

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"**

**ПРОБЛЕМИ
ІНФОРМАТИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ
(ПІМ-2023)**

**ТЕЗИ ДВАДЦЯТЬ ТРЕТЬОЇ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
(20 – 22 вересня 2023 року)**

Харків

2023

УДК 004.9

Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2023). Тези двадцять третьої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2023. – 129 с.

ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:

- Міністерство освіти і науки України;
- Національна Академія наук України;
- Національний технічний університет "ХПІ", Харків;
- Національний університет "Одеська політехніка", Одеса;
- Інститут проблем моделювання в енергетиці імені Г.Є. Пухова НАНУ, Київ;
- Харківський національний університет радіоелектроніки, Харків;
- Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ;
- Ташкентський інститут інженерів іригації і механізації сільського господарства, Ташкент, Узбекистан;
- Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Баку, Азербайджан;
- Грузинський технічний університет, Тбілісі, Грузія

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ АВТОМАТИЗОВАНОГО ВИРОБНИЦТВА В СИСТЕМІ ПРОЕКТУВАННЯ КЕРУЮЧИХ ПРОЦЕСІВ В МАШИНОБУДУВАННІ

д-р техн.наук, проф., М.І. Гасанов, д-р техн.наук, проф., зав.каф. О.Ю. Заковоротний, д-р техн.наук, проф., зав. каф. О.М. Шелковий, д-р техн. наук, проф. О.О. Клочко, асп. Є.О. Пермяков, НТУ "ХПІ", м. Харків

Технологічне проектування є основною ланкою технічної підготовки виробництва і становить 30-60% її загальної трудомісткості. Менше значення відповідає умовам дрібносерійного виробництва, більше – масового. Як поки-показують практика, трудомісткість технологічного проектування зазвичай в 2 – 3 рази перевищує трудомісткість конструювання машин.

Відповідно до економічних принципів обробка деталі повинна виконуватися з найменшими витратами праці, мінімальною собівартістю, за умови виготовлення виробів в кількостях і в терміни, встановлені виробничою програмою. Таким чином, надійне забезпечення встановлених технічними вимогами параметрів точності виробу, якості поверхонь і заданого рівня економічних показників виробництва є основною комплексним завданням проектування технологічних процесів.

При проектуванні технологічних процесів застосовують ряд різних критеріїв оптимальності. Одні з них використовують для оцінки технологічного процесу в цілому, інші - тільки для окремих приватних технологічних задач. Найбільш вживаними критеріями є мінімум штучного часу, мінімум витрат на різальний інструмент, максимум його стійкості, мінімум собівартості або максимум продуктивності (технологічного процесу, операції) [1 – 3].

При проектуванні технологічного переходу в якості критерію оптимальності може бути використана максимальна продуктивність, яка при обробці на верстатах з ЧПУ оцінюється через основне (технологічне) час обробки:

$$F_o = t_o = \frac{\pi d l}{1000 v S} \rightarrow \min,$$

де t_o – основний (технологічний) час; v , S – відповідно швидкість різання і подача, т. е. оптимізуються параметри.

В рамках технологічної підготовки виробництва при проектуванні технологічних процесів і технологічних переходів широко застосовується система автоматизованого проектування технологічних процесів САПР ТП, яка дозволяє спростити формування та супровід впровадження нових

технологічних процесів, підвищити якість технологічної документації і домогтися оптимальних показників використання наявних ресурсів підприємства, сформуванню замовлення на проектування системи засобів технологічного оснащення та створення управляючих програм АММ для верстатів з ЧПУ.

При автоматизованому проектуванні ТП підтримується двосторонній зв'язок параметрів технологічного процесу з параметрами графічних документів КОМПАС-3D (рис. 1): креслень, ескізів, 3D-моделей. При зміні значень параметрів в графічних документах відбувається відповідна зміна асоційованих параметрів технологічного процесу (наприклад, зміна розмірів в тексті переходу при зміні відповідного габариту на кресленні). Є можливість і зворотної дії - поновлення значення параметра в графічному документі у відповідь на зміни в ТП.

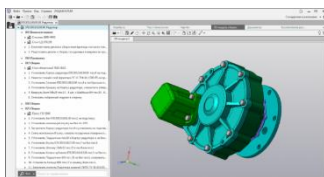


Рис. 1. Графічний документ КОМПАС-3D

Автоматизація проектування технологічних процесів підтримує безшовну інтеграцію з системою управління нормативно-довідковою інформацією ПОЛИНОМ: MDM. Дозволяє виконати технологічні розрахунки, розрахунки витрат часу на технологічні операції, дозволяє вирішувати завдання призначення заготовки деталі, розрахунок маси заготовки, автоматизації розрахунку норми витрати основного матеріалу і інших параметрів нормування в технологічних підрозділах підприємства, розрахунок режимів різання і сформуванню комплексу технологічної документації використовуваної на підприємстві.

Список літератури: 1. Hasanov, M., Zakovorotniy, A., Leonov, S., Dmitrienko, V., Klochko, A. Intellectual methods of comparing power generating objects. 2020 IEEE 4th International Conference on Intelligent Energy and Power Systems, IEPS 2020 - Proceedings, 2020, стр. 221–224, 9263211. 2. Kovalov, V.D.; Vasilchenko, Y.V.; Klochko, A.A. & Gasanov, M.I.: Chapter 10: Technology of restoration of large gear boxes. In: Modern Manufacturing Processes and Systems, Vol. 2: Fundamentals. Vrnjačka Banja (Serbia): SaTCIP Publisher Ltd. & Belgrade (Serbia): Faculty of Information Technology and Engineering (FITI), 2020, pp. 223–246. ISBN 978-86-6075-070-1. 3. Ковальов В.Д., Гасанов М.І., Клочко О.О., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В. Критерії формування структур і параметрів систем обробки, що забезпечують задані експлуатаційні властивості зубчастих коліс, які зношуються і відновлюватимуться. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 21 – 24 грудня 2020 року / За заг. ред. В. Д. Ковальова. – Краматорськ: ДЦМА, 2020. – С. 51 – 52.

THE PROBLEM OF IDENTIFYING THE COEFFICIENT IN THE DIFFUSION MODEL OF HYDRODYNAMIC FLOW IN A CHEMICAL REACTOR

Dr. of technical sciences, prof. Kh.M. Gamzaev, cand. tech. sciences, ass. prof. G.G. Gasimov, head of laboratory E.Sh. Jafarova, ASOIU, Baku

The chemical-technological process taking place in a chemical reactor with a second-order chemical reaction is considered. For the mathematical description of the hydrodynamic flow in the reactor, the following one-parameter diffusion model is proposed [1]

$$\frac{\partial \psi(x,t)}{\partial t} + v(t) \frac{\partial \psi(x,t)}{\partial x} + k\psi^2(x,t) = d \frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial x^2}, \quad 0 < x < l, \quad 0 < t \leq T, \quad (1)$$

$$\psi(x,0) = \phi(x), \quad (2)$$

$$v(t)\xi(t) + d \frac{\partial \psi(0,t)}{\partial x} = v(t)\psi(0,t), \quad (3)$$

$$\frac{\partial \psi(l,t)}{\partial x} = 0. \quad (4)$$

It is assumed that in the model (1) – (4), along with the unknown function $\psi(x,t)$, the coefficient of longitudinal mixing d is also unknown and identification of this parameter is required. In this case, an additional condition is set regarding the concentration of the reagent at the outlet of the reactor

$$\psi(l,t) = f(t). \quad (5)$$

The task is to determine the function $\psi(x,t)$ and coefficient d satisfying equation (1) and conditions (2) – (5). The formulated problem (1) – (5) belongs to the class of coefficient inverse problems of mathematical physics [2,3].

First, the diffusion terms $d \frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial x^2}$ and $d \frac{\partial \psi(0,t)}{\partial x}$ in equation (1) and boundary condition (3) are represented as

$$d \frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial x^2} = d_0 \frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial x^2} + d_1 \frac{\partial^2 \psi(x,t)}{\partial x^2},$$

$$d \frac{\partial \psi(0,t)}{\partial x} = d_0 \frac{\partial \psi(0,t)}{\partial x} + d_1 \frac{\partial \psi(0,t)}{\partial x},$$

where $d = d_0 + d_1$, $d_0 > 0$ is a given value and d_1 is an unknown value.

A discrete analogue of the problem (1) – (5) is constructed by the method of difference approximation using an explicit–implicit approximation for diffusion terms

$$\begin{aligned} & \frac{\psi_i^j - \psi_i^{j-1}}{\Delta t} + v^j \frac{\psi_i^j - \psi_{i-1}^j}{\Delta x} + k(\psi_i^{j-1})^2 = \\ & = d_0 \frac{\psi_{i+1}^j - 2\psi_i^j + \psi_{i-1}^j}{\Delta x^2} + d_1 \frac{\psi_{i+1}^{j-1} - 2\psi_i^{j-1} + \psi_{i-1}^{j-1}}{\Delta x^2}, \end{aligned} \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, n-1,$$

$$v^j \xi^j + d_0 \frac{\psi_1^j - \psi_0^j}{\Delta x} + d_1 \frac{\psi_1^{j-1} - \psi_0^{j-1}}{\Delta x} = v^j \psi_0^j, \quad (7)$$

$$\frac{\psi_n^j - \psi_{n-1}^j}{\Delta x} = 0, \quad (8)$$

$$\psi_n^j = f^j, \quad (9)$$

$$\psi_i^0 = \phi_i, \quad i = 0, 2, \dots, n, \quad (10)$$

where $\psi_i^j \approx \psi(x_i, t_j)$, $\phi_i = \phi(x_i)$, $f^j = f(t_j)$, $\xi^j = \xi(t_j)$, $v^j = v(t_j)$.

The discrete analogue of the problem (1) – (5) for each fixed value j , $j=1, 2, \dots, m$ is a system of linear algebraic equations in which the magnitude d_1 and approximate values of the desired function $\psi(x, t)$ act as unknowns, i.e. ψ_i^j , $i=0, 1, 2, \dots, n-1$, $j=1, 2, 3, \dots, m$. To solve the resulting system of difference equations (6) – (10), the decomposition of this system into mutually independent subsystems is used [4, 5]. The solution of the system of equations (6) – (10) for each fixed value $j=1, 2, \dots, m$ is represented as

$$\psi_i^j = u_i^j + d_1 w_i^j, \quad i = 0, 1, 2, \dots, n. \quad (11)$$

Variables u_i^j , $i = 0, 1, 2, \dots, n$ that satisfy a system of difference equations

$$\frac{u_i^j - u_i^{j-1}}{\Delta t} + v^j \frac{u_i^j - u_{i-1}^j}{\Delta x} + k(\psi_i^{j-1})^2 - d_0 \frac{u_{i+1}^j - 2u_i^j + u_{i-1}^j}{\Delta x^2} = 0, \quad (12)$$

$$v^j \xi^j + d_0 \frac{u_1^j - u_0^j}{\Delta x} - v^j u_0^j = 0, \quad (13)$$

$$\frac{u_n^j - u_{n-1}^j}{\Delta x} = 0. \quad (14)$$

And the variables w_i^j , $i = 0, 1, 2, \dots, n$, satisfy the following system of difference equations

$$\frac{w_i^j}{\Delta t} + v^j \frac{w_i^j - w_{i-1}^j}{\Delta x} - d_0 \frac{w_{i+1}^j - 2w_i^j + w_{i-1}^j}{\Delta x^2} - \frac{\psi_{i+1}^{j-1} - 2\psi_i^{j-1} + \psi_{i-1}^{j-1}}{\Delta x^2} = 0, \quad (15)$$

$$d_0 \frac{w_1^j - w_0^j}{\Delta x} + \frac{\psi_1^{j-1} - \psi_0^{j-1}}{\Delta x} - v^j w_0^j = 0, \quad (16)$$

$$\frac{w_n^j - w_{n-1}^j}{\Delta x} = 0. \quad (17)$$

The solutions of the system of difference equations (12)–(14) and (15)–(17) for each fixed value j , $j=1, 2, \dots, m$, are determined by the well-known Thomas method [3]. After substituting representation (11) into (9), a formula is obtained for determining the approximate value of an unknown quantity d_1

$$u_n^j + d_1 w_n^j = f^j, \quad d_1 = \frac{f^j - u_n^j}{w_n^j}.$$

And to calculate the approximate value of the desired longitudinal mixing coefficient d , an explicit formula is obtained

$$d = d_0 + d_1 = d_0 + \frac{f^j - u_n^j}{w_n^j}. \quad (18)$$

Thus, the computational algorithm for solving the inverse problem (1) – (5) for restoring the coefficient value d for each discrete value of a time variable t_j , $j=1, 2, \dots, m$ is based on: solving two linear systems of difference equations (12) – (14) and (15) – (17) with respect to auxiliary variables u_i^j and w_i^j , $i=0, 1, 2, \dots, n$; definition d from (18); using representations (11) to calculate ψ_i^j , $i=0, 1, 2, \dots, n$. Based on the proposed computational algorithm, numerical calculations were carried out for model problems.

References: 1. *Kafarov V.V.* Mathematical modeling of the main processes of chemical production / *Kafarov V.V., Glebov M.B.* // Moscow, Higher School Publisher, 1991. 2. *Alifanov O.M.* Inverse heat transfer problems / *Alifanov O.M.* // Berlin, Springer-Verlag, 2011. 3. *Samarskii A.A.* Numerical methods for solving inverse problems of mathematical physics / *Samarskii A. A., Vabishchevich P. N.* // Berlin, Walter de Gruyter, 2008. 4. *Vabishchevich P.N.* Numerical identification of the leading coefficient of a parabolic equation / *Vabishchevich P.N. Klibanov M.V.* // [Differential Equations](#), 2016, V. 52, № 7, pp. 855-862. 5. *Gamzaev Kh.M.* A numerical method for solving the coefficient inverse problem for diffusion-convection-reaction equation / *Gamzaev Kh.M.* // Tomsk State University Journal of Mathematics and Mechanics, 50, pp. 67-78.

ВНУТРІШНЯ БАЛІСТИКА СИСТЕМИ СТІЛА–ЛУК У ПОПЕРЕЧНІЙ ПЛОЩИНІ

д-р техн. наук, проф. І.П. Заневський; канд. техн. наук, доц.

Л.Г. Заневська, Львівський державний університет фізичної культури ім. Івана Боберського, м. Львів

Дослідження балістики стріли – одна з головних проблем теорії і практики спортивної стрільби з лука. Зокрема, приділено щільну увагу важливому явищу парадокса лучника, оскільки стріла з тязивою, здавалося б загадковим чином оминають руків'я лука підчас спільного руху у поперечній площині. Виявилось, що одночасно відбувається їхній спільний рух у поперечній площині системи, коли стріла втрачає поперечну стійкість, піддаючись поздовжньому динамічному згину [1, 2].

Метою роботи було створення механіко–математичної моделі системи стріла–лук з урахуванням поздовжнього динамічного згину стріли у поперечній площині.

Запропоновано модель розглянутої системи і метод її дослідження у формі задачі Коші й рівнянь Лагранжа другого роду, виведених на основі варіаційного принципу Гамільтона. Власні частоти і форми коливань визначено за допомогою модифікованого методу Ньютона із застосуванням рядів Феодосьєва. Складено відповідні алгоритми й комп'ютерні програми в пакеті Mathematica Wolfram. В результаті комп'ютерної симуляції розробленої моделі отримано розрахункові параметри для сучасного спортивного лука, які забезпечують узгоджений рух стріли й лука на етапі внутрішньої балістики. Запропоновано практичні рекомендації для узгодження параметрів лука і стріл у сучасній олімпійській програмі [3].

Представлено результати експериментальних досліджень параметрів виконання пострілу зі спортивного лука з докладним математичним опрацюванням й поданням у зручному зрозумілому для спортсменів і тренерів вигляді. Інструментальна частина вимірювального комплексу включає методики для акселерометрії, тензометрії, гоніометрії, стабілографії та відео аналізу пострілу.

Список літератури: 1. Peters R. D. Archer's compound bow – smart use of nonlinearity / Mercer University, Department of Physics. [Електронний ресурс] / R. D. Peters // Режим доступу [www URL: http://physics.mercer.edu/petepag/combow.html](http://physics.mercer.edu/petepag/combow.html) (дата звернення 17.12.2022). 2. Zanevskyy I. Testing and Tuning of the Sport Archery Bow and Arrow System / I. Zanevskyy, L. Zanevska // International Journal of Sport Culture and Science. – 2023. – Vol. 11(2). – pp. 132-149. 3. World Archery's rulebook. 2019. World Archery Federation. Lausanne: FITA // Режим доступу [www URL: https://worldarchery.org/rulebook/](https://worldarchery.org/rulebook/) (дата звернення 17.12.2022).

ВИКОРИСТАННЯ WIRESHARK ДЛЯ ВІДСЛІДКУВАННЯ АТАК ARP-SPOOFING

д-р техн. наук, проф., А.І. Вавіленкова, Національна академія Служби безпеки України, м. Київ

З часу повномасштабного вторгнення в Україну країни-агресора, кількість кібератак на Україну збільшилася у декілька разів [1]. Саме тому важливо розрізнити види атак для вчасного їх запобігання. Під час атаки ARP-spoofing зловмисник надсилає підроблені повідомлення протоколу ARP до локальної мережі, зв'язуючи таким чином MAC-адресу зловмисника з IP-адресою хоста, на який здійснюється атака [2]. Це дозволить кіберзлочинцю перехоплювати пакети даних у мережі та змінювати трафік [3]. Одним із засобів для відслідковування атак типу ARP-spoofing є утиліта Linux Kali – WireShark (рис. 1).

