svjaznosti // Trudy SPIIRAN, 2020. –Т. 19. – № 3. – С. 644-673.
6. Rec. M.2100. Performance limits for bringing-into-service and maintenance of international multi-operator PDH paths and connections, 2003–04. – Geneva: ITU-T, 2003. – 50 p.

ИНФОРМАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ И ЗАЩИТА ИНФОРМАЦИИ

УДК 004.93

А.А. БАБЕНКО, А.А. ДАНЬШИНА, Н.С. ФЕДОРОВ, В.Г. ЯРИКОВ

РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЗАЩИТЫ ГРАФИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ ОТ УТЕЧЕК В ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

В статье описывается разработанный авторами метод защиты графической информации от утечек в информационных системах. Проанализированы статистические данные утечек информации за первое полугодие 2024 года, подтверждающие актуальность данного исследования. Рассмотрены законы и нормативно-правовые акты для определения угроз безопасности и требований к защите графической информации от утечек в информационных системах. Проанализированы научно-исследовательские работы, решающие проблему обеспечения защиты графической информации от утечек в информационных системах. Проведен сравнительный анализ методов обеспечения защиты графической информации. Описываются функциональная и математическая модели, а также архитектура программного комплекса на основе разработанного метода защиты графической информации от утечек в информационных системах. Содержание статьи ориентировано на защиту графической информации от утечек в информационных системах.

Ключевые слова: графическая информация; угрозы безопасности конфиденциальным данным; сверточные сети; каналы передачи данных; методы обеспечения защиты данных; утечка конфиденциальных данных; информационная система.

© Бабенко А.А., Даньшина А.А., Федоров Н.С., Яриков В.Г., 2024

Проект программного комплекса был представлен в Акселерационной программе на базе ВолГУ 2023 в рамках реализации федерального проекта «Платформа университетского технологического предпринимательства» государственной программы Российской Федерации «Научно-технологическое развитие Российской Федерации».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Утечки конфиденциальных данных из организаций – 1-е полугодие 2024. Positive Technologies [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/utechki-dannyh-aktualnye-ugrozy-pervogo-polugodiya-2024-dlya-organizacij/#id8>, свободный (дата обращения: 25.08.2024).
2. Архипов П.О., Стычук А.А. Разработка методики анализа графических данных для идентификации объектов с использованием нейросетевой технологии. – Информационные системы и технологии, 2024. – № 2(142). – С. 46-54.
3. Бабенко А.А., Клячин В.А., Попова Т.А. Сравнение алгоритмов распознавания объектов на изображениях по ключевым точкам. – Информационные системы и технологии, 2021. – № 6(128). – С. 65-71.
4. Чухраев И.В., Ильичев В.Ю. Распознавание характерных объектов на изображении с использованием технологий компьютерного зрения // КиберЛенинка [Электронный

- ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raspoznavanie-harakternyh-obektov-na-izobrazhenii-s-ispolzovaniem-tehnologiy-kompyuternogo-zreniya>, свободный (дата обращения: 03.06.2024).
5. Гай В.Е. и др. Модель и алгоритмы обнаружения объектов на изображении с использованием локального признакового описания / В.Е. Гай, Н.А. Домнина, Р.О. Баринков, И.В. Поляков, В.А. Голубенко, Г.Д. Кузнецов // КиберЛенинка [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-i-algoritmy-obnaruzheniya-obektov-na-izobrazhenii-s-ispolzovaniem-lokalnogo-priznakovogo-opisaniya>, свободный (дата обращения: 03.06.2024).
 6. Козунова С.С., Бабенко А.А. Information security model in the segment of corporate information system. – Информационные системы и технологии, 2017. – № 1(99). – С.87-91.
 7. Скрипачев В.О. и др. Исследование сверточных нейронных сетей для обнаружения объектов на аэрокосмических снимках / В.О., Скрипачев, М.В. Гуйда, Н.В. Гуйда, А.О. Жуков // КиберЛенинка [Электронный ресурс]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svertochnykh-neyronnykh-setey-dlya-obnaruzheniya-obektov-na-aerokosmicheskikh-snimkah/viewer>, свободный (дата обращения: 03.06.2024).
 8. Ростовцев В.С. Искусственные нейронные сети. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2024. – 216 с.
 9. Барский А.Б. Искусственный интеллект и логические нейронные сети: учебное пособие. – Санкт-Петербург: Интермедия, 2019. – 360 с.