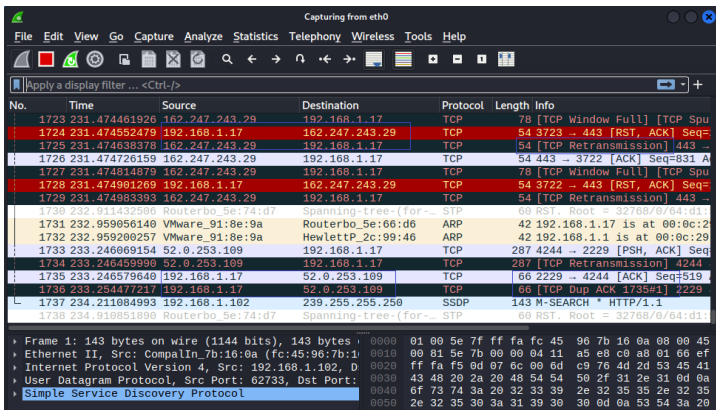


Рис. 1. Приклад відслідковування атаки ARP-spoofing

З рис.1 видно, що WireShark виявляє не типові повідомлення, що передаються за протоколом TCP, перехоплює пакети між атакуючою машиною з IP 192.168.1.17 і зовнішніми ресурсами. Таким чином, утиліта WireShark використовується як допоміжний засіб, інструмент, а не як окрема компонента, що здатна запобігати кібератакам.

Список літератури: 1. Указ Президента України №447/2021 Про рішення ради національної безпеки і оборони України від 14 травня 2021 року "Про Стратегію кібербезпеки України". [Електронне джерело]. URL: <https://www.president.gov.ua/documents/4472021-40013>. 2. Лисовська Ю. Кібербезпека. Ризики та заходи / Ю. Лисовська // Кондор, 2019. – 247 с. 3. Когут Ю. І. Кібертероризм (історія, цілі, об'єкти): практичний посібник / Ю. І. Когут. – Київ: Консалтингова компанія "СІДКОН", 2021. – 304 с.

МІКРОКОНТРОЛЕРНИЙ ДЕТЕКТОР НАЯВНОСТІ ПИЛУ У ПОВІТРІ

д-р техн. наук, проф. П.О. Качанов, канд. техн. наук, доц. В.А. Крилова, асп. А.Н. Мірошник, НТУ "ХПИ", бакалавр В.В. Банул, ХНУРЕ, м. Харків

Робота присвячена розробці підсистеми аналізу повітря за допомогою кількох датчиків, які реагують на присутність у повітрі часток пилу різних видів.

Одним з найнебезпечніших складників повітря є пил. Пил складається з дрібнодисперсних частинок різного розміру та має властивість не лише "літати" у повітрі, а й осідати та накопичуватися, тому коли хтось вдихає повітря, разом з цим до дихальних шляхів потрапляє багато частинок пилу, які осідають у легенях, що призводить до дуже тяжких захворювань. Окрім захворювань дихальних шляхів, пил також призводить до захворювань очей, вух, ротової порожнини, шкіри тощо [1, 2].

Найголовнішою проблемою, пов'язаною з пилом є те, що він усюди та його неможливо позбутися, адже пил є навіть у космосі. Прибрати пил з поверхні можна за допомогою ганчірки, а ось з повітря пил прибрати не вдасться, тому необхідно хоча б відстежувати концентрацію пилу у повітрі, щоб у випадку перевищення норми прийняти якісь міри для його зменшення [3].

Рішенням проблеми може стати розробка спеціальної програмно-апаратної платформи для системи, яка буде аналізувати повітря на концентрацію пилу у ньому. Така розробка дозволить інтегрувати автоматизовані детектори пилу у внутрішні системи будь-яких об'єктів будь-яких форм власності, чи то підприємства, чи то офісу, чи навіть вдома. Система повністю автоматизована, тому буде самостійно аналізувати навколишнє повітря на концентрацію частинок пилу та складати звіт, а у разі перевищення норм концентрації, система увімкне систему індикації чи систему вентиляції, щоб повітря автоматично очистилося.

Об'єктом розробки є автоматизований детектор наявності пилу у повітрі на основі мікроконтролера. А мета розробки – створення технічної бази та програмного забезпечення автоматизованого детектора наявності пилу у повітрі.

В роботі було реалізована підсистема аналізу повітря за допомогою кількох датчиків, які реагують на присутність у повітрі часток пилу різних видів. Головний контролер, який керує усією системою, реалізовано за допомогою плати Arduino UNO на основі мікроконтролера AVR ATmega328P. Програмна реалізація алгоритму керування системи здійснена на мові програмування C++ середовищі розробки Arduino IDE. Моделювання розробленого пристрою керування проводилося на макетному зразку пристрою.

Розроблено програмно-технічне забезпечення автоматизованого детектора пилу на основі мікроконтролера. Ця розробка виконана з метою впровадження таких систем у будь-яких сферах життєдіяльності людини, як у побутовій сфері, так і на підприємствах, фірмах або у бізнес-центрах, для перевірки концентрації пилу у повітрі.

Розробка пристрою складалась з декількох етапів. На першому етапі розробки було досліджено існуючі методи вимірювання концентрації пилу у повітрі та існуючі комерційні рішення серед детекторів пилу. Результатом виконання першого етапу стало розуміння теоретичних засад щодо вимірювання концентрації пилу, розуміння функціональних можливостей існуючих на ринку систем, а також було зроблено висновок, що такі системи вкрай необхідні, адже у сучасному світі проблема забруднення повітря є дуже актуальною. На другому етапі, відштовхуючись від результатів першого, була розроблена структурна схема і підбрана апаратна платформа пристрою, яка відповідає усім вимогам, що висувуються до таких систем, також було аргументовано вибір кожного з компонентів структурної схеми. По завершенню другого етапу, було отримано апаратну реалізацію пристрою. На третьому етапі під апаратну реалізацію системи було розроблено алгоритм програмного забезпечення, а також реалізовано програму на мові програмування C++, яка описує алгоритм роботи системи. Результатом виконання третього етапу стало об'єднання апаратної частини з програмним забезпеченням.

На останньому етапі розробки проводилось моделювання роботи пристрою, на якому система піддавалася тестам різного характеру, від перевірки основного функціоналу, до перевірки відпрацьовування виключень. Результати моделювання показали, що система працює правильно і стабільно.

Список літератури: 1. Качанов П.О. Автоматизована система аналізу забруднення повітря / П.О. Качанов, А.М. Мірошник // XXI МНТК "Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2022)", 9 – 14 вересня 2022 г., пленарна доповідь, – С. 48. 2. Качанов П.О. Методи аналізу коректності графових моделей керуючих автоматів / Мірошник А.М. // XXIX МНПК інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2021), 13 травня, Харків, 2021. – С. 28., 3. Мірошник М.А. Апаратна реалізація часових кінцевих автоматів / М.А. Мірошник, Л.А. Клименко, Ю.М. Салфетникова, Деменкова С.Д., А.Н. Мірошник // XX міжнародної конференції "Проблеми інформатики та моделювання" (ПІМ-2020), 16 – 21 вересня 2020 г., пленарна доповідь. – С. 48-52.

ФРАГМЕНТАЦІЯ СЕНСОРНИХ МЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ ЯКІРНИХ ВУЗЛІВ

д-р техн. наук, проф. Г.Ф. Кривуля, доц. В.В. Токарєв, студ. С.Д. Дєєв, ХНУРЕ, м. Харків

На теперішній час для збирання даних широко використовуються великомасштабні бездротові сенсорні мережі (БСМ). Застосування БСМ для моніторингу складних та великих об'єктів пов'язане з розташуванням великої кількості сенсорів (сотні, тисячі) вимірювальних сенсорів. Оскільки кожен поточний вимір пов'язаний з розташуванням вузла датчика у просторі, процес локалізації (визначення координат) по відношенню до локальної (глобальної) системи координат для кожного вузла має бути виконаний з необхідною точністю. Також для зменшення розмірності задачі доцільно використовувати фрагментацію БСМ після процесу локалізації вузлів. Сенсорні вузли зазвичай випадково розгортаються мобільним роботом або літаком, тому вони не мають попередньої інформації про своє місцезнаходження. Для великорозмірного розгортання оснастити кожен сенсорний вузол пристроєм глобальної системи позиціонування (GPS) через високу вартість та енергоспоживання неможливо. Тому визначення положення сенсорних вузлів, яке називається локалізацією, є однією з ключових технологій БСМ. Таким чином, мета локалізації – знайти фізичні координати для всіх вузлів датчиків [1, 2]. Розглянемо множину датчиків, розподілених по площі. Нехай невелика частина з них - якірні пристрої, які знають своє положення. Вони можуть бути оснащені GPS або розміщені точно в певних місцях із запрограмованою в них інформацією про місцезнаходження. Завдання полягає в тому, щоб локалізувати інші датчики за допомогою цих якорів. При випадковому розгортанні локалізація вузлів без вихідних координат ускладнюється, але для вирішення завдання використовують спеціальні вузли, які можуть визначати розташування інших вузлів автоматично. Ці конкретні вузли називають маяковими чи якірними, вони оснащені системою GPS й використовуються практично всіма методами локалізації у глобальних координатах. Число якірних вузлів повинно бути таким, щоб забезпечити двійкову адресацію для всіх вузлів БСМ. Кількість таких якірних вузлів дорівнює числу Хеммінга в залежності від загального числа вузлів мережі. Наприклад, для тисячі сенсорів достатньо десяти якірних вузлів.

У даній роботі пропонується для зменшення обчислювальної складності задачі реалізувати фрагментацію БСМ на основі діаграм Вороного – це особливий вид розбиття метричного простору, що визначається відстанями до заданої дискретної множини ізольованих точок цього простору.

Використання процедури фрагментації БСМ дозволяє збільшити ефективність алгоритмів подальшого контролю роботи БСМ.

Список літератури: 1. L. Cheng, C. Wu, Y. Zhang et al., "A survey of localization in wireless sensor network", *International Journal of Distributed Sensor Networks*, vol. 8, no. 12, Article ID962523, 2012. 2. Y. Qu, W. Han, L. Fu et al., "LAINet – A wireless sensor network for coniferous forest leaf area index measurement: Design, algorithm and validation", *Computers and Electronics in Agriculture*, Vol. 108, pp. 200-208, 2014. 3. G. Krivoulya, V Shcherbak Intellectual Functional Diagnosis of Large Objects Using Sensor Network // IEEE East-West Design & Test Symposium (EWDTS) Proceeding of international conf. Varna, Bulgaria, September 4 – 7, 2020, pp.507-511.

SOFTWARE DEVELOPMENT OF A VIRTUAL DEVICE FOR CONTROLLING THE CONDITION OF INDUSTRIAL UNITS NODES

PhD Korzhov Igor, State-Owned Enterprise "Kharkiv Regional Scientific and Production Center of Standardization, Metrology and Certification", Kharkiv, Mygushchenko Kateryna, Lincoln Park High School, Chicago

Nowadays control of the condition of industrial units nodes is achieved by using mobile devices, the output information from which is transferred to a notebook type computer using a wireless connection namely Bluetooth technology [1]. Appropriate software is required for obtaining this measurement information and further processing [2].

The authors developed a virtual device capable of receiving, processing and displaying measurement information on the monitor. This virtual device uses the LabView graphical programming environment [3].

Fig. 1 shows a block diagram of a virtual device for controlling and transmitting parameters of a device for monitoring and diagnosing the condition of industrial units, fig. 2 – virtual device settings panel, fig. 3 – the front panel of the virtual device.

The block diagram of the virtual device (Fig. 1) for the control and transmission of measurement signals and the control device receives information through the COM port. The connection to the COM port is made through the VISA Configure Serial Port VI block, to which the following communication settings are specified with the help of the appropriate control elements connection: Enable Termination Char, termination char, timeout, VISA resource name, baud rate, data bits, parity, stop bits, flow control. The output parameter of the VISA Configure Serial Port VI block is VISA resource name out, which is fed to the input of the VISA Flush I/O Buffer Function block to clear the COM port buffer from possible residual information. From the output of the VISA Flush I/O Buffer Function block, the VISA resource name out parameter enters the continuous loop of the While Loop structure.

The settings (Fig. 2) provide an opportunity to set: device status (on-off), measurement channel status (on-off), measurement frequency of corresponding channels (on-off). The data is converted into a String variable using the Build Array Function, Boolean Array To Number Function, Number To Decimal String Function, and Concatenate Strings Function elements.

The VISA Write Function block implements the recording of received settings and parameters through the COM port in the device for monitoring and diagnosing the condition of industrial units.

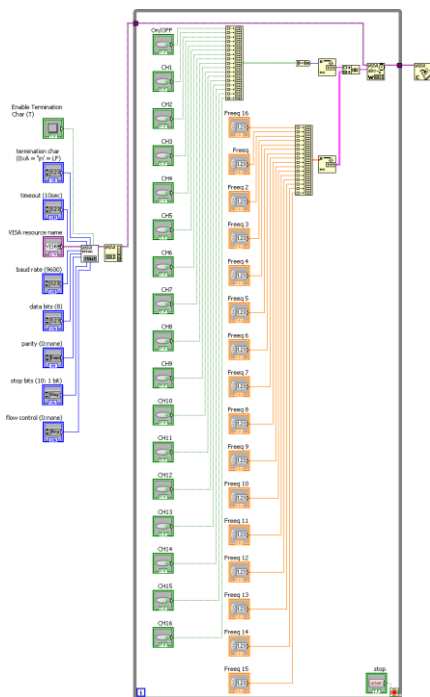


Fig. 1. Block diagram of a virtual device

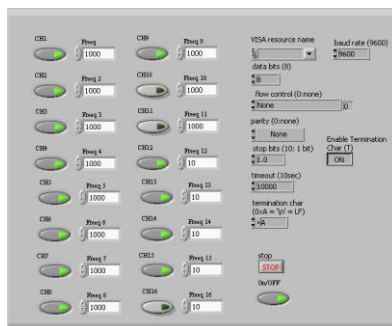


Fig. 2. Settings panel

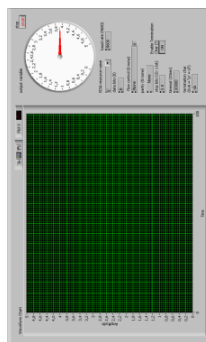


Fig. 3. Front panel

The front panel (Fig. 3), which is also created in the LabVIEW graphical environment, displays the procedure for receiving and transmitting incoming measurement signals from nodes of industrial units, provides the ability to make settings in online mode, and displays the results of signal processing [4].

Thus, the formed structure, selected software tools and developed software allow for operational monitoring of the condition of industrial units nodes.

References: **1.** *Asmakov S.* Ynterfeis Bluetooth: razberemsia s niuansamy / *S. Asmakov* // KompiuterPress. – 2013. – № 3 (279). – pp. 34-36. **2.** *Evdokymov Yu.* Vse o "LabVIEW 8 dlia radyoynzhenera + (CD)" / *Yu. Evdokymov*, DMK Press, 2007. – 398 c. **3.** *Baran E.* LabVIEW. Rekonfyhuryruemye yzmeritelnye y upravliaiushchye systemy / *E. Baran*. – DMK Press, 2017. – 448 p. **4.** *Korzhov I.M.* Prystrii kontroliu ta diahnostuvannia stanu promyslovykh dynamichnykh ob'ekti: dys. dokt. filosof.: 152 – Metrolohiia ta informatsiino-vymiriuvalna tekhnika / *I.M. Korzhov*. – Kharkiv, 2019. – 306 p.

ЖИТТЄВИЙ ЦИКЛ СИСТЕМ УПРАВЛІННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЮ БЕЗПЕКОЮ

Член-кореспондент НАН України, д-р техн. наук, проф. В.В. Мохор, канд. техн. наук, ст. дослідник О.О. Бакалинський, ІПМЕ ім. Г.С. Пухова НАН України, м. Київ; д-р техн. наук, доц. Я.Ю. Дорогий, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ; канд. техн. наук., доц. В.В. Цуркан, КПІ ім. Ігоря Сікорського, ІПМЕ ім. Г.С. Пухова НАН України, м. Київ

Відповідно до [1], впровадження систем управління інформаційною безпекою у організаціях зводиться до розроблення політик, процедур, настанов. Водночас мета діяльності кожної з них обумовлюється [2], по-перше, діями зацікавлених сторін; по-друге, обробленням інформації. Тож виникає проблема створення якісних технічних рішень збереження властивостей зазначеного активу. Для подолання даної проблеми запропоновано представляти системи управління інформаційною безпекою через їхній життєвий цикл [3, 4].

Життєвим циклом систем управління інформаційною безпекою можливе представлення їхнього змінення від етапу концепції до списання [4]. Насамперед це стосується визначення потреб зацікавлених сторін. Вони використовуються для встановлення вимог до систем управління інформаційною безпекою. Їхнє задоволення досягається створенням альтернативних варіантів архітектур. За обраним варіантом проектується, аналізується, реалізується та інтегрується відповідне якісне технічне рішення [3, 4]. Дані процеси виокремлено як основу створення адаптованих моделей життєвого циклу систем управління інформаційною безпекою до особливостей діяльності конкретних організацій.

Отже, представлення систем управління інформаційною безпекою через їхній життєвий цикл дозволить як визначати функційні можливості на ранніх стадіях розроблення, так і синтезувати відповідні якісні технічні рішення. Крім того, адаптуватися до особливостей діяльності конкретних організацій з урахуванням потреб зацікавлених сторін від етапу концепції до списання.

Список літератури: 1. ISO/IEC 27000:2018. Information technology. Security techniques. Information security management systems. Overview and vocabulary. [Valid from 2018-02-07; revised 2023-07-14]. URL: <https://www.iso.org/standard/73906.html> (accessed on: 25.08.2023). 2. ISO/IEC 27001:2022. Information security, cybersecurity and privacy protection. Information security management systems. Requirements. [Valid from 2022-10-25]. URL: <https://www.iso.org/standard/27001> (accessed on: 25.08.2023). 3. Мохор В., Цуркан В. Методологія побудови систем управління інформаційною безпекою. *Захист інформації*. Липень – Вересень 2021. Том 23, № 4. С. 200–211. DOI: <http://dx.doi.org/10.18372/2410-7840.23.16766>. 4. ДСТУ ISO/IEC/IEEE 15288:2016. Інженерія систем і програмного забезпечення. Процеси життєвого циклу систем (ISO/IEC/IEEE 15288:2015, IDT). [Чинний від 2018-01-01]. Вид. офіц. Київ: ДП "УкрНДНЦ", 2018. 83 с.

МЕТОДОЛОГІЯ ПІДВИЩЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ СИСТЕМ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМУНІКАЦІЇ

*д-р техн. наук, проф. О.А. Серков, доц. Н.В. Дженюк, асп.
Б.О. Лазуренко, НТУ "ХПИ", м. Харків*

Сучасні системи електронної комунікації вимагають підвищення швидкості передачі мультимедійної інформації, ємності системи та забезпечення безпроводного доступу великої кількості користувачів до інфокомунікаційної мережі. Частково ці проблеми реалізують шляхом збільшення ширини спектру, застосуванням більш удосконалених засобів модуляції і кодування радіосигналів та переходом на більш високі несучі частоти. Традиційні методи організації безпроводного коміркового зв'язку, зокрема радіоканалів з ефективним синхронно-кодовим розділенням користувачів дозволяють частково розширити доступ користувачів до мережі. Цьому ж сприяють стандарти 802.11 та 802.16, які дозволяють здійснити високошвидкісний безпроводний зв'язок користувачів як між собою, так і базовою станцією. Однак ці шляхи вирішення нагальних задач стикаються із природними обмеженнями на характеристики систем, зокрема на зростаючу складність систем електронної комунікації.

Метою доповіді є розробка практичних рекомендацій щодо підвищення ефективності роботи складних систем електронної комунікації як на стадіях їх розробки, так і експлуатації.

Системи електронної комунікації є технічними засобами, що призначені для передавання, приймання та обробки інформації. Вони є складними системами, до складу яких включено джерело випромінювання інформації, канали передачі та пристрої її прийому. Кожен із цих складових має свій внесок до загального критерію технічної ефективності. З огляду на те, що **методологією** є сукупність окремих методів, які об'єднані для вирішення проблеми підвищення ефективності систем електронної комунікації, розроблено низку наступних методів.

Метод застосування надширококузових сигналів (НШС), який є одним з перспективних напрямів підвищення ефективності систем передачі мультимедійної інформації [1, 2]. Сигнали без несучої, мають високу просторову роздільну здатність, що дозволяє їх застосовувати для радіозв'язку поза межами виділеного діапазону та створювати безпроводні локальні мережі великої ємності. Причому, застосування одиничних НШС сигналів неефективно за їх низької енергії. Тому виникає необхідність застосування кодованих надширококузових послідовностей – чипів [3]. Розширення спектру призводить до того, що сигнал більш рівномірно та менш щільно розподіляється у визначеній області спектру, Це дозволяє найбільш повно використовувати шенонівську пропускну здатність каналу з високою достовірністю передачі інформації без суттєвого підвищення

сигнал/шум на вході приймача. При цьому максимальна **ефективність каналу** виникає у випадку, коли інформаційний сигнал буде найкращим чином відповідати вимогам щодо каналу зв'язку. Тому головним показником якості доцільно прийняти **достовірність** переданої інформації, яка визначає імовірність похибки під час передачі одиниці інформації. Ефективність цифрових систем електронної комунікації суттєво збільшується за рахунок створення ансамблю складного сигналу шляхом одночасного кодування і модуляції, що розширює його інформаційну базу, забезпечуючи прихованість та енергетичну ефективність у двійковому симетричному каналі. Причому розподіл у часі синхроімпульсу та інформаційного сигналу у межах тривалості інформаційного біту дозволяє гарантовано забезпечити вимоги щодо завадостійкості, прихованості і безпеки каналів безпроводного зв'язку. Об'єднуючи показники енергетичної та частотної ефективності, отримуємо **інтегральний показник інформаційної ефективності**, яким є відношення швидкості передачі інформації до пропускної здатності каналу зв'язку. Він є найбільш **загальним показником**, який визначає технічний ефект системи електронної комунікації.

Метод розробки антенних систем для прийому/передачі НШС сигналів. Підвищення ємності, завадостійкості, електромагнітної сумісності систем електронної комунікації зі складними НШС сигналами вимагає застосування спеціальних антенних систем. Організація зв'язку в системі рухомих пристроїв також накладає певні обмеження, що обумовлені невизначеністю у часі та просторі розташування вектору поляризації інформаційного сигналу відносно координат приймальної антени. Тому доцільно запроваджувати мерехтливу поляризацію, за якою кожний із кодуєчих імпульсів по черзі подається на одну чи іншу антени, які розташовані ортогонально. У випадку застосування НШС інформаційних сигналів, їх формування здійснюють у безпосередньо у розкритті антен [4]. Так електромагнітні поля двох уніполярних моноімпульсів – чипів інтерферують у еквівалентному загальному розкритті двох поряд розташованих антен, збуджуючи у ньому електромагнітне поле біполярного імпульсу. Причому, формуючи послідовність моноциклів із послідовною зміною їх поляризації від імпульсу до імпульсу на 90^0 створюють мерехтливу поляризацію інформаційного сигналу, яка для мобільних пристроїв електронної комунікації суттєво збільшує межі їх застосування.

Метод прийому НШС сигналів. Основним недоліком відомих методів прийому сигналів є недостатня достовірність їх прийому на фоні шуму при малих співвідношеннях сигнал/шум. Внаслідок високої розподільної здатності НШС сигналів у часі, автокореляційні функції послідовностей мають складну багатопікову побудову, що призводить до виникнення похибок при пошуку і синхронізації сигналів користувачів [5]. Тому розпізнавання сигналів здійснюють шляхом його когерентного виділення.

Обчислюючи модулі комплексних автокореляційних функцій та відношення функцій правдоподібності, приймають рішення щодо достовірності розпізнавання прийнятого інформаційного сигналу, навіть коли його рівень нижче рівня шуму. Таким чином, використання сукупності розроблених методів, які є складовими загальної методології підвищення ефективності систем електронної комунікації, дозволяє підвищити достовірності прийнятої інформації на 10 - 20 дБ при малих (-3, ..., -5 дБ) співвідношеннях сигнал / шум.

Список літератури: 1. *Serkov A.A. Security Improvement Techniques for mobile applications of Industrial Internet of Things / A.A. Serkov, B.A. Lazurenko, K.A. Trubchaninova, A.E. Horiushkina // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. Vol. 20, No. 5, pp. 145-149. http://paper.ijcsns.org/07_book/202005/20200519.pdf. 2. Serkov Alexandr The Order of Formation of Information Signals in IIoT / Alla Jammine, Serkov Alexandr, Bogdan Lazurenko, Nait-Abdesselam Farid // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security, Vol. 23. – No. 3, pp. 139-143. http://paper.ijcsns.org/07_book/202303/20230314.pdf. 3. Serkov A. Method of coding information distributed by wireless communication lines under conditions of interference / A. Serkov, V. Berlage's, M. Tolkachov, V. Kravets // Advanced Information Systems. – 2018. – Vol. 2. – No. 2. – pp. 145-148. doi:10.20998/25229052.2018.2.25. 4. Спосіб передачі інформації надширококумовими імпульсними сигналами / Серков О.А., Лазуренко, Б.О., Певнев В.Я., Ткаченко В.А., Харченко В.С. // Патент України на винахід № 123519 У МПК H04B 1/69, H04B 7/00, Опубл. 14.04.2021, Бюл. № 15. 5. Надширококумова антена з мерехтливою поляризацією та спосіб її збудження / Панченко С.В., Серков О.А., Трубочанинова К.А., Курцев М.С., Лазуренко Б.О. // Патент України на винахід № 126475 У МПК H01Q 21/06, H01Q 13/08, Опубл. 13.10.22, Бюл. № 41.*

ГЕНЕРУВАННЯ ОПЕРАТОРІВ ПЕРЕХОДУ ДЛЯ ОДНОКРОКОВИХ РІЗНИЦЕВИХ АПРОКСИМАЦІЙ

д-р техн. наук, проф. О.А. Дмитрієва^{1,2}, PhD, ст. викл. В.Г. Гуськова¹
¹НТУУ "КПІ ім. І. Сікорського", м. Київ,

*²Дослідницький центр моделюючих технологій (SimTech) університету
Штутгарта, Німеччина*

Основною характеристикою сучасних математичних моделей, які описують поведінку динамічних об'єктів, в тому числі із стохастичними компонентами, є велика розмірність, яка вимагає створення нових чисельних методів, орієнтованих на використання в паралельних комп'ютерних системах з високими показниками паралелізму. Одним із джерел появи таких завдань є дискретизація рівнянь з частинними похідними методом прямих [1] і зведення початкового завдання до розв'язання системи звичайних диференціальних рівнянь (СЗДР), моделі машинного навчання з нескінченною множиною прихованих станів [2] тощо. А додаткові вимоги, пов'язані з забезпеченням високої точності результатів моделювання, призводять до значного зростання обчислювальної складності завдання через зменшення кроку дискретизації за просторовою змінною (змінними). Існуючі ефективні підходи, що використовують стадійні вкладені методи з контролем похибки на кроці [3], орієнтовані, переважно, на числове розв'язання лінійних однорідних систем. Для випадку неоднорідних систем необхідно згенерувати множину операторів переходу, кількість яких залежить від числа стадій вихідного методу. Отже підвищення точності моделювання (збільшення числа стадій і операторів переходу), призводить до значного збільшення обсягу обчислень. Тому в роботі пропонується будувати оператори переходу, ґрунтуючись на однокрокових композиціях різницевих апроксимацій. Для побудови розрахункової схеми в роботі спроектовано і реалізовано програмний додаток, що дозволяє з огляду на розмірність системи рівнянь, вимоги щодо точності проведення розрахунків і кількість доступних процесорів, згенерувати А-стійкий оператор переходу заданого порядку точності з можливістю застосування процедури управління кроком інтегрування. При паралельній реалізації для прискорення процесу матричного множення застосовано рекурсивне блокове розбиття.

Список літератури: 1. Schiesser W. Method of Lines Analysis of Turing Models / W. Schiesser. – 2017. – Published. – 268 p. 2. Neural Ordinary Differential Equations / R. Chen, Y. Rubanova, J. Bettencourt, D. Duven // Режим доступу [www URL: https://arxiv.org/abs/1806.07366](https://arxiv.org/abs/1806.07366) (дата звернення 8.07.2023). 3. Дмитрієва О.А. Генерування операторів переходу для паралельного керування кроком при моделюванні лінійних динамічних систем / О.А. Дмитрієва О.А. // Радіоелектроніка. Інформатика. Управління. – 2012. – № 2. – С. 88-96.

МЕТОД ФОРМУВАННЯ ТОПОЛОГІЇ МОБІЛЬНОЇ БЕЗПРОВІДНОЇ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМУНІКАЦІЇ

д-р техн. наук, проф. К.А. Трубочанінова, Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків

Безпроводна повітряна мережа являє собою сукупність безпілотних літальних апаратів (БПЛА), комутатори яких каналами зв'язку об'єднані один з одним, зовнішніми пунктами управління наземного базування та базовими станціями наземного мобільного зв'язку. Особливістю цієї мережі є зосередження у обмеженому просторі великої кількості джерел електромагнітного випромінювання, що створює складну електромагнітну обстановку та викликає збій в системах управління і інформаційних каналах зв'язку. Мобільне переміщення БПЛА у тривимірному просторі призводить до можливого відключення поточних користувачів, що вимагає постійного оновлення місць розташування усіх комутаторів мережі, які знаходяться у БПЛА, та динамічного переформування первинної топології безпроводної повітряної мережі.

Складовими інформаційної ефективності каналів зв'язку мережі є показники енергетичної $\beta = R_i N_0 / P_s$ та частотної ефективності $\gamma = R_i / F_s$. У цих співвідношеннях P_s – потужність сигналу, F_s – смуга частот сигналу, R_i – швидкість передачі, N_0 – спектральна щільність потужності шуму. Об'єднання цих показників створює інтегральний показник інформаційної ефективності $\eta = R_i / C$, де C – пропускна здатність каналу зв'язку. Цей показник є основним критерієм при динамічному формуванні топології мережі. У реальних системах $\eta < 1$. При цьому окремо визначають β та γ .

Пропонується на основі розрахункових значень сигнал/шум та ймовірностей величини похибки у каналах передачі інформації між комутаторами, які розташовані у БПЛА, формувати первинні топологію і траєкторії руху БПЛА. З ускладненням просторового електромагнітного середовища у режимі реального часу слід здійснювати зміну просторової топології мережі та передачу обслуговування іншим комутаторам з можливим подальшим виведенням окремих БПЛА із небезпечної зони для передачі інформації на базову станцію мобільного зв'язку і наземний пункт керування без порушення якості зв'язку між БПЛА всередині мережі.

Список літератури: 1. Knyazev, V., Lazurenko, B., Serkov, A. Methods and tools for assessing the level of noise immunity of wireless communication channels. *Innovative Technologies and Scientific Solutions for Industries*, 2022, No. 1 (19), pp 92-98. 2. Melnykov, S. V., Volkov, A. Ye., Korshunov, N. V., Hryshchenko, Yu. Yu., Using Unmanned Aerial Systems as the Mobile Radio Communication Complexes *Control Systems and Computers* 2017, № 5, pp 54-61.

ЗАСТОСУВАННЯ ІМІТАЦІЙНОГО 3D МОДЕЛЮВАННЯ ПРИ РОЗРОБЦІ ПРОЕКТУ МОДЕРНІЗАЦІЇ МЕХАНОСКЛАДАЛЬНОГО ВИРОБНИЦТВА ПАРОВИХ ТУРБІН НА ДЕРЖАВНОМУ ПІДПРИЄМСТВІ "ТУРБОАТОМ"

д-р техн. наук, проф., зав. каф. О.М. Шелковий, асп. В.М. Летюк, асп. Д.В. Феденюк, НТУ "ХПІ", м. Харків

Запропоновано методику модернізації виробничого процесу виготовлення лопаток парових турбін в умовах ДП "ТУРБОАТОМ" на основі імітаційного 3D моделювання. Розроблено імітаційні моделі діючої системи обробки на рівні ділянки та її модернізованого аналога, в якому широко застосовано засоби автоматизації технологічних процесів.

Модель реалізована у вигляді семантичної мережі, вузлами якої є моделі робочих місць, накопичувачів або складів, гнучких виробничих модулів.

Імітаційні моделі транспортних шляхів виконані у вигляді системи транспортування, що складається з транспортних шляхів конвеєрного типу та транспортних шляхів магістрального типу без зазначення напрямку руху транспортного пристрою. У системі може функціонувати довільна кількість транспортних модулів.

Управління роботою імітаційної моделі ділянки (цеху) здійснюється на основі паралельно-послідовного переміщення виробничого завдання між робочими місцями та складами (накопичувачами) на основі виконання, прикріплених до них, технологічних процесів. Для цього формуються планові завдання на обробку у вигляді номера завдання, обсягу продукції, що виробляється і найменування технологічного процесу, за яким воно виконується. Модель технологічного процесу є граф-дерево, що реалізує варіантну обробку в залежності від того, чи вільно обладнання на якому повинна бути виконана чергова операція.

Запуск виконання кожної з моделей виробничого завдання здійснюється за часовим графіком реального виробничого процесу, складеному до початку моделювання. У ході моделювання він може коригуватися залежно від вимог до реального виробництва: мінімізації витрат на виконання виробничого процесу в цілому, відмовостійкості системи обробки та допоміжних систем (транспортної або накопичувальної); поява у довільний час нових виробничих завдань з високими пріоритетами виконання. Система моделювання є відкритою, тому в її роботу можна втручатися влюбий проміжок часу.

Візуальна компонента моделювання та результати роботи моделі виробничої системи реалізовані у вигляді двох- та тривимірних динамічних зображень пристроїв, а їх параметри представлені у вигляді часових

графіків: завантаження обладнання, витрат енергії та коефіцієнтів корисної дії за енергетичними показниками. Ця інформація використана для формування найбільш раціональних технологічних процесів обробки виробів і послідовностей їхнього виконання.

Достовірність моделювання обґрунтована шляхом порівняння модельних даних діючої виробничої системи з її реальними характеристиками за часовими та енергетичними показниками.

Результати пробного моделювання діючої системи обробки лопаток парових турбін показали хорошу збіжність моделі - похибка не більше 5% за тимчасовими показниками і не більше 12% за енергетичними показниками.

Моделювання нового виробництва з використанням модернізованих верстатів моделей: ГФ-2253; ГФ-65А90 та обробних центрів моделі ІС-800ПМФ4 у поєднанні з напівавтоматичною контрольно-вимірювальною машиною моделі Blazer-M у рамках цеху дозволило зменшити тривалість виробничого циклу протягом доби на 15%, енергетичні показники обробки покращити на 10 – 14 %.

Список літератури: 1. Dobrotvorskiy, S., Basova, Y., Yepifanov, V., Letiuk, V., Dobrovolska, L., Shelkovyi, O. (2023). Natural Vibrations of a Turbine Blade During Milling. In: Ciobotă, D.D. (eds) International Conference on Reliable Systems Engineering (ICoRSE) - 2022. ICoRSE 2022. Lecture Notes in Net-works and Systems, Vol 534, pp. 57-69. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-031-15944-2_6 2. Шелковий О.М., Гасанов М.І., Заковортній О.Ю., Главчева Ю.М., Летюк В.І., Феденюк Д.В. Модель формування допоміжних машинноручних технологічних операцій // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Технології в машинобудуванні – Bulletin of the National Technical University "KhPI". Series: Techniques in a machine industry: зб. наук.пр. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2022. – № 2 (6). – С. 31-42. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2022.2(6).05

МОДЕЛЮВАННЯ ТА РЕВЕРСИВНИЙ ІНЖИНІРИНГ

*д-р техн. наук, проф. О.А. Пермяков, канд. техн. наук, доц.
І.Е. Яковенко, НТУ "ХПІ", м. Харків; О.О. Пермяков, Przemysław
Józkowicz, HERMES TECHNIC, м. Легниця, Польща*

Запропоновано підхід до проектування технологічного процесу відновлення деталей, під час якого вирішуються питання якості відновлення деталей, а також реверсивного інжинірингу зношених деталей шляхом створення точної копії за вже існуючим зразком.