Бабенко Алексей Александрович

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград
Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры информационной безопасности
Тел.: 8 (8442) 46-03-68
E-mail: ba_benko@mail.ru

Даньшина Александра Алексовна

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград
Студент кафедры информационной безопасности
Тел.: 8 (8442) 46-03-68
E-mail: danshina1955a@gmail.com

Федоров Никита Сергеевич

ФГАОУ ВО «Волгоградский государственный университет», г. Волгоград
Магистрант кафедры информационной безопасности
Тел.: 8 (8442) 46-03-68
E-mail: ibb-181_498377@office.volsu.ru

Яриков Владислав Георгиевич

ФГБОУ ВО «Волгоградский государственный социально-педагогический университет», г. Волгоград
Кандидат педагогических наук, доцент, доцент кафедры методики преподавания математики и физики, ИКТ
Тел.: 8 (8442) 60-23-04
E-mail: yarikov_vg@mail.ru

A.A. BABENKO (*Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Systems*)

A.A. DAN'SHINA (*Student*)

N.S. FYODOROV (*Master Student*)
Volgograd State University, Volgograd

V.G. YARIKOV (*Candidate of Pedagogic Sciences, Associate Professor, Associate Professor of Department
of Methods of Teaching Mathematics and Physics, ICT*)
Volgograd State Socio-Pedagogical University, Volgograd

DEVELOPMENT OF A METHOD FOR PROTECTING GRAPHIC INFORMATION FROM LEAKS IN INFORMATION SYSTEMS

The article describes a method developed by the authors to protect graphic information from leaks in information systems. Statistical data on information leaks for the first half of 2024 are analyzed, indicating the relevance of this study. Laws and regulations are considered to determine security threats and requirements for the protection of graphic information from leaks in information systems. The research works solving the problem of ensuring the protection of graphic information from leaks in information systems are analyzed. A comparative analysis of methods for ensuring the protection of graphic information is carried out. Functional and mathematical models are described, as well as the architecture of the software package based on the developed method of protecting graphic information from leaks in information systems. The content of the article is focused on protecting graphic information from leaks in information systems.

Keywords: graphical information; security threats to confidential data; convolutional networks; data transmission channels; methods of ensuring data protection; leakage of confidential data; information system.

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Utechki konfidental'nyh dannyh iz organizacij – 1-e polugodie 2024. Positive Technologies [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/utechki-dannyh-aktualnye-ugrozy-pervogo-polugodiya-2024-dlya-organizacij/#id8>, svobodnyj (data obrashhenija: 25.08.2024).
2. Arhipov P.O., Stychuk A.A. Razrabotka metodiki analiza graficheskikh dannyh dlja identifikacii ob#ektov s ispol'zovaniem nejrosetevoj tehnologii. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2024. – № 2(142). – S. 46-54.
3. Babenko A.A., Kljachin V.A., Popova T.A. Sravnenie algoritmov raspoznavaniya ob#ektov na izobrazhenijah po kljuchevym tochkam. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2021. – № 6(128). – S. 65-71.
4. Chuhraev I.V., Il'ichev V.Ju. Raspoznavanie harakternyh ob#ektov na izobrazhenii s ispol'zovaniem tehnologij komp'juternogo zrenija // KiberLeninka [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/raspoznavanie-harakternyh-obektov-na-izobrazhenii-s-ispolzovaniem-tehnologiy-kompyuternogo-zreniya>, svobodnyj (data obrashhenija: 03.06.2024).
5. Gaj V.E. i dr. Model' i algoritmy obnaruzhenija ob#ektov na izobrazhenii s ispol'zovaniem lokal'nogo priznakovogo opisaniya / V.E. Gaj, N.A. Domnina, R.O. Barinov, I.V. Poljakov, V.A. Golubenko, G.D. Kuznecov // KiberLeninka [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/model-i-algoritmy-obnaruzheniya-obektov-na-izobrazhenii-s-ispolzovaniem-lokalnogo-priznakovogo-opisaniya>, svobodnyj (data obrashhenija: 03.06.2024).
6. Kozunova S.S., Babenko A.A. Information security model in the segment of corporate information system. – Informacionnye sistemy i tehnologii, 2017. – № 1(99). – S.87-91.
7. Skripachev V.O. i dr. Issledovanie svertochnyh nejronnyh setej dlja obnaruzhenija ob#ektov na ajerokosmicheskikh snimkah / V.O., Skripachev, M.V. Gujda, N.V. Gujda, A.O. Zhukov // KiberLeninka [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/issledovanie-svertochnyh-neyronnyh-setey-dlya-obnaruzheniya-obektov-na-aerokosmicheskikh-snimkah/viewer>, svobodnyj (data obrashhenija: 03.06.2024).
8. Rostovcev V.S. Iskusstvennye nejronnye seti. – 4-e izd., ster. – Sankt-Peterburg: Lan', 2024. – 216 s.
9. Barskij A.B. Iskusstvennyj intellekt i logicheskie nejronnye seti: uchebnoe posobie. – Sankt-Peterburg: Intermedija, 2019. – 360 s.