На сьогодні у реноваційних галузях найрозвиненіших країн світу задіяне близько 30% технологічного обладнання та робочої сили. Такий обсяг залучених ресурсів в машинобудуванні пов'язаний з тим, що відновлення зношених деталей залишається дуже важливим резервом підвищення ефективності використання техніки, економії матеріальних, енергетичних і трудових ресурсів. Собівартість відновлення зношених деталей не перевищує 50% вартості нових, а витрати на матеріал в 15-20 разів нижчі [1].

Сучасний розвиток інформаційних технологій у машинобудуванні надає альтернативу існуючим процесам відновлення деталей. Можливість створення 3D-моделей виробів методами ручного комп'ютерного графічного дизайну або за рахунок 3D-сканування, їх подальший експорт до САМ систем та використання методів традиційного субтрактивного виробництва (на основі верстатів з ЧПК) або методів адитивного виробництва (3D-друк) значно спрощує процес технологічного проектування та виготовлення деталі.

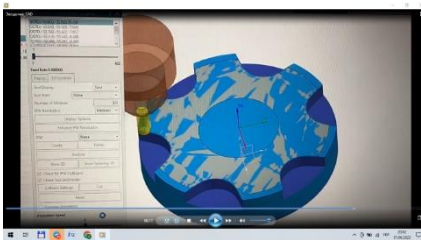
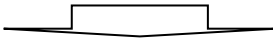
Реверсивний інжиніринг (реверс інжиніринг, зворотне проектування, reverse-engineering) – процес створення точної копії об'єкта за вже існуючим зразком (рис.1). Зворотне проектування деталей потрібне, коли необхідне: відновлення втрачених деталей; відновлення зношених або деталей, що вийшли з ладу; збереження інформації про об'єкти для їхнього подальшого ремонту чи відтворення. Реверс-інжиніринг прискорює та спрощує виробничі процеси. За допомогою сучасних високоточних технічних рішень – 3D-сканерів та програмного забезпечення – метод забезпечує кілька важливих переваг. Швидкість - багаторазове прискорення вимірювань порівняно з класичним методом: від кількох днів за кілька годин чи хвилин. Точність – сканування дозволяє уникнути накопиченої помилки при знятті розмірів. Універсальність - відтворення геометрії будь-якої складності та виробу практично будь-яких габаритів. Контроль при проектуванні – швидка та наочна перевірка відхилення геометрії виробу від 3D-моделі у спеціалізованих програмах.

Аналіз зношеної деталі



Експорт до САМ системи

Створення 3D CAD моделі



Виробництво (верстат з ЧПК)

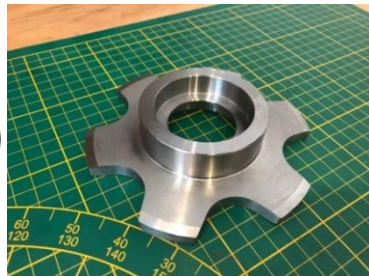


Рис. 1. Реверсивний інжиніринг – створення точної копії об'єкта за вже існуючим зразком

Список літератури: 1. Черновол М.І. Методологія технологічного проектування процесу відновлення деталей / М.І. Черновол, О.А.Пермяков, Я.Б. Немировський, В.І. Горбулик, І.В. Шепеленко // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Технології в машинобудуванні: зб. наук.пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2023. – № 2 (8). – С. 61-68. – ISSN 2079-004X, DOI: 10.20998/2079-004X.2023.2(8).01

МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ ТА МЕРЕЖАХ

д-р техн. наук, проф. С.Ю. Гавриленко, асп. В.В. Челак, НТУ "ХПІ", м. Харків

Сьогодні, комп'ютерні системи (КС) є невід'ємною частиною кожного суспільства і визначають її економічний та політичний потенціал на міжнародному рівні. Виведення з ладу таких систем може призвести до фінансових збитків, людських жертв впливати на природне середовище та національну безпеку та оборону країни. Кіберзлочинність і відсутність кібербезпеки входять до десятки основних глобальних ризиків і ця тенденція буде зберігатися найближчі десять років.

Сучасне суспільство все більше і більше залежить від існуючих комп'ютерних технологій. При цьому, статистика кіберзагроз показує значне збільшення кількості вторгнень в комп'ютерні системи та мережі, збільшення кількості шкідливого програмного забезпечення, поява нових загроз та вразливостей. Незважаючи на велику кількість класичних методів та засобів захисту інформації, зростаюча кількість атак надзвичайно загрожує безпеці національного та міжнародного рівня, призводить до катастрофічних фінансових втрат, іміджевих та моральних збитків. Це потребує розробки осконалення існуючих методів ідентифікації вторгнень в комп'ютерні системи та мережі.

У зв'язку з цим, актуальною науковою задачною планів та заходів з реалізації стратегії інформаційної безпеки комп'ютерних систем, розробки нових та удею є розробка нових та удосконалення існуючих методів та засобів ідентифікації стану КС, з метою підвищення ефективності і швидкості ідентифікації загроз та шкідливого програмного забезпечення та розробкою систем, які відповідатимуть сучасним вимогам до методів захисту інформації в КС.

Метою роботи є розробка нових та удосконалення існуючих методів виявлення аномалій, загроз та шкідливого програмного забезпечення для підвищення точності та швидкості ідентифікації стану комп'ютерних систем та мереж на основі методів машинного навчання.

Об'єкт дослідження – процес захисту функціонування комп'ютерних систем та мереж в умовах зовнішніх впливів.

Предмет дослідження – методи та засоби ідентифікації стану комп'ютерних систем на основі технології машинного навчання.

Робота пропонує три інтелектуальних метода ідентифікації стану комп'ютерних систем, що відповідають сучасним вимогам до швидкості та точності виявлення вторгнень. На основі статистичних методів виконано оцінку кореляційних зв'язків між показниками функціонування

комп'ютерних систем та визначено набір атрибутів, які будуть використані в якості ознак тестової та навчальної вибірки та забезпечуватимуть високу точність ідентифікації стану КС. На основі теорії графів запропоновано метод побудови дерева рішень, який відрізняється від відомих використанням бінарного пошуку для знаходження оптимального значення порогу розщеплення вузла ДР та використанням у якості критерія прийняття рішень мінімальної похибки класифікації, що дозволило зменшити час навчання дерев. На основі методів кластеризації запропоновано метод побудови дерев рішень з багатовимірними вузлами рішень [1], що дозволило підвищити точність та оперативність ідентифікації стану КС. На основі методів математичної статистики та кластеризації запропоновано процедуру формування нечітких множин з функціями належності [2], що дозволило підвищити точність та оперативність ідентифікації стану КС за рахунок автоматизації процесу визначення кількості функцій належності та їх параметрів та зменшити вплив експертів.

Практична значимість отриманих результатів полягає:

1. Розроблено метод та програмне забезпечення побудови дерев з багатовимірними вузлами рішень, що дозволяє зменшити кількість розгалужень, підвищуючи оперативність ідентифікації стану КС до 50% та точність до 12%.

2. Розроблено процедуру та програмне забезпечення формування нечітких множин та їх функцій належності для побудови нечітких дерев рішень, що дозволило підвищити точність класифікації до 30% (за умови великої кількості даних, які знаходяться на межі розмежування класів) та швидкість до 23%, порівнюючи з класичними дерева рішень.

3. удосконалено метод та розроблено програмне забезпечення побудови дерева рішень та, що дозволило зменшити час навчання дерев з одновимірними вузлами рішень до 4,5 раз.

4. удосконалено ансамблевий метод класифікації на основі металгоритму бустінгу та розроблено програмне забезпечення, яке моделює роботу методу, що дозволило підвищити точність класифікації до 32%.

За результатами дослідження було підтверджено практичну та теоретичну цінність розроблених методів, надано практичні рекомендації, щодо застосування розроблених методів та розглянуто перспективи їх подальшого розвитку.

Список літератури: 1. Chelak V.V. Development of Method for Identification the Computer System State based on the Decision Tree with Multi-Dimensional Nodes / S.Y. Gavrylenko, V.V. Chelak, S.G. Semenov // Radio Electronics, Computer Science, Control (RECSC). – No. 2 (2022). – 2022. – pp. 113-122. DOI:10.15588/1607-3274-2022-2-11 2. Viktor Chelak Method of Computer System State Identification based on Boosting Ensemble with Special Preprocessing Procedure / Viktor Chelak and Svitlana Gavrylenko // Advanced Information Systems, Vol. 6, No.1.– Kharkov 2022 – pp. 12-18. DOI:10.20998/2522-9052.2022.1.02

СЕКЦІЙНІ ДОПОВІДІ

MATHEMATICAL MODEL OF THE COMBINATION OF INFORMATION SIGNALS AND MULTICOMPONENT INTERFERENCE AT THE INPUT OF TRACK DEVICES OF TONE RAIL CIRCUITS

D. Sc. (Tech), Professor O.M. Ananieva, D. Sc. (Tech), Professor M.M. Babaiev, Cand. tech. Sciences, Associate Professor M.H. Davydenko, Ukrainian state university of railway transport, Kharkiv, D. Sc. (Tech), Professor V.S. Blyndiuk, V.N., Karazin Kharkiv National University, Kharkiv

Modern rail circuits are exposed to many factors that ultimately lead to the distortion of informational signals. In regular operation, the main factor of distortion is electromagnetic interference, both natural and artificial. The composition and characteristics of this interference vary over time very quickly and unpredictably. The functional safety of tone rail circuits requires compliance with the same indicators regardless of the current interference situation [1].

In order to create devices for interference-resistant reception of information signals, it is necessary to have a sufficiently complete, reasonable, flexible, and relatively simple mathematical model of the signal and interference combination. This paper proposes such a model in the form of an adaptive combination. The considered interference factors are interference voltage from the traction current in the rails and the induced voltage from the power line, interference voltage from the locomotive traction converter, impulse noise, and stationary accidental voltage. Analytical descriptions of these interferences are substantiated and formed, which allow for certain variations in accordance with the a priori incompleteness of the experimental data on them [2].

References: 1. *Ananieva O., Babaiev M., Blyndiuk V., Davidenko M.* Improving and Interference Immunity of Railway Transport Control Systems. ICTE in Transportation and Logistics 2019. E. Ginters et al. (Eds.) Springer Nature Switzerland AG. 2020. P. 287-294. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-030-39688-6_36. 2. *Ananieva O.* Matematychna model sumishi syhnalu ta bahatokomponentnoi zavady na vkhodi koliinykh prystroiv tonalnykh reikovykh kil / *O. Ananieva, M. Babaiev, V. Blyndiuk, M. Davidenko* // *Informatsiino-keruiuchi systemy na zaliznychnomu transporti.* – 2020. – № 2. – P. 3-7. doi: 10.18664/iksz.v25i2.206825.

MODELING THE PROCESS OF HIGH-FREQUENCY SIGNAL PROPAGATION IN DC TRACTION MOTOR POWER CIRCUITS

D.Sc. (Tech), Professor O.M. Ananieva, D. Sc. (Tech), Professor M.M. Babaiev, Cand. tech. Sciences, Associate Professor M.H. Davydenko, Cand. tech. Sciences, Associate Professor V.V. Panchenko, Ukrainian state university of railway transport, Kharkiv

DC traction motors (DCTM) are constantly exposed to dynamic, mechanical and electromagnetic loads during operation. Early detection of nascent damage in DC collector machines will prevent the problems of unforeseen DCTM breakdowns. Therefore, in the conditions of physical aging of traction rolling stock, monitoring and implementation of modern methods and means of diagnosing DCTMs and maintaining their suitability for operation based on monitoring their actual state in real-time is an urgent scientific and applied research problem [1, 2].

In the course of solving the problem of monitoring the quality of locomotive DCTM operation, a system of differential equations was formed concerning the desired currents and voltages, taking into account the current state of their electrical parameters, namely, a mathematical model was developed that allows for an analytical or numerical description of the current in any branch of the motor replacement circuit. The equations obtained during the calculations remain valid for any form of test voltage. This makes it possible to find an analytical description of the voltage on any element of both the motor itself and its power supply circuit [2].

References: 1. Majdi, Hasan Shakir and Shijer, Sameera Sadey and Hanfesh, Abduljabbar Owaid and Habeeb, Laith Jafer and Sabry, Ahmad H., Analysis of Fault Diagnosis of DC Motors by Power Consumption Pattern Recognition (October 31, 2021). // *European Journal of Enterprise Technologies*. – 2021. – 5 (113). – P. 14-20, doi:10.15587/1729-4061.2021.240262, Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=3961642> 2. Panchenko S.V. Matematychna model protsesu rozpovsiudzhennia vysokochastotnykh sygnaliv u kolakh zhyvlyennia tiahovykh dvyhuniv postiinoho strumu / S.V. Panchenko, O.M. Ananieva, M.M. Babaiev, M.H. Davydenko, V.V. Panchenko // *Informatsiino-keruichi systemy na zaliznychnomu transporti*. – 2023. – № 1. – P. 3-10. doi: <https://doi.org/10.18664/iksz.v28i1.276286>.

ПРОЦЕСИ ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ В ПРОЦЕСІ ІМПУЛЬСНОГО ЗУБОШЛІФУВАННЯ

*канд. техн. наук, доц. О.О. Анциферова, канд. техн. наук, доц. І.І. Степанова, магістр В.М. Санін, НТУ "ХПІ", м. Харків
канд. техн. наук, доц. В.В. Хорошайло, канд. техн. наук, доц. Я.С. Антоненко, ДДМА, м. Краматорськ*

Процес імпульсного шліфування зубчастих коліс відрізняється від процесу шліфування плоских або циліндричних поверхонь непостійністю параметрів режиму різання. У процесі імпульсного шліфування евольвентних поверхонь в зв'язку зі змінною глибиною різання (пов'язаної зі складним профілем зуба) змінюється не тільки стан поверхневого шару, а також і геометричні характеристики профілю зуба. Причому зазначені зміни взаємопов'язані між собою. Виникнення похибок форми, взаємного (відносного) положення елементів евольвентної поверхні і розмірів пов'язано зі зміною стану поверхневого шару, формування якого, в свою чергу, впливає на геометричні характеристики точності. Особливо цей вплив проявляється на зміні форми, наприклад, шляхом перерозподілу залишкових напружень, структурних і фазових перетворень і т.п. змін в процесі шліфування. Сприяють цьому не тільки теплові впливи, які проявляються в процесі шліфування, а й деформаційні зміни, що відбуваються під дією сил різання. Тому запропоновано проводити дослідження по комплексній оцінці стану поверхневого шару і геометричних характеристик точності, що змінюються в результаті процесу шліфування зі змінними параметрами режиму різання.

Стан поверхневого шару оцінювався по зміні залишкових напружень, а характеристики точності по зміні відхилення від профілю зуба, накопиченої помилки окружного кроку і величини биття зуба. Аналіз зміни залишкових напружень в поверхневому шарі в процесі шліфування зубів проводився із залученням методів математичної статистики і регресійного аналізу. Для оцінки залишкових напружень використовувалися такі статистичні характеристики математичної обробки результатів досліджень як: межа змін залишкових напружень; амплітуда коливань залишкових напружень; середнє значення залишкових напружень; коефіцієнт амплітуди зміни залишкових напружень.

Список літератури: 1. Шаповалов В.Ф., Печеный В.И., Клочко А.А., Пермяков А.А., Шелковой А.Н., Гасанов М.И., Анциферова О.А. Повышение качества поверхностного слоя зубьев изношенных и восстанавливаемых крупногабаритных зубчатых колес поверхностным пластическим деформированием // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем: зб. наук. пр. – Краматорськ : ДДМА, 2018. – Вип. 42. – С. 91–102.

МОДЕЛЬ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ QoS У БЕЗПРОВІДНІЙ МЕРЕЖІ ЕЛЕКТРОННОЇ КОМУНІКАЦІЇ

асп. В.М. Воронець, асп. О.М. Воронець, НТУ "ХПІ", м. Харків

Нове покоління інфокомунікаційних технологій вимагає забезпечення більшої продуктивності безпроводних мереж із підвищеними вимогами до її якості. При цьому розробки систем мобільного зв'язку, що передають та використовують інтелектуальну інформацію, спрямовані на максимальне збільшення пропускну здатності системи, щоб звести до мінімуму семантичні похибки, відновлюючи значення речень, а не бітових чи символічних похибок [1]. Особливо це є актуальним для багато користувальницьких систем, де системні ресурси повинні бути розподіленими між різними користувачами. Результат аналізу [1, 2] семантичних сигналів декількох користувачів показали наявність у них значної кількості загальної інформації, використання якої попередить втрати смуги пропускання мережі, що відбуваються за рахунок надлишкових передач.

Пропонується за допомогою штучного інтелекту здійснювати аналіз та вилучати окремо загальну та особисту інформацію, що надана в семантичній інформації від декількох користувачів з подальшим повторним використанням сигналів, які несуть загальну інформацію. Для вилучення загальної інформації порівнюємо дисперсію кожного з вимірів двох семантичних сигналів та встановлюємо процент збігу порогового значення. Сигнали, які мають загальну інформацію об'єднуються та передаються сумісно, у той час, коли сигнали, що несуть особисту інформацію, передають кожному користувачу окремо. Причому загальна семантична інформація передають у межах одного й того ж частотне-часового ресурсу, а особисту змістовну інформацію передають окремо. Вилучені семантичні сигнали відображають у багатовимірному просторі, яке є простором семантичної моделі. У порівнянні з іншими методами вираш відбувається за рахунок повторного використання загальної інформації проміж різних користувачів.

Список літератури: 1. Cover TM, Thomas JA, 2001. Elements of Information Theory. John Wiley & Sons, Ltd., New York, USA, pp. 374-458. <https://doi.org/10.1002/0471200611.ch14>. 2. Mao Y, Dizdar O, Clerckx B, et al., 2022. Rate-splitting multiple access: fundamentals, survey, and future research trends // *IEEE Commun Surv Tutor*, Vol. 24 (4): – pp. 2073-2126. – <https://doi.org/10.1109/COMST.2022.3191937>.

ДІАГНОСТУВАННЯ СТАНУ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ З АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ

*д-р техн. наук, проф. Гавриленко С.Ю., асп. Гейко М.В., НТУ "ХПИ",
м. Харків*

Використання тягового електроприводу (ТЕП) з асинхронними двигунами (АД) дозволяє підвищити потужність локомотива, знизити динамічні впливи на колії, скоротити експлуатаційні витрати. Але поряд із перевагами асинхронного приводу, його реалізація вимагає вирішення низки проблем, зумовлених використанням досить складної схеми живлення АД у широкому діапазоні тягових зусиль та швидкостей. Схема ТЕП автономного локомотива включає синхронний тяговий генератор, випрямно-інверторний перетворювач частоти (ПЧ), тягові АД і мікропроцесорну систему управління.

Найбільш тяжкі наслідки на ТЕП надають аварійні режими в ПЧ і тягових АД. В процесі експлуатації на тягові двигуни впливають динамічні зусилля від нерівностей шляху, атмосферні опади, перепади температури та ін., що негативно впливає на їх стан. Тяговий АД є джерелом ударних моментів у ТЕП. Так, при його короткому замиканні виникає ударний крутний момент на валу, який у 5..10 разів перевищує номінальне значення, що може привести до виходу з ладу елементів механічної передачі тягового зусилля на осі колісної пари. Рух локомотива на межі зчеплення також підвищує ймовірність виникнення аварійних режимів у ТЕП. Проведення натурних експериментальних досліджень ТЕП у цих режимах неможливе через високу вартість приводу та малу ефективність результатів. Відмови у системі ТЕП, залежно від їх характеру, можуть бути умовно-зворотними і аварійними (незворотними). Умовно-зворотні відмови, як правило, пов'язані зі збоями в роботі інвертора: пропуск імпульсів управління, однофазне перекидання одного з плечей, асиметрія вихідної напруги, порушення інвертора підвищеним реактивним струмом при боксуванні.

Для запобігання розвитку аварійних режимів потрібне створення сучасної системи контролю стану та захисту тягового обладнання, яка виконана на підставі аналізу електромагнітних та механічних процесів у ТЕП, отриманих при його моделюванні. Система захисту має бути побудована за принципом попередження виникнення аварійних режимів шляхом безперервного контролю та оцінки обраних параметрів задля забезпечення раннього виявлення несправностей та повинна складатися із трьох груп пристроїв: вимірювання, обробки інформації та виконавчих пристроїв.

МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ АНСАМБЛЕВОГО КЛАСИФІКАТОРУ ЗА РАХУНОК ДИВЕРСИФІКАЦІЇ БАЗОВИХ МОДЕЛЕЙ

*д-р техн. наук, проф. С.Ю. Гавриленко, асп. О.А. Горносталь, НТУ
"ХПІ", м. Харків*

У сучасному суспільстві інформаційні системи відіграють невід'ємну роль у різноманітних сферах життя, включаючи бізнес, науку, медицину та багато інших. Їх безперервна робота має вирішальне значення для забезпечення ефективності та стабільності цих сфер. Однак, зростаюча складність комп'ютерних систем ставить виклик щодо вчасного виявлення потенційних вторгнень у їх роботу та аномальної поведінки. Саме тому, вдосконалення методів ідентифікації стану комп'ютерних систем, зокрема за допомогою ансамблевих класифікаторів, є надзвичайно актуальною задачею. Розробка ефективних та точних методів дозволить забезпечити оперативну реакцію на можливі ризики та вразливості, забезпечуючи високу якість функціонування комп'ютерних систем у сучасному динамічному середовищі.

Використання беггінг ансамблів у задачах ідентифікації стану комп'ютерної системи дозволяє покращити точність, стійкість та здатність аналізувати різноманітні аспекти роботи системи за рахунок використання великої кількості різнорідних базових класифікаторів.

Використання дерев прийняття рішень в якості базових класифікаторів має декілька ключових переваг. По-перше, дерева прийняття рішень добре справляються з неоднорідними та складними даними, здатні виявляти взаємозв'язки між різними атрибутами системи, що може бути недосяжним для інших класифікаторів. По-друге, за допомогою змінних параметрів та налаштувань дерев можна досягти різних рівнів чутливості до аномалій та специфічності виявлення несправності. Це дає можливість створити гнучкий ансамбль, що адаптується до різних типів відхилень в роботі системи. Проте, класичні підходи побудови беггінг ансамблів з деревами прийняті рішень передбачають, зазвичай, використання однакових налаштувань при навчанні базових моделей.

Коли дерева прийняття рішень побудовані із однаковими параметрами, їхні вихідні прогнози будуть схильними до подібних результатів. Такий підхід знижує користь від ансамблювання та може обмежувати здатність ансамблю виявляти складні взаємозв'язки та аномалії в даних. Для подолання цього недоліку необхідно розглянути використання різних налаштувань дерев прийняття рішень у складі беггінг ансамблю. Цей підхід дозволить отримати комбіновану модель, яка використовує внутрішню варіативність дерев для підвищення точності виявлення аномалій та

зменшення кількості помилкових спрацьовувань. Окремі дерева можуть спеціалізуватися на різних аспектах системи, забезпечуючи більш глибокий аналіз, що допомагає вчасно реагувати на незвичайні ситуації.

Використання дерев прийняття рішень з різними налаштуваннями в рамках одного беггінг ансамбля має ряд переваг, які сприяють покращенню якості класифікації та виявлення аномалій:

1. **Зменшення перенавчання:** Використання дерев з різними налаштуваннями допомагає уникнути перенавчання, оскільки кожне дерево може фокусуватися на різних атрибутах та взаємозв'язках. Це зменшує ймовірність, що ансамбль враховує лише випадкові шуми чи неточності даних.

2. **Стійкість до шуму:** Оскільки різні дерева можуть виділяти різні аспекти поведінки, ансамбль виявляється більш стійким до шуму в даних. Це допомагає зменшити вплив випадкових відхилень та допомагає виділяти справжні аномалії.

3. **Покращення точності:** Комбінування різних дерев з різними налаштуваннями дозволяє вирівнювати їхні індивідуальні недоліки. Ансамбль здатен виправляти помилки окремих дерев та підвищувати загальну точність класифікації.

4. **Масштабованість:** Додавання додаткових дерев з різними налаштуваннями може покращити якість ансамблю без обмеження на кількість класифікаторів, як це може бути у випадку звичайного дерева прийняття рішень.

Таким чином, комбінування дерев прийняття рішень з різними налаштуваннями у беггінг ансамблі дозволяє покращити якість виявлення аномалій та оцінку стану комп'ютерної системи шляхом використання їхньої внутрішньої різноманітності та адаптивності. Завдяки цьому з'являється можливість ідентифікації стану комп'ютерної системи з різних точок зору, що дозволило більш глибоко аналізувати взаємозв'язки між атрибутами та виявляти навіть незначні відхилення. Кожне окреме дерево може підлаштовуватися під конкретні типи аномалій та специфічні умови роботи системи, а агрегація результатів роботи таких дерев прийняття рішень через процедуру голосування, у тому числі зваженого, дозволяє швидко та якісно реагувати на різноманітні сценарії вторгнень в комп'ютерні системи.

Список літератури: 1. Горносталя О.А. Розробка методу ідентифікації стану комп'ютерних систем на основі беггінг-класифікаторів / С.Ю. Гавриленко, О.А. Горносталя // Сучасні інформаційні системи. – 2021 – Том.5. – №.4. – С. 5-9. 2. Multi-datasource machine learning in intrusion detection: Packet flows, system logs and host statistics / Y. Lin, Z. Wang, P. Lin et al. // Journal of Information Security and Applications. – 2022. – Vol. 68. 3. Ngo G. Evolutionary bagging for ensemble learning / G. Ngo, R. Beard, R. Chandra. // Neurocomputing. – 2022. – pp. 1-14. 4. Przybyła-Kasperek M. Stop Criterion in Building Decision Trees with Bagging Method for Dispersed Data / M. Przybyła-Kasperek, S. Aning // Procedia Computer Science. – 2021. – Vol. 192. – pp. 3560-3569.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ ЯКОСТІ КЛАСИФІКАЦІЇ НА НЕЗБАЛАНСОВАНИХ ДАНИХ

*д-р техн. наук, проф. С.Ю. Гавриленко, магістр В.Д. Зозуля
Національний технічний університет "Харківський політехнічний
інститут", канд. с. наук, доц. В.В. Омельченко, Харківський
національний університет радіоелектроніки, м. Харків*

Незбалансовані класифікації створюють проблеми для прогнозного моделювання тому, що більшість класифікаційних алгоритмів машинного навчання були розроблені на основі припущення про кількість прикладів для кожного класу, тобто вони не враховують класового розподілу/пропорції або балансу класів. Це призводить до побудови упереджених моделей із поганою прогностичною ефективністю, особливо для класу меншості. Модель повністю ігнорує клас меншості і маркує всі об'єкти класифікації мітками мажоритарного класу. Особливо це актуально для систем виявлення вторгнень, які, зазвичай, містять невелику кількість прикладів виявлення вторгнень і для яких помилково-негативна класифікація (пропуск цілі) може мати фатальні наслідки.

Один із підходів до вирішення зазначеної проблеми – застосування різних стратегій балансування класів. У даній роботі досліджено методи балансування класів, які базуються на технології Undersampling, Oversampling та їх комбінацій. Для подальшого дослідження обрано такі методи: SMOTEENN, SVM SMOTE, Borderline-SMOTE, ADASYN, SMOTE, KMeansSMOTE. У якості вихідних даних використано набір UNSW-NB 15, який містить інформацію про нормальне функціонування мережі та під час вторгнень. У якості базового класифікатора використано дерево рішень на основі CART алгоритму. За результатами досліджень отримано, що використання методу SMOTEENN надає можливість підвищити якість виявлення вторгнень у функціонування мережі до 30%.

Наукова новизна отриманих результатів полягає у комплексному використанні методів балансування даних та методу класифікації даних на основі дерева рішень з використанням алгоритму CART (Classification And Regression Tree) для виявлення вторгнень у комп'ютерні мережі, що дозволило зменшити кількість помилок II роду.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ВИЯВЛЕНЬ ВТОРГНЕНЬ У КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

*д-р техн. наук, проф. С.Ю. Гавриленко, НТУ "ХПІ", м. Харків,
А.А. Кісь, заступник директора ВСП "ППФК НТУ "ХПІ", м. Полтава*

Виявлення вторгнень у комп'ютерні мережі є критично важливим аспектом підтримки безпеки та цілісності цифрових систем. Існують кілька типів систем виявлення вторгнень (Intrusion Detection Systems, IDS), які забезпечують виявлення аномальної чи шкідливої активності у комп'ютерних системах та мережах. Вони можуть бути поділені на дві основні категорії: мережеві системи виявлення вторгнень (Network-based IDS, NIDS) та хост-системи виявлення вторгнень (Host-based IDS, HIDS).

Мережева система виявлення вторгнень відстежує мережевий трафік у реальному часі, використовуючи комбінацію вищенаведених методів на основі сигнатур, аномалій або відстежує та аналізує пакети даних, які передаються мережею в пошуках підозрілих дій. Вона розміщується в мережі та працює на різних мережевих рівнях. Великий сервер NIDS можна налаштувати за посиланнями, а магістральна мережа, застосовується для моніторингу всього трафіку. Менші системи можна налаштувати для моніторингу трафіку, спрямованого на певний сервер, комутатор, шлюз або маршрутизатор. Інший клас NIDS можна встановити на централізованому сервері, який скануватиме системні файли, шукатиме несанкціоновану діяльність і підтримуватиме цілісність даних. Процес виявлення вторгнень зазвичай складається з двох різних етапів. На першому етапі модель навчається. На другому етапі побудована модель застосовується для аналізу поточного трафіку та виявлення будь-яких відхилень.

Виділяють такі мережеві системи виявлення вторгнень (NIDS):

- Signature-Based NIDS порівнюють активність у мережі з відомими сигнатурами атак. Якщо така сигнатура виявляється, то система попереджає про атаку.

- Anomaly-Based NIDS аналізують нормальну поведінку мережі та виявляють аномальні активності, які можуть вказувати на наявність атаки. Вони не залежать від наперед відомих сигнатур.

- Hybrid NIDS об'єднують підходи сигнатурного та аномального виявлення для підвищення ефективності виявлення різних видів атак.

Хостова система виявлення вторгнень (HIDS – (англ. Host-based intrusion detection system) встановлюється на окремих хост-системах і відстежує діяльність на рівні хоста. Вона призначена для захисту індивідуальних систем, а не всієї мережі, та працює на рівні операційної системи. Основне завдання HIDS – виявляти несанкціоновані дії та атаки на

хості, включаючи спроби злому, зловмисні програми (віруси, трояни), аномальну поведінку користувачів, зміну файлової системи та інші активності, які можуть загрожувати безпеці та надійності системи. HIDS виконує моніторинг активності, слідкує за подіями, що відбуваються на конкретному хості, включаючи доступ до файлів, реєстру, мережевої активності, аналізує сигнатури та використовуючи базу даних сигнатур відомих загроз та патернів атак для виявлення шкідливих дій. Вона також може фіксувати аномальну поведінку, яка може вказувати на нові чи невідомі погрози. Коли HIDS виявляє підозрілу активність або порушення безпеки, вона може генерувати попереджувальні повідомлення або оповіщення для адміністратора системи. Приклади HIDS включають Snort, OSSEC, Tripwire та інші програми, які призначені для виявлення вторгнень лише на рівні окремих хостів.

Виділяють такі хостові системи виявлення вторгнень (HIDS):

- File Integrity Checkers моніторять цілісність файлової системи та виявляють зміни файлів, що може вказувати на наявність шкідливих змін.
- Log-based HIDS аналізують журнали подій та реєструють підозрілу активність, таку як невдалі спроби входу, запуск підозрілих програм та інші аномалії.
- Behavior-based HIDS аналізують поведінку процесів і додатків на хості та виявляють незвичайну або аномальну поведінку, яка може бути викликана шкідливим програмним забезпеченням.
- Kernel-based HIDS моніторять ядро операційної системи та виявляють внесення змін до ядра, що може бути пов'язане з атаками.

До складу IDS також можуть входити:

- Аналізатори потоку даних (Flow-based IDS), які моніторять потоки даних у мережі та аналізують події на рівні потоків, що дозволяє виявляти аномалії у комунікації між вузлами.
- Інтегровані системи виявлення вторгнень (Integrated IDS), які об'єднують мережеві та хостові системи виявлення вторгнень для більш повного аналізу активності мережі. Застосування відповідної системи виявлення вторгнень залежить від конкретних потреб та характеристик інфраструктури, яку необхідно захищати.

Комбіноване використання мережевих систем виявлення вторгнень (NIDS) та хост-систем виявлення вторгнень (HIDS) може забезпечити більш повний захист інфраструктури від внутрішніх та зовнішніх загроз. Це ставить нові задачі перед науковцями та практиками з кібербезпеки по удосконаленню існуючих систем виявлення вторгнень у комп'ютерні мережі та створення більш прогресивних.

ДОСЛІДЖЕННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛЕЙ ГЛИБОКИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ ДЛЯ ВИЯВЛЕННЯ ВТРУЧАННЯ В КОМП'ЮТЕРНІ МЕРЕЖІ

*д-р техн. наук, проф. С.Ю. Гавриленко, бакалавр В.О. Полторацький
Національний технічний університет "Харківський політехнічний
інститут", м. Харків*

Системи виявлення мережевих вторгнень (NIDS) виступають суттєвими компонентами структури безпеки забезпечуючи надійний та безпечний трансфер інформації. NIDS використовує методи машинного навчання, які дозволяють виявити несанкціонований доступ до комп'ютерної системи (КС) чи мережі. Одним із перспективних напрямків дослідження є методи на основі глибокого навчання.

У рамках проведених досліджень розроблено моделі на основі згорткової нейронної мережі та повнозв'язної нейронної мережі. Відомо, що згорткові мережі демонструють високу ефективність у розпізнаванні та аналізі просторових патернів. У зв'язку з цим, для однієї з побудованих моделей мережеві дані були перетворені у двовимірний формат, аналогічний зображенню та виконано оцінку якості запропонованої моделі.

З метою порівняння ефективності, побудовано моделі на основі методів: Support Vector Machines, а також ансамблевих методів, таких як Random Forest та Gradient Boosting. Це дозволило оцінити та порівняти результати різних методів та підходів у задачі класифікації з використанням нейронних мереж та традиційних алгоритмів машинного навчання.

Дослідження підтвердили, що наразі ансамблеві методи продемонстрували кращі результати в завданні бінарної класифікації табличних даних. Зокрема, показник точності (ассигасу) для класифікатора Gradient Boosting досяг 0,959, у багаточарового перцептрона та згорткової мережі — 0,963, тоді як Random Forest показав найвищу точність 0,977.

Проте слід відзначити, що глибокі нейронні мережі представляють перспективний напрямок, який в даний момент активно розвивається. Зокрема, нова архітектура глибоких нейронних мереж "transformer" вимагає ретельного наукового дослідження та дослідження її потенціалу у завданні виявлення вторгнень в КС та мережі.