УДК 004.056

О.М. ГОЛЕМБИОВСКАЯ, И.В. ГОРБАЧЕВ, Е.В. КОНДРАШОВА,
В.Ю. ПОПЕНКО, М.Ю. РЫТОВ, А.А. РЯБЦЕВ, К.Е. ШИНАКОВ

РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ОЦЕНКИ ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ ОПАСНОСТИ ВНЕШНЕГО НАРУШИТЕЛЯ

Информационная безопасность как сфера набирает все большие обороты. Усложнение геополитической обстановки поспособствовало резкому росту статистики в части реализации атак. Большая часть из них это целевые АРТ-атаки, при этом организации не готовы к отражению данной угрозы.

Корень АРТ-атак – это тщательная подготовка, а, как следствие, и высокая заинтересованность злоумышленника. Для наиболее быстрого улучшения сложившейся ситуации следует в комплексе учитывать, как техническую защищенность объекта, так и аспекты заинтересованности отдельных лиц. В рамках статьи представлена комплексная методика оценки потенциальной опасности внешнего нарушителя, позволяющая оценить показатель потенциальной опасности внешнего нарушителя, зависящий от уровня потенциальной заинтересованности внешнего нарушителя и уровня цифровой гигиены сотрудников. А также снизить рассматриваемые показатели за счет предложенных рекомендаций по защите объекта.

Ключевые слова: информационная безопасность; нарушитель, опасность, заинтересованность.

© Голембиовская О.М., Горбачев И.В., Кондрашова Е.В., Попенко В.Ю., Рытов М.Ю., Рябцев А.А., Шинаков К.Е., 2024

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Защищенность конечных точек российских компаний [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/zashchishchennost-konechnyh-tochek-rossijskih-kompanij/#id2> (дата обращения: 02.04.2024).
2. Министерство цифрового развития, связи и массовых коммуникаций Российской Федерации [Электронный ресурс]. – URL: <https://digital.gov.ru/ru/events/43732/> (дата обращения: 08.04.2024).

Голембиовская Оксана Михайловна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Системы информационной безопасности»
Тел.: 8 910 237 58 74
E-mail: bryansk-tu@yandex.ru

Горбачев Иван Владимирович

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Аспирант кафедры «Системы информационной безопасности»
Тел.: 8 (4832) 58-83-55
E-mail: iv.gorbachev@radcop.online

Кондрашова Екатерина Владимировна

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Специалист Отдела маркетинга и связей с общественностью
Тел.: 8 953 289 52 14
E-mail: kondrashova_katerina@bk.ru

Попенко Владислав Юрьевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Магистрант кафедры «Системы информационной безопасности»

Тел.: 8 (4832) 58-83-55
E-mail: vladikropenko@gmail.com

Рытов Михаил Юрьевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой «Системы информационной безопасности»
Тел.: 8 910 330 02 37
E-mail: rmy-tu@bryansk.ru

Рябцев Артем Андреевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Аспирант кафедры «Системы информационной безопасности»
Тел.: 8 (4832) 58-83-55
E-mail: artyomr32@yandex.ru

Шинаков Кирилл Евгеньевич

ФГБОУ ВО «Брянский государственный технический университет», г. Брянск
Кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Системы информационной безопасности»
Телефон: 8 919 199 90 20
E-mail: it-craft@yandex.ru

O.M. GOLEMBIOVSKAYA (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Security Systems*)

I.V. GORBACHYOVA (*Post-graduate Student*)

E.V. KONDRASHOVA (*Specialist of the Marketing and Public Relations Department*)

V.Yu. POPENKO (*Master Student*)

M.Yu. RY'TOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Head of the Department of Information Security Systems*)

A.A. RYABCEV (*Post-graduate Student*)

K.E. SHINAKOV (*Candidate of Engineering Sciences, Associate Professor,
Associate Professor of the Department of Information Security Systems
Bryansk State Technical University, Bryansk*)

**DEVELOPMENT OF A METHODOLOGY
FOR ASSESSING THE POTENTIAL DANGER OF AN EXTERNAL INTRUDER**

Information security as an area is gaining momentum. The complication of the geopolitical situation contributed to a sharp increase in statistics regarding the implementation of attacks. Most of them are targeted ART attacks, while organizations are not ready to repel this threat.