ЗНАННЯ-ОРІЄТОВАНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІНЛИВОСТІ ПРОЦЕСІВ І КОМПОНЕНТІВ У ЖИТТЄВОМУ ЦИКЛІ КІБЕРФІЗИЧНИХ СИСТЕМ

канд. техн. наук, доц. Р.О. Гамзаєв, ХНУ ім. В.Н. Каразіна, м. Харків

Досліджені основні проблеми забезпечення мінливості процесів розробки компонентів кіберфізичних систем (КФС), які характеризуються розподіленою архітектурою їх програмно-апаратних рішень, значною складністю бізнес-логіки та гетерогенністю ресурсів даних. Введено класифікацію основних типів мінливості таких систем як властивостей варіабельності, адаптивності, конфігурування та настроюваності процесів і компонентів на всіх основних етапах їх життєвого циклу (ЖЦ): доменний аналіз, архітектурне проектування, конструювання коду та супроводу вже існуючих системних модулів. Для забезпечення підтримки керованої мінливості протягом усього ЖЦ КФС запропонована нова знання-орієнтована інформаційна технологія із застосуванням таких підходів як: доменне моделювання, експертні методи обробки прикладних знань та вимог користувачів, адаптивні системні архітектури, проблемно-орієнтовані мови програмування та методи і технології розробки рекомендаційних систем.

Для кожного з основних етапів ЖЦ КФС отримано нові модельно-технологічні рішення для забезпечення певного типу мінливості їх процесів і компонентів, які експериментально перевірено на прикладах розробки їх прототипів для двох класів КФС: систем "Розумний будинок (РБ)" та мобільних систем доповненої реальності (МСДР). Наведено результати експериментальних досліджень таких показників якості їх розробки як: зменшення складності доменних моделей для систем "РБ" (на 21,1%), підвищення якості зображення в МСДР (на 22,9%), зменшення витрат на конструювання коду систем "РБ" (на 16,8%) та підвищення точності прогнозування конфігурацій компонентів систем "РБ" на етапі їх супроводу (на 24,2%), що підтверджує коректність теоретичних результатів цього дослідження.

Планується розробити підхід до отримання сумарної оцінки підвищення якості процесів в результаті застосування запропонованої інформаційної технології у процесях ЖЦ КФС.

Список літератури: 1. Karagiannis D. Domain-Specific Conceptual Modeling: Concepts, Methods and Tools / D. Karagiannis, H.C. Mayr, J. Mylopoulos – Springer. - 2016. - 606 p. 2. DeFranco Joanna F. Smart Home Research Themes: An Analysis and Taxonomy / Joanna F. DeFranco, Mohamad Kassab // Procedia Computer Science. – 2021. – Vol. 185. – P. 91-100.. 3. Gamzayev R.O. Knowledge-oriented Information Technology to Variability Management on Domain Analysis Stage in Software Development / R.O. Gamzayev, M.V. Tkachuk, D.O. Shevkoopias // Advanced Information Systems. – 2020. – Vol. 4 (2). – P. 39-47.

МОДЕЛЬ ОЦІНЮВАННЯ НАДІЙНОСТІ СИСТЕМ ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

*д-р техн. наук, проф. С.В. Герасимов, НТУ "ХПИ", м. Харків,
асп. В.В. Сорока, ДУІТ, м. Київ*

Обґрунтовано актуальність розроблення моделі оцінювання надійності систем енергозабезпечення телекомунікаційних мереж. Представлено результати аналізу наукових публікацій щодо оцінювання несправності комп'ютерних систем, обумовлених наявністю перешкод (вищих гармонік) у електричних сигналах систем енергозабезпечення. Ці результати підтверджують актуальність наукового дослідження за темою доповіді [1, 2]. Теоретично обґрунтовано необхідність врахування впливу вищих гармонік електричних сигналів на збільшення потужності електроенергії систем енергозабезпечення телекомунікаційних мереж [3]. Так, наявність вищих гармонік значного рівня у електричних сигналах систем енергозабезпечення може призвести до появи несправності радіоелементів і мікросхем телекомунікаційних мереж, тобто виходу із ладу [1, 3]. Наведено результати моделювання оцінювання впливу вищих гармонік у електричних сигналах на надійність телекомунікаційних мереж. Моделювання процесу впливу вищих гармонік у електричних сигналах на надійність систем енергозабезпечення телекомунікаційних мереж показало, що найбільший внесок у неконтрольоване збільшення потужності здійснює третя гармоніка в сигналах струму або напруги. За результатами моделювання встановлено, що відсутність у сигналах напруги і струму систем енергозабезпечення третьої гармоніки призводить до впливу коефіцієнта гармонік на рівні величини другого порядку малості, якою можна знехтувати. Таким чином, незначні значення коефіцієнту гармонік у електричних сигналах не впливають на надійність систем енергозабезпечення телекомунікаційних мереж.

Список літератури: 1. Яровий В.С. Діагностика несправностей випрямних трансформаторів високочастотних джерел живлення на основі визначення особливостей струму / В.С. Яровий, Г.Д. Радзівілов, В.В. Кірвас // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2021. – № 4 (45). – С. 152-162. – DOI: <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.45.19>. 2. Herasimov S. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter / S. Herasimov, M. Borysenko, E. Roshchupkin // Journal of Electronic Testing. – 2021. – № 37. – С. 357-368. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0>. 3. Daki O. Digital Correlation Method For Power Measurement / O. Daki, S. Herasimov, H. Zubrytskyi // Information Processing Systems. – 2020. – № 4 (163). – С. 15-26. – DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2020.163.02>.

Секція

ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОБЛЕМ ПЕРЕНЕСЕННЯ ІСНУЮЧИХ ДОДАТКІВ ТА СЕРВІСІВ НА НОВУ ВЕРСІЮ AOSP

PhD, доц. Д.М. Главчев, магістр М.С. Попелло, НТУ "ХПИ", м. Харків

Операційна система (ОС) Android є дуже розповсюдженою у світі, підтримується та розробляється компанією Google, та має величезне та потужне об'єднання розробників, які її використовують у своїй роботі. Великого розповсюдження дана операційна система набула за рахунок того, що вона має версію з відкритим початковим кодом, яка називається Android Open Source Project (AOSP) [1]. Наявність такої версії дозволяє будь-кому отримати доступ до програмного коду операційної системи, адаптувати її під свої потреби, та виконати повноцінну збірку, для того, щоб мати можливість запустити дану ОС на власному пристрої. Наявність таких можливостей призвели до того, що велика кількість виробників мультимедійних систем для автомобілів, телевізорів з вбудованою операційною системою, та іншої електроніки почали активно модифікувати AOSP та використовувати його у своїх пристроях. Задача створення власної прошивки є доволі розповсюдженою, але й доволі складною, адже в залежності від типу пристрою, кількості модулів, які потрібні для його роботи, складність цієї задачі може істотно збільшитись [2].

Проте, складність та певна специфіка роботи з AOSP не зупиняє дослідників та розробників, а й навпаки, відкриває великі можливості для розширення області застосування даної операційної системи на практиці. Зокрема, проводяться дослідження можливості використання AOSP не тільки в бортових комп'ютерах автомобілів, але й у бортових комп'ютерах потягів [3, 4]. Піднімаються інші питання застосування даного потужного інструменту на практиці. Адже, велика кількість розробників у всьому світі набрали досить великий досвід, та готові та ділитися ним для забезпечення роботи різних нових пристроїв.

Але надзвичайно важливим питанням в даному випадку є питання оновлення та переходу на нові версії операційної системи [5], адже AOSP розвивається, додаються нові функції, закриваються питання, пов'язані з безпекою використання користувацьких даних та захисту від кібератак. Google прикладає велику кількість зусиль для того, щоб спросити процес оновлення, та надає документацію, для того, щоб розробники більш чітко розуміли, які в новій версії системи є нововведення, та як саме вони можуть вплинути на сервіси та додатки, які розробляються. Тому, в даному дослідженні було прийнято рішення дослідити документацію, та перенести додаток та сервіс з Android 11 (API level 30) на Android 14 (API level 34). Це досить серйозне оновлення, ми переходимо відразу на 4 версії вперед, що є досить розповсюдженим випадком, адже важко кожного року переносити

сервіси, що були розроблені тим чи іншим вендором, бо це дуже велика кількість роботи, саме тому простіше обрати інтервал між версіями систем, та оновлювати їх у рамках даного інтервалу.

Результати наших досліджень, та проблеми, з якими ми стикнулися під час перенесення коду, дозволили виділити декілька найбільш важливих напрямків, на які варто звернути увагу при переході на більш нову версію AOSP. На їх основі було складено певні рекомендації.

Розглянемо ці рекомендації по порядку:

1. Спочатку треба перевірити зміни в дозволах доступу (Permission) до тих чи інших даних на рівні системи, адже може так бути, що сервіс потребує повного доступу до файлової системи, а в новій версії це заборонено, і треба відкривати доступ до конкретної папки, або виконувати прямий запит на доступ у користувача. Або, з'явилась можливість надавати доступ не до всіх фотографій користувача, а лише до певної їх частини, і це необхідно врахувати у разі, якщо сервіс або додаток працює з фотографіями користувача. Тому, важливо продивитися які доступи потребують додатки, та перед їх перенесенням врахувати зміни в політиці надання цих дозволів.

2. Питання пов'язані з фонову роботою сервісів та додатків. Це дуже важливий напрямок, адже розробники AOSP прикладають чимало зусиль для того, щоб зменшити рівень споживання енергії, та дозволити мобільним пристроям працювати довше. Це робиться за рахунок використання спеціальних режимів роботи пристрою, коли він не є активним, зокрема зупиняються деякі процеси, та система дозволяє їм "прокидатися" лише з певною періодичністю. Тому якщо сервіс який потребує перенесення, має логіку, яка була налаштована на безперервну роботу у фоновому режимі, необхідно врахувати це при переході на нову версію ОС, адже якщо система зупинить роботу даного сервісу, це може призвести до непередбачуваних наслідків, або взагалі компілятор сповістить про посилку та не дозволить зібрати образ системи.

3. Надзвичайно важливим фактором є оновлення бібліотек. Адже деякі з тих, що використовувалися у попередній версії системи, могли бути застарілими, та видалені під час оновлення. Тому цей фактор теж необхідно врахувати під час міграції на нову версію AOSP. Якщо є можливість оновити версії бібліотек, необхідно це зробити. Якщо такої можливості немає, треба дослідити документацію, адже з великою вірогідністю там буде запропонований оновлений варіант даного функціоналу з іншої бібліотеки.

4. Не завжди є можливість повністю перенести додаток разом з усіма бібліотеками. Крім того, виходять нові бібліотеки для роботи з даними, інтерфейсом користувача, що істотно спрощують роботу розробника, але вони не є вбудованими в AOSP, що унеможливило їх зборку разом з системою. В таких випадках можна збирати дані додатки окремо за

допомогою Gradle, та додавати до AOSP заздалегідь зібраний варіант додатку (prebuild version).

5. Для інтеграції в AOSP необхідно прописувати .mk або .br файли, які зрозумілі компілятору, та дозволяють йому виконати збірку правильно. Але .mk файли вважаються застарілими, тому рекомендується робити опис додатків у .br файлах, які є більш лаконічними. Тому, якщо перед переходом на нову версію ОС ще використовувалися .mk файли, краще переробити їх на .br версію.

Отже, процес перенесення сервісів та додатків на нову версію AOSP є об'ємною задачею, яка потребує врахування багатьох факторів, проте усе це йде на користь користувачу, адже дозволяє зробити роботу AOSP більш енергоефективною, безпечною та зручною. Розробнику у свою чергу, варто слідкувати за оновленнями в безпекових політиках Google, рекомендацій управління фоновими процесами, тощо.

Список літератури: 1. Android OS Core Topics. AOSP. URL: <https://source.android.com/core>
2. Shreyas S, Developing Custom ROM based on Android using AOSP // Shreyas S, etc. // International Journal for Research in Applied Science & Engineering Technology (IJRASET), India, ISSN: 2321-9653; IC Value: 45.98; SJ Impact Factor: 7.429, Volume 8 Issue VIII Aug 2020- Available at www.ijraset.com. 3. Главчев Д.М. Розробка системи ідентифікації машиніста на основі Android Auto та Apple Carplay для бортового комп'ютера потяга на базі Android Open Source Project // Сучасні напрями розвитку інформаційно-комунікаційних технологій та засобів управління: тези доп. 12-ї міжнар. на-ук.-техн. конф., 27-28 квітня 2022 р., Баку–Харків–Жиліна : [у 2 т.]. Т. 1: сек-ція 1-4 / Військ. акад. збройних сил Азербайджанської Республіки [та ін.]. – Харків: Петров В. В., 2022. – С. 14. 4. Hlavchev D. Train driver decision support system based on android open source project // Hlavchev D. // Informatics, control and artificial intelligence. Theses of the ninth international scientific and technical conference. – Kharkiv: NTU "KhPI", 2022. – P. 22. 5. Hlavchev D. Investigation of the problem of updating the the on-board train os based on the android open source project // Hlavchev D., Popello M. // Informatics, management and artificial intelligence: theses of the 10th international science and technology conference, Kharkiv–Kramatorsk–Ternopil, May 10-12, 2023 / NTU "KhPI". – Kharkiv: Impress, 2023. – P. 16.

РОЗРОБЛЕННЯ МОДЕЛІ ІНФОРМАЦІЙНО-ВІМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА КРАБОВИХ ПАЛИЧОК

канд. техн. наук, доц., І.В. Григоренко, канд. техн. наук, доц.,
С.М. Григоренко, магістр Д.О. Андренко, НТУ "ХПІ", м. Харків

Представлена модель інформаційно-вимірювальної системи (ІВС), яка розроблена завдяки використанню програмного пакету *Lab VIEW* для дослідження процесів обробки даних від первинних вимірювальних перетворювачів (ПВП), що розташовані на ділянках технологічного процесу виготовлення крабових паличок.

Крабові палички є популярним продуктом і їх виробництвом займаються безліч підприємств, що використовують як автоматизовані лінії виробництва, так і напіваавтоматизовані технології, що у свою чергу суттєво впливає на якість кінцевого продукту. На Україні якість виробництва крабових паличок регламентується ДСТУ 5097:2008 "Продукція із сурімі імітована. Технічні умови", а підтримка якості та технології виробництва згідно стандарту можлива лише при застосуванні автоматизованих вимірювальних систем контролю.

Сучасна інформаційно-вимірювальна система поєднує різноманітні технічні засоби, такі як: ПВП, елементи обробки та перетворення інформації та пристрої видачі інформації. Також ІВС містять програми, що необхідні для керування роботою системи, і такі, що дозволяють вирішувати ІВС вимірювальні й обчислювальні завдання [1]. На етапах технологічного процесу необхідно контролювати такі основні параметри: на етапі приготування суміші у міксері – температуру, рівень рН та кількість обертів валу двигуна; на етапі проходження парових барабанів – тиск та температуру пару; на етапі постерилізації – температуру у трьох камерах (+100 °С, +96°С, + 8 °С), на етапі заморозки – температуру до - 18 °С. Побудову моделі ІВС здійснено на основі мікроконтролера фірми *Atmel* – *ATmega16*. Передача даних до центральної ЕОМ здійснюється завдяки використанню промислового інтерфейсу *RS485*.

Розроблена модель ІВС надасть можливість провести дослідження впливу змін у технології виробництва на якість кінцевого продукту та визначити оптимальні для підтримки високої якості режими роботи технологічного обладнання.

Список літератури: 1. Інформаційно-вимірювальні технології та системи: навчальний посібник / І. В. Григоренко, С. І. Кондрашов, С. М. Григоренко. – Харків: НТУ "ХПІ", 2023. – 254 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ВИБОРУ ПАРАМЕТРІВ КОНТРОЛЮ ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМ МЕТОДОМ АГРЕГАТУВАННЯ

канд. техн. наук, доц. І.В. Григоренко, асп. Д.С. Ольховіков, НТУ
"ХПІ", м. Харків

Обґрунтовано, що оптимальний набір параметрів контролю технічних систем дозволяє підвищити ефективність їх експлуатації за рахунок збільшення надійності та зменшення витрат на обслуговування [1, 2]. Показано, що агрегування є методом конструювання (компонування виробів або їх груп) із взаємозамінюваних уніфікованих складових частин (агрегатів, вузлів, блоків тощо) багаторазового використання [3]. Пропонується метод агрегування використовувати для визначення залежних параметрів технічних систем. Наявність залежності параметрів контролю дозволяє визначити їх вплив на технічний стан систем і обґрунтувати їх оптимальну номенклатуру [3]. Отже, агрегування при обґрунтуванні оптимальних параметрів контролю технічних систем дозволяє зменшити обсяг робіт та скоротити засоби контролю при обслуговуванні, знизити витрати на обслуговування технічних систем. Моделювання вибору параметрів контролю технічних систем методом агрегування передбачає виконання наступних операцій: безпосереднє сприйняття від системи контролю та перетворення характеристик вимірювальних сигналів в уніфіковані сигнали; збір вимірювальних сигналів від засобів первинного перетворення та формування єдиного потоку даних, який придатний для передавання та оброблення або вводу до засобів оброблення та відображення; передавання даних від системи контролю до засобу спеціальними каналами зв'язку або лініям зв'язку загального призначення; розподілення та об'єднання потоків даних, які надходять декількома лініями зв'язку, і перетворення їх до вигляду, який сприймається засобами обробки і відображення.

Список літератури: 1. Яровий В.С. Діагностика несправностей випрямних трансформаторів високочастотних джерел живлення на основі визначення особливостей струму / В.С. Яровий, Г.Д. Радзівілов, В.В. Кірвас // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2021. – № 4 (45). – С. 152-162. –DOI: <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.45.19>. 2. Herasimov S. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter / S. Herasimov, M. Borysenko, E. Roshchupkin // Journal of Electronic Testing. – 2021. – № 37. – С. 357-368. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0>. 3. Daki O. Digital Correlation Method For Power Measurement / O. Daki, S. Herasimov, H. Zubrytskyi // Information Processing Systems. – 2020. – № 4 (163). – С. 15-26. – DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2020.163.02>.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВПЛИВУ НА ОДНОРІДНІСТЬ ПОМЕЛУ ЗЕРНА КАВИ

*канд. техн. наук, доц. І.В. Григоренко; д-р техн. наук, проф.
С.І. Конрашов, асп. О.С. Опришкін, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Обґрунтовано необхідність використання математичної моделі факторного впливу на однорідність помелу зерна кави для визначення ступеня впливу кожного із факторів. Математична модель створена на підставі моделі дисперсійного аналізу:

$$\begin{aligned} (\text{Значення, параметру контролю}) = & \sum (\text{фактори, що впливають на} \\ & \text{параметр контролю}) + \sum (\text{відхилення, яке обумовлене парними} \\ & \text{взаємодіями усіх факторів}) + \sum (\text{випадкові величини, що описують} \\ & \text{залишкові ефекти}). \end{aligned}$$

Модель враховує вплив чотирьох факторів на однорідність помелу, а саме: час помелу, геометричні розміри зерна, вологість зерна, швидкість обертання валу двигуна на якому закріплено жорнова. Доведено, що для подальшого дослідження цілком можливо використовувати спрощену модель перехресних класифікацій, що враховує ефекти одночасної взаємодії вказаних факторів та їх вплив на однорідність помелу кави і є більш зручною для підставлення експериментальних даних. Це підтверджується оцінкою вірогідності статистичних висновків про інформаційну значущість показників контролю для спрощеної моделі перехресної класифікації.

Основним практичним моментом є отримання аналітичного співвідношення, що дозволило оцінити кількість інформації за кожним з показників контролю. Зроблено розрахунки кількості інформації про значення однорідності помелу по кожному з показників контролю при урахуванні впливу показників на підставі експериментальних даних.

Запропоновані нові моделі дискримінантного аналізу [1] для оцінювання кількості інформації за ймовірностями помилок першого та другого роду, а також встановлені рівняння, що дозволяють ранжирувати показники контролю за зменшенням їх чутливості до зміни рівнів параметра контролю (однорідність помелу).

Список літератури: 1. Serhii Yefymenko, Ihor Hryhorenko, Iurii Khoroshilo, Svitlana, Hryhorenko, Inna Petrovska. Evaluation of informativeness of indicators in colorimetric control using discriminative analysis models. *IEEE XXXII MHC "MMO 2022"*, Sozopol, Bulgaria. – pp. 1-4. DOI: <https://doi.org/10.1109/MMA55579.2022.9992712>.

ABOUT ONE MODEL OF BIOLOGICAL SOIL PURIFICATION FROM OIL POLLUTION

PhD in Engineering, Ass. Prof. M.A. Huseynova, master's student E. Jalalli, Kh., ASOIU, Baku

It is known that oil and oil products are among the most common environmental pollutants. They enter the environment as a result of accidents at oil and product pipelines, leaks from storage facilities, spills during transportation and use. Environmental pollution with oil and oil products is a serious environmental problem worldwide [1].

Currently, there are many methods for cleaning soil and groundwater from oil pollution. Of all the technologies for eliminating the consequences of oil pollution of soils with oil products, bio-purification at the site of contamination is considered the most rational. Biological purification is the introduction of bacteria into the soil that can decompose petroleum products and produce substances that contribute to its rapid flushing [2, 3].

However, biological purification is a long process and its effectiveness depends on many factors. In this regard, there is a need to use mathematical modeling methods at the planning stage and in the process of bio-purification. The use of mathematical modeling methods allows you to select the main parameters of the entire technological process, estimate the cleaning time and predict the progress of cleaning at all its stages.

In this paper, a mathematical model of the main processes occurring during soil purification from oil pollution is proposed:

To describe the dynamics of the microbial population, the Mono equation is used, taking into account cell death and bacterial transfer

$$\frac{\partial M(x,t)}{\partial t} = \alpha(G(x,t))M(x,t) - \lambda M^2(x,t) - u(t) \frac{\partial M(x,t)}{\partial x},$$

To describe the loss of free oil product, the Monod equation with transfer is used

$$\frac{\partial G(x,t)}{\partial t} = -\beta(G(x,t))M(x,t) - w(t) \frac{\partial C(x,t)}{\partial x}.$$

Numerical experiments were carried out on the basis of the proposed model.

References: 1. *Stupin D.Yu.* Soil pollution and the latest technologies for their restoration / *Stupin D.Yu.* – Saint Petersburg: Lan, 2009. – 429 p. 2. *Yuniati M.D.* Bioremediation of petroleum-contaminated soil: A Review / *Yuniati M.D.* // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 2018. 3. *Sebiomo A., Bankole S.A., Awosanya A.O.* Determination of the ability of microorganisms isolated from mechanic soil to utilise lubricating oil as carbon source / *Sebiomo A., Bankole S.A., Awosanya A.O.* African Journal of Microbiology Research. – 2010. –Vol. 4 (21). – pp. 2257-2264.

ПРИНЦИПИ ПОБУДОВИ ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ ВИДОБУТКУ СУХОГО БІШОФІТУ

д-р техн. наук, ст. наук. співр. А.М. Давиденко, д-р техн. наук, ст. наук. співр. С.Я. Гільгурт, ІПМЕ ім. Г.С. Пухова НАН України, м. Київ

Проблема підвищення ефективності використання природних ресурсів обумовлює розвиток технологій їх видобутку, зберігання, транспортування та обробки.

Водний розчин бішофіту (хлористого магнію за формулою $MgCl_2 \cdot 6H_2O$) використовується в гірничо-видобувній і нафтогазовій промисловості, в автотранспорті, медицині та агрокомплексі. Одним з недоліків похідної сировини, яку добувають зі свердловини, є великий вміст води (близько 70%), що неприйнятно збільшує витрати на її транспортування. Економічно доцільним є використання даної речовини у вигляді сухого порошку. Але відомі методи випарювання потребують великих енергетичних витрат. Крім того, відхилення технологічних параметрів процесу випарювання бішофіту в певних межах може призвести до накопичування та викидів у виробничі приміщення небезпечних для життя людини парів хлору.

Мета дослідження полягала у застосуванні наукових підходів, зокрема, методів декомпозиції систем управління технологічним процесом, а також останніх досягнень мікроелектроніки для створення принципів побудови програмно-технічних комплексів контролю, оптимізації та управління технологічним процесом видобутку сухого бішофіту з розчину. Використання в якості апаратної платформи програмованих логічних контролерів дозволило при застосуванні запропонованого підходу до виробництва сухого бішофіту використовувати кристалізатор барабанного типу замість традиційних енергоємних сушарок, що надало можливість не тільки суттєво зменшити енерговитрати технологічного процесу, але також знизити вірогідність ризику аварійного викиду хлору.

Автоматизовані системи, побудовані з використанням результатів даної роботи дозволяють підвищити стабільність і безпечність технологічного процесу та знизити ризик техногенних аварій.

Список літератури: 1. Давиденко А.М., Гільгурт С.Я., Політучий О.О. Проблеми декомпозиції систем управління технологічним процесом на прикладі систем першого рівня // Доп. XI Всеукр. наук.-практич. конф. "Стан та удосконалення безпеки інформаційно-телекомунікаційних систем (SITS'2019)". – Миколаїв: 2019. – С. 14-16. 2. О декомпозиции автоматизированных систем управления. Синтез подсистем автоматизации. [Електронний ресурс] / РИТМ // Режим доступу: <https://ritm.pro/dekompozicija-avtomatizirovannyh-sistem-upravlenija-sintez-podsistem-avtomatiki> (дата звернення 18.08.2023).

МИРИ СХОЖОСТІ ТА ВІДСТАНІ ДЛЯ ЗІСТАВЛЕННЯ БІНАРНИХ ОБ'ЄКТІВ

д-р техн. наук, проф. В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф. О.Ю. Заковортний, д-р техн. наук, проф. С.Ю. Леонов, канд. техн. наук, доц. М.В. Мезенцев, НТУ "ХПИ", м. Харків

При оцінці близькості та розпізнаванні бінарних двійкових об'єктів часто використовуються функції близькості Жаккара, Kulzinsky, Dice, Yula і їм подібні, а також відстані Хеммінга, функції подібності за кількістю ознак, що збігаються і т.і. [1 – 4]. Всього відомо понад сотню часто застосовуваних різних функцій близькості та подоби. При порівнянні пари бінарних об'єктів $J_q(j_{q1}, j_{q2}, \dots, j_{qn})$, $J_p(j_{p1}, j_{p2}, \dots, j_{pn})$ с n якісними ознаками (характеристиками) зазвичай використовують табл. 1.

Таблиця 1

Змінні для оцінки близькості бінарних об'єктів J_q и J_p

	J_p	
J_q	1	0
1	$a = \sum_{k=1}^n j_{qk} j_{pk}$	$g = \sum_{k=1}^n (1 - j_{pk}) j_{qk}$
0	$f = \sum_{k=1}^n (1 - j_{qk}) j_{pk}$	$b = \sum_{k=1}^n (1 - j_{pk})(1 - j_{qk})$

Якщо з допомогою табл. 1 оцінюється близькість лише двох бінарних об'єктів J_q і J_p , то скалярний добуток $\sum_{k=1}^n j_{qk} j_{pk}$ однозначно оцінює рівність n -розрядних бінарних векторів, а решті змінних b, f, g не потрібні, оскільки змінна b підраховує ознаки, яких об'єкти J_q і J_p не мають. При рівності $a = 0$ наявність $b \neq 0$ вказує не на подібність, а на наявність відмінностей між бінарними об'єктами, що співставляються. Змінні f і g необхідні при обчисленні близькості усієї безлічі об'єктів, що зіставляються шляхом визначення вагових коефіцієнтів, які залежать від конкретної безлічі вихідних даних і розв'язуваної задачі, і суб'єктивних переваг дослідників. Так, у роботі [2] наводиться близько 30 різних співвідношень з метою оцінки близькості двох бінарних об'єктів. Частина цих співвідношень наводиться в табл. 2.

Таблиця 2

Функції для оцінки близькості бінарних об'єктів

$S_{JACCARD} = \frac{a}{a+g+f}$	$S_{SOKAL\&MICHENER} = \frac{a+b}{a+b+g+f}$
$S_{DICK} = \frac{2a}{2a+g+f}$	$S_{SOKAL\&SNEATH} = \frac{2(a+b)}{2a+g+f+b}$
$S_{3w-JACCARD} = \frac{3a}{3a+g+f}$	$S_{INTERSECTION} = a$
$S_{SOKAL\&NEATK-2} = \frac{a}{a+2g+2f}$	$S_{HAMMING} = g+f$

Пошук кращих функцій близькості або відстаней для розв'язуемого завдання серед відомих співвідношень може бути замінений на синтез еволюційними алгоритмами нових перспективних функцій близькості і відстаней для оцінки подібності бінарних об'єктів.

Список літератури: 1. Dmitrienko V.D., Zakovorotnyy A.Yu., and Leonov S.Yu. (2020), "Neural networks for determining affinity functions", *2020 Intenational Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, Ankara, Turkey, 2020, pp. 647-652. 2. Michalski R.S., Stepp R.S., and Dilay (1981), "A recent advance in data analysis: clustering objects into classes characterized by conjunctive concepts", *Invited chapter in the book Progress in Pattern Recognition*, Vol. 1, North-Holland Publishing Company, Amsterdam-NewYork-Oxford, pp. 33-49. 3. Choi Send-Seok, Cha Sung-Hyuk, Tappert Charters C. (2010), "A survey of Binary Similarity and Distance Measures", *Systemics, Cybernetics and Informatics*, Vol. 8, pp. 43-48. 4. Dmitrienko V.D., Leonov S.Yu. and Zakovorotnyy A.Yu. (2020), "Computer components for proximity estimation and binary object recognition under uncertainty", *Herald of the National Technical University "KhPI". Series of "Informatics and Modeling"*. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2020. – № 2 (4). – P. 58 – 76.

КОМП'ЮТЕРНІ КОМПОНЕНТИ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННЯ ТА ОЦІНКИ БЛИЗЬКОСТІ ДВІЙКОВИХ ОБ'ЄКТІВ З БІНАРНИМ КОДУВАННЯМ ІНФОРМАЦІЇ

д-р техн. наук, проф. В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф.
С.Ю. Леонов, канд. техн. наук, доц. М.В. Мезенцев, НТУ "ХПІ",
м. Харків

При розробці систем розпізнавання двійкових об'єктів часто використовуються методи, ознаки яких кодуються символами бінарного алфавіту, а потім використовуються функції близькості Хеммінга тощо. Однак при такому поданні та обробці вхідної інформації можуть виникати невизначеності через зміну зовнішніх умов: може змінюватися колір частини або всього об'єкта через зміну сонячного освітлення або хмарності. Змінюються у значних діапазонах параметри сигналів у вимірювальній апаратурі, змінюються вага і розміри фруктів або овочів, що вирощуються. Зазначені зміни об'єктів, що контролюються, можуть вимагати введення третього істиннісного значення та тризначної логіки, яка точніше описуватиме об'єкти в початковий період спостереження.

При змінюваних параметрах спостережуваних об'єктів і довкілля з часом третє істиннісне значення також необхідно змінювати і замість тризначної логіки вводити сімейство G_k багатозначної логіки Геделя [2–4] з кінцевим набором значень $\{0, \frac{1}{k-1}, \frac{2}{k-1}, \dots, \frac{k-2}{k-1}, 1\}$ або навіть з нескінченним числом значень G_∞ . При цьому всі значення з множини G_∞ є речовими числами з інтервалу $[0, 1]$, а істиною в G_∞ є 1. Таким чином, на основі багатозначних логік існує розширення можливості для створення систем розпізнавання та оцінки близькості об'єктів, що змінюються.

Список літератури: 1. Dmitrienko V.D., Zakovorotnyy A.Yu., and Leonov S.Yu. (2020), "Neural networks for determining affinity functions", *2020 Intentional Congress on Human-Computer Interaction, Optimization and Robotic Applications (HORA)*, Ankara, Turkey, 2020, pp. 647-652. 2. Michalski R.S., Stepp R.S., and Dilay (1981), "A recent advance in data analysis: clustering objects into classes characterized by conjunctive concepts", *Invited chapter in the book Progress in Pattern Recognition*, Vol. 1, North-Holland Publishing Company, Amsterdam-NewYork-Oxford, pp. 33-49. 3. Choi Send-Seok, Cha Sung-Hyuk, Tappert Charters C. (2010), "A survey of Binary Similarity and Distance Measures", *Systemics, Cybernetics and Informatics*, Vol. 8, pp. 43-48. 4. Dmitrienko V.D., Leonov S.Yu. and Zakovorotnyy A.Yu. (2020), "Computer components for proximity estimation and binary object recognition under uncertainty", *Herald of the National Technical University "KhPI". Series of "Informatics and Modeling"*. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2020. – № 2 (4). – P. 58 – 76.

ВИЗНАЧЕННЯ СПЕЦІАЛІЗОВАНИХ ПРОГРАМНИХ ПРОЦЕСОРІВ ТА ЇХ ЗАСТОСУВАННЯ У ФІНАНСОВОМУ ПЛАНУВАННІ РОБОТИ ПІДПРИЄМСТВА

*канд. техн. наук., проф. М.Й. Заповольський, канд. техн. наук.
В.В. Шатілло, асп. Т.Л. Омеляненко, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Під терміном "фінансова стабільність" [1], слід розуміти фінансовий стан, при якому зберігається баланс між зростаючими витратами та обмеженими фінансовими ресурсами. Такий стан дозволяє підтримувати високий рівень безпеки підприємства, який забезпечує можливість надання якісних послуг (виробництва товарів) і сталого розвитку. Основний звіт з якого можна зрозуміти фінансовий стан підприємства – грошовий потік [2]. Він містить у собі всі доходи та видатки за визначений період часу. На відміну від бухгалтерського обліку, управлінський - передбачає виконання план/фактного аналізу. Його основна мета спростити прийняття управлінських рішень на основі фінансових даних для керування підприємством [3].

Фінансовий план описує модель доходів та витрат, на основі чого можна розрахувати такі показники як: капітал, прибуток, розмір продажів та ін. Для забезпечення правильності прийняття рішень ці розрахунки треба виконувати швидко та без помилок.

Спеціалізований **програмований** процесор – це програмована логічна інтегральна схема (ПЛІС) призначена для вирішення конкретної задачі з дотримання наперед визначених вимог [4]. Спеціалізований **програмний** процесор – це спеціалізоване програмне середовище для обробки конкретної інформації з дотримання наперед визначених вимог. При вирішенні фінансових та економічних задач він має задовольняти наступним вимогам:

- виконувати велике число арифметичних операцій за одиницю часу;
- працювати з багатьма користувачами одночасно та у декількох середовищах на сервері та клієнті (у браузері);
- підтримувати різноманітні конфігурації.

Важливе значення має usability спеціалізованих програмних процесорів, для забезпечення зручності сприйняття інформації та прийняття швидких рішень.

Спеціалізований програмний процесор має наступну структуру:

- вхідні данні – інформація з визначеною структурою для обчислення процесором;
- конфігуратор – блок налаштування параметрів процесору з підтримкою спеціалізованих шаблонів та моделей обробки інформації, що дозволяє моделювати роботу процесору;

– спеціалізований програмний процесор – програмоване середовище, яке може обробляти чітко задану інформацію у межах описаної моделі (обробляти платіжні карти, аналізувати рух грошових коштів, прогнозувати доходи та ін);

– вихідні дані – результати обчислення.

Для реалізації процесору обрано мову програмування Rust. З самого початку свого створення Rust спроектували з акцентом на продуктивність та безпеку, зокрема на безпечний паралелізм. Ця мова ідеально впоралася із забезпеченням безпеки пам'яті, так як всі посилання спрямовані на реальні області пам'яті, і вона не потребує використання сміттєзбірника. Ряд досліджень мови Rust показали, що ця мова програмування перевершує добре відомі мови з точки зору безпеки. Вона виявилася найбезпечнішою мовою порівняно з C, C++, Java, Go та Python. З точки зору продуктивності мова програмування Rust також опинилася серед лідерів, що робить її чудовою з точки зору однієї мови, яка добре працює і з точки зору безпеки, і з точки зору продуктивності. Слід зауважити, що до появи мови програмування Rust тенденція полягала в тому, щоб жертвувати безпекою заради продуктивності, або навпаки [5].