The root of ART attacks is careful preparation, and as a result, the attacker's high interest. For the most rapid improvement of the current situation, both the technical security of the facility and the aspects of individual interest should be taken into account in a complex. The article presents a comprehensive methodology for assessing the potential danger of an external intruder, which allows us to assess the indicator of the potential danger of an external intruder, depending on the level of potential interest of the external intruder and the level of digital hygiene of employees. And also to reduce the considered indicators due to the proposed recommendations for the protection of the object.

Keywords: *information security; intruder; danger; interest.*

BIBLIOGRAPHY (TRANSLITERATED)

1. Zashchishchennost' konechnyh toчек rossijskih kompanij [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://www.ptsecurity.com/ru-ru/research/analytics/zashchishchennost-konechnyh-tochek-rossijskih-kompanij/#id2> (lata obrashhenija: 02.04.2024).
2. Ministerstvo cifrovogo razvitija, svjazi i massovyh kommunikacij Rossijskoj Federacii [Elektronnyj resurs]. – URL: <https://digital.gov.ru/ru/events/43732/> (data obrashhenija: 08.04.2024).

ТРЕБОВАНИЯ
к оформлению статьи для опубликования в журнале
«Информационные системы и технологии»

ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ

Объем материала, предлагаемого к публикации, измеряется страницами текста на листах **формата А4** и содержит от **4 до 9 страниц**; все страницы рукописи должны иметь сплошную нумерацию.

В одном сборнике может быть опубликована только **одна статья одного автора**, включая соавторство.

Аннотации всех публикуемых материалов, ключевые слова, информация об авторах, списки литературы будут находиться в свободном доступе на сайте соответствующего журнала и на сайте Российской научной электронной библиотеки – РУНЭБ (Российский индекс научного цитирования).

Помимо статьи авторы должны представить заключение о возможности открытого опубликования статьи.

ТРЕБОВАНИЯ К СОДЕРЖАНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Научная статья, предоставляемая в журналы, должна иметь следующие **обязательные** элементы:

- постановка проблемы или задачи в общем виде;
- анализ достижений и публикаций, в которых предлагается решение данной проблемы или задачи, на которые опирается автор, выделение научной новизны;
- исследовательская часть;
- обоснование полученных результатов;
- выводы по данному исследованию и перспективы дальнейшего развития данного направления;
- библиография.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ НАУЧНОЙ СТАТЬИ

Статья должна быть набрана шрифтом Times New Roman, размер 12 pt с одинарным интервалом, текст выравнивается по ширине; абзацный отступ – 1,25 см, правое поле – 2 см, левое поле – 2 см, поля внизу и сверху – 2 см.

Обязательные элементы:

- **УДК**
- **заглавие (на русском и английском языках)**
- **аннотация (на русском и английском языках)**
- **ключевые слова (на русском и английском языках)**
- **список литературы**, на которую автор ссылается в тексте статьи.

ТАБЛИЦЫ, РИСУНКИ, ФОРМУЛЫ

Все таблицы, рисунки и основные формулы, приведенные в тексте статьи, должны быть пронумерованы.

Формулы следует набирать в редакторе формул Microsoft Equation 3.0 с размерами: обычный шрифт – 12 pt, крупный индекс – 10 pt, мелкий индекс – 8 pt. **Формулы, внедренные как изображение, не допускаются!** Русские и греческие буквы, а также обозначения тригонометрических функций набираются прямым шрифтом, латинские буквы – *курсивом*.

Рисунки и другие иллюстрации (чертежи, графики, схемы, диаграммы, фотоснимки) следует располагать непосредственно после текста, в котором они упоминаются впервые. Рисунки, число которых должно быть логически оправданным, представляются в виде отдельных файлов в формате *.eps (Encapsulated PostScript) или TIF размером не менее 300 dpi.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

В конце статьи приводятся набранные 10 pt сведения об авторах в такой последовательности: фамилия, имя, отчество (полужирный шрифт); учреждение или организация, ученая степень, ученое звание, должность, адрес, телефон, электронная почта (обычный шрифт). Сведения об авторах также предоставляются отдельным файлом и обязательно дублируются на английском языке.