В результаті досліджень, виходячи з проаналізованих джерел слідує, що можливо реалізувати спеціалізований програмний процесор з використанням мови програмування системного рівня Rust. Це дозволить писати безпечний код один раз та компілювати його під різні платформи, який має швидкодію на рівні C/C++.

Список літератури: 1. Гладкова О.В. Оцінка фінансової стабільності комунальних некомерційних підприємств - закладів охорони здоров'я [Електронний ресурс] / О.В. Гладкова, Я.М. Деренська,, В.Г. Котлярова // Ефективна економіка. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: http://www.economy.nayka.com.ua/pdf/12_2020/97.pdf 2. Cash Flow Analysis Based on International Accounting Standards (IAS): A Critical Evaluation [Електронний ресурс] / [К. Toudas, A. Goula, P. Boufounou та ін.] // Theoretical Economics Letters. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://www.scirp.org/pdf/tel_2022101715530549.pdf. 3. Скоун, Т. Управленческий учет / Тони Скоун; пер. с англ. Ф.П. Тарасенко. – М. : Аудит, ЮНИТИ, 1997. – 180 с. – ISBN 5-85177-036-8. 4. Аврунін О.Г. "Основи мови VHDL для проектування цифрових пристроїв на ПЛІС": навч. посібник / О.Г. Аврунін, Т.В. Носова, В.В. Семенець. – Харків: ХНУРЕ, 2018. – 196 с. 5. Bugden W. Rust: The Programming Language for Safety and Performance [Електронний ресурс] / W. Bugden, A. Alahmar. – 2022. – Режим доступу до ресурсу: https://www.researchgate.net/publication/361274399_Rust_The_Programming_Language_for_Safety_and_Performance.

ОПТИМІЗАЦІЙНА МОДЕЛЬ ТЯГОВОГО АСИНХРОННОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ТА ЇЇ ДОСЛІДЖЕННЯ

канд. техн. наук, проф. М.Й. Заповольський, канд. техн. наук, доц.
М.В. Мезенцев, асп. Оліфір, НТУ "ХПІ", м. Харків

Як слідує із [1 – 4] перспективним видом тягового електроприводу залізничного транспорту, в тому числі дизель-поїздів, є електропривод змінного струму з використанням тягових асинхронних двигунів (ТАД) і системою векторного керування.

В основу оптимізаційної математичної моделі електроприводу покладено алгоритм методу векторного керування. Математична модель електроприводу включає в себе модель тягового двигуна, яка представлена в двофазній ортогональній системі координат, орієнтованій за вектором потокозчеплення ротора та математичну модель руху дизель-поїзда. В кінцевому варіанті модель представлена системою диференціальних рівнянь виду:

$$\dot{X}_1 + a_1 X_1 - a_2 U_1 = 0; \quad \dot{X}_2 + a_3 X_2 + a_4 - a_5 X_1 U_2 = 0,$$

де $X_1 = \Psi_m$; Ψ_m – модуль вектору потокозчеплення, $X_2 = \omega_p$, ω_p – швидкість обертання ротора ТАД, $a_1 = \frac{R_r}{L_r}$, $a_2 = \frac{L_m R_r}{L_r}$, R_r , L_r , L_m – постійні параметри схеми заміщення ТАД; a_3 , a_4 , a_5 – константи, які визначаються рівнянням руху поїзда згідно правил тягових розрахунків; U_1 , U_2 – управління.

Наступним етапом розроблення оптимізаційної моделі системи керування – це синтез управлінь і їх дослідження. Визначальними змінними для оптимізації процесу розгону дизель-поїзда є електромагнітний момент ТАД, який визначається через складову струму I_{s2} та модуль вектору потоку Ψ_m , в залежності від складової струму I_{s1} [4]. Тоді в якості управлінь U_1 і U_2 можемо вибрати складові струму I_{s1} та I_{s2} , тобто $U_1 = I_{s1}$; $U_2 = I_{s2}$. Функціонал, який мінімізує енергетичні витрати, пропонується задавати у вигляді:

$$J = \int_{t_0}^T (U_1^2 + U_2^2) dt.$$

Оскільки оптимізаційна математична модель представлена системою диференціальних рівнянь другого порядку, то для синтезу управлінь

запропоновано використання методу варіаційного числення шляхом рішення загальної задачі Лагранжа.

В процесі дослідження отримано види управлінь у вигляді аналітичних співвідношень як складових рішення диференційного рівняння. В результаті управління U_1 будемо відшукувати в множині суми експоненціальних функцій (складових рішення однорідного рівняння) і складової вимушеного рішення – видом функції X_1 , а управління U_2 – в множині добутку експоненціальних функцій (складових рішення однорідного рівняння) і функції X_1 .

Таким чином управління U_1 і U_2 мають аналогічну структуру. Загальний вигляд управлінь – це сукупність експоненціальних функцій, які визначаються шляхом рішення відповідного однорідного рівняння, що дає змогу визначити час дії цієї складової і складової функції X_1 . Це надає підстави задавати загальну структуру (вид) управлінь.

Проведено дослідження моделі як з точки зору її адекватності, так і можливості її застосування для цілей синтезу управлінь.

Виходячи з проведених результатів дослідження виходить, що за допомогою запропонованої моделі можливо виконати синтез системи керування електроприводом, що дозволить оптимізувати роботу енергетичної системи дизель-поїзда в процесі розгону з урахуванням його завантаженості.

Список літератури: 1. *Blaschke, F.* The principle of field orientation as applied to the new transvector closed loop control system for rotating field machines / F. Blaschke // Siemens Review. – 1972. – Vol. 34. – P. 217-220. 2. *Yatsko, S.* Comprehensive approach to modeling dynamic processes in the system of underground rail electric traction / S. Yatsko, B. Sytnik, Y. Vashchenko, A. Sidorenko, V. Liubarskyi, I. Veretennikov, M. Glebova // Eastern-European Journal of Enterprise Technologies. – 2019. – № 1/9 (97). – P. 48-57. 3. *Заповловський М.Й.* Синтез управлінь для оптимізації динамічних процесів електроприводу змінного струму / М.Й. Заповловський, М.В. Мезенцев, В.В. Скородєлов // Системи управління, навігації та зв'язку. Полтава. – 2018. – № 4(50). – С. 38-41. 4. *Заповловський М.Й.* Математична модель для синтезу управлінь електроприводом змінного струму / М.Й. Заповловський, М.В. Мезенцев, В.В. Скородєлов // Системи управління, навігації та зв'язку. – Полтава. – 2019. – № 5 (57). – С. 16-21.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ЯКОСТІ ОБРОБКИ ЗУБІВ ЗАГАРТОВАНИХ ШЕВРОННИХ КОЛІС ЧЕРВ'ЯЧНИМИ ЗБІРНИМИ ФРЕЗАМИ

*канд. техн. наук, доц. К.В. Камчатна-Степанова, асп. Є.О. Пермяков,
НТУ "ХПІ", м. Харків;*

*канд. техн. наук, доц. М.В. Шаповалов, асп. В.В. Іванченко, ДДМА,
м. Краматорськ*

При дослідженні точності оброблювання зубів використовувалася черв'ячна фреза $m = 20$ мм стандартної конструкції (ГОСТ 9324-60) і фреза з роздільною схемою формоутворення $m = 20$ мм, спрофільовані на основі архімедова черв'яка і евольвентна фреза з роздільною схемою формоутворення (рис. 1) $m = 20$ мм.

Для контролю різниці окружних кроків зубів і відхилень кроку зачеплення використовувався накладний крокомір мод. ТМС $m = 2-32$ ММ фірми "МААГ" (Швейцарія). Контроль профілю зубів здійснювався шляхом співставлення розрахункових координат евольвенти із координатами, отриманими при вимірюванні товщини зубів на різних висотах оптичним зубоміром. Довжина загальної нормалі зубів вимірювалася нормалеміром. Контроль кінематичної точності зубофрезерного верстата мод. 5А342 здійснювався кінематоміром мод. КН-6. Аналіз повної кінематичної помилки ланцюга обкату верстата довів, що верстат відповідає класу Н, та забезпечує нарізування зубчастих коліс 7-8 ступеня точності [1]. Підвищенню стійкості інструменту також сприяють тангенціальні розташування твердосплавних різальних пластинок з зносостійкими покриттями.



Рис. 1. Евольвентна черв'ячна фреза з роздільною схемою формоутворення $m = 20$ мм

Послідовність проведення дослідів та обробка отриманих даних проводилися за допомогою математичного методу планування екстремальних експериментів.

Список літератури: 1. Технологические методы скоростного зубофрезерования крупномодульных шевронных зубчатых колес / А.А. Клочко, Е.В. Басова, Е.В. Камчатная-Степанова // Труды Двадцать девятой международной конференции "Новые технологии и в машиностроении" (2-8 сентября 2019 г., Коблево). – Харьков: НАКУ "ХАИ". – 2019. – С. 7.

ОПТИМІЗАЦІЯ ЗАДАЧ ЗНИЖЕННЯ ПОЖЕЖНОЇ НЕБЕЗПЕКИ КАБЕЛЬНОЇ ПРОДУКЦІЇ

канд. техн. наук, с.н.с. А.М. Катунін, НУЦЗУ, м. Харків, д-р техн. наук, проф. О.В. Коломійцев, НТУ "ХПІ", м. Харків

В умовах необхідності вирішення проблеми надійності та безпеки систем електропостачання України, що ускладнюється у випадках жорстких протипожежних вимог та умов обов'язкового забезпечення тривалого електроживлення в аварійних ситуаціях на енергетичних, промислових та цивільних об'єктах, в Україні доцільно проводити комплексні наукові, практичні та технологічні роботи щодо зниження пожежної небезпеки кабельної продукції, а саме: створення вітчизняної нормативно-технічної бази відповідно до вимог світових стандартів та норм; розробка багатofакторних моделей оцінювання ефективності удосконалення конструкцій кабельної продукції (введення додаткових елементів, використання нових матеріалів); визначення методів здешевлення кабельних виробів без підвищення пожежної небезпеки цих виробів; обґрунтування та створення ефективних методів для проведення прискорених випробувань кабельних виробів в процесі експлуатації. В перспективі проведення перерахованих робіт можливо забезпечить наступні результати: освоєння виробництва та постачання пожежобезпечних кабельних виробів нового покоління; удосконалення існуючих та розробка нових конструкцій кабельної продукції з доведенням їх до рівня світових вимог, у тому числі створення нових базових зразків пожежобезпечних кабелів сучасного типу; розробка та освоєння нових промислових технологій виробництва сучасної кабельної продукції; створення та застосування спеціальних полімерних композицій з максимальним використанням вітчизняної сировинної бази; розробка та реалізація концепції розвитку та вдосконалення кабельної продукції для об'єктів різного призначення; запровадження кабельної продукції у вітчизняних галузях промисловості, розвиток експортних поставок.

Список літератури: 1. Катунін А.М., Коломійцев О.В., Лазня О.О., Кожушко М.І. Оцінка впливу матеріалу ізоляції проводу на його температуру нагрівання в процесі експлуатації. *Міжнародний науковий журнал "Грааль науки" № 28 (червень, 2023)* : за матеріалами I Міжнародної науково-практичної конференції "Science in motion: classic and modern tools and methods in scientific investigations", що проходила 9 червня 2023 року ГО "Європейська наукова платформа" (Вінниця, Україна) та ТОВ "International Centre Corporative Management" (Відень, Австрія). С. 151-156. <https://doi.org/10.36074/grail-of-science.09.06.2023>.

АВТОМАТИЗОВАНА СИСТЕМА РЕГУЛЮВАННЯ РІВНЯ ПРИРОДНОГО ОСВІТЛЕННЯ У ПРИМІЩЕННІ

д-р техн. наук, проф. П.О. Качанов, асп. А.Н. Мірошник, ас. Деменкова С.Д., асп. Салфетникова Ю.М., НТУ "ХПИ", бакалавр Кужель С.І., ХНУРЕ, м. Харків

Робота присвячена розробці підсистеми регулювання рівня природного освітлення у приміщенні.

У сучасному світі перевага віддається штучному освітленню, адже воно більш потужне, яскраве та можна підібрати освітлення у будь-який смак та інтер'єр. Але штучне освітлення має декілька недоліків – воно потребує електроенергії, реалізується лише за допомогою додаткових приладів та не має позитивного впливу на здоров'я людини. З метою позбавитися недоліків штучного освітлення розроблено прототип інтелектуальної системи регулювання рівня природного освітлення у приміщенні на основі мікроконтролера AVR ATmega328P та керуванням через веб-сервер. Розроблена система може бути використана за прямим призначенням на підприємствах, в офісних будівлях та оселях людей. Система повністю автоматизована, має модульну структуру та не потребує великої кількості часу та бюджету на реалізацію [1, 2].

Одним зі способів вирішення проблеми недостатнього рівня природного освітлення є створення автоматизованої системи, яка буде вимірювати рівень природного освітлення у приміщенні та регулювати його. Подібна система є універсальною, тож може бути використана у будь-якому приміщенні, хоч вдома, хоч в офісі; також така система дозволить мінімізувати витрати електроенергії на освітлення приміщення та допоможе людині економити; проєктована система регулювання рівня природного освітлення у приміщенні ідеально підійде для впровадження до автономної системи контролю та забезпечення у будинку "Розумний будинок" [2, 3].

Об'єктом розробки є автоматизована система регулювання рівня природного освітлення у приміщенні на основі мікроконтролера.

А мета розробки – створення програмно-технічного забезпечення автоматизованої системи регулювання рівня природного освітлення у приміщенні.

В роботі було розроблено програмно-технічне забезпечення автоматизованої системи регулювання рівня природного освітлення у приміщенні на основі мікроконтролера. Ця розробка виконана з метою впровадження таких систем як на підприємствах, фірмах або у бізнес-центрах, так і у побутовій сфері життя людей, адже рівень освітлення є дуже важливим фактором для комфортної життєдіяльності людини.

Розробка проходила в декілька етапів. Спочатку було проведено

дослідження предметної області та проведений огляд існуючих комерційних рішень. Виходячи з огляду сфер використання та функціонування комерційних варіантів системи, було зроблено висновок, що такі системи вкрай необхідні, адже у сучасному світі через недостатній рівень природного освітлення дуже багато людей вимушені або напружувати очі та шкодити своєму здоров'ю, або використовувати штучне освітлення, яке витрачає багато електроенергії. Після дослідження предметної області, на основі технічних характеристик існуючих на ринку аналогів, була розроблена структурна схема і підібрана апаратна платформа пристрою, в основу якої лягли існуючі технічні рішення, яка відповідає усім вимогам, що пред'являються до таких систем. Під внутрішню апаратуру системи було реалізовано програмне забезпечення на мові програмування C++, яке описує роботу даної системи. Далі проводилось моделювання роботи тестового зразка, на якому система піддавалася тестам різного характеру, від перевірки основного функціоналу, до перевірки відпрацювання виключень. Результати моделювання показали, що система працює правильно і відпрацьовує всі основні ситуації.

Список літератури: 1. Качанов П.О. Автоматизована система аналізу забруднення повітря / П.О. Качанов, А.М. Мірошник // XXI МНТК "Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2022)", 9 – 14 вересня 2022 г., пленарна доповідь, с. 48. 2. Качанов П.О. Методи аналізу коректності графових моделей керуючих автоматів / Мірошник А.М. // XXIX МНПК інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2021), 13 травня, Харків, 2021. – С. 28. 3. Мірошник М.А. Апаратна реалізація часових кінцевих автоматів / М.А. Мірошник, Л.А. Клименко, Ю.М. Салфетникова, Деменкова С.Д., А.Н. Мірошник // XX міжнародної конференції "Проблеми інформатики та моделювання" (ПІМ-2020), 16 – 21 вересня 2020 р., пленарна доповідь. – С. 48-52.

ГРАФІЧНИЙ ІНТЕРФЕЙС КЕРУВАННЯ ПЕРИФЕРІЄЮ ПЛАТИ ARDUINO

д-р техн. наук, проф. П.О. Качанов, асп. А.Н. Мірошник, НТУ "ХПИ", канд. техн. наук, доц. Пахомов Ю.В., ХНУМГ, бакалавр Риков В.А., ХНУРЕ, м. Харків

У роботі представлено розробку графічного інтерфейсу для керування однією з найпоширеніших у світі платформ для автоматизації – Arduino. Розробка є актуальною, адже у сучасному світі для взаємодії з платформою Arduino необхідно знати мову програмування C++, що робить процес автоматизації більш складним. Розробка інтерфейсу проводилася на мові програмування Python, програмне забезпечення для Arduino реалізоване на C++. Тестування інтерфейсу проводилося на макетному зразку на базі Arduino UNO.

У сучасному світі існує безліч комп'ютерних програм, за допомогою яких можна зробити майже будь-що, але не усі програми зрозумілі для користувача, ця проблема є дуже актуальною та полягає у поганому інтерфейсі користувача. Найчастіше ця проблема зустрічається у програмах пов'язаних з автоматизацією. Сьогодні машини виконують дуже багато роботи, але для чіткого виконання усіх процесів необхідне керування людини, для цього розробляється спеціальне програмне забезпечення, проте рідко коли воно "дружелюбне" до користувача – потрібно ще довго навчатися і розбиратися з інтерфейсом та функціоналом програми, щоб нею користуватися. Також нерідкою є ситуація, коли у програмі взагалі не має інтерфейсу користувача і потрібно знати або вивчати якусь мову програмування, щоб користатися програмою [1, 2].

Однією з найпоширеніших платформ для автоматизації є Arduino, але для керування системами на базі Arduino потрібно її програмувати, що потребує спеціальних знань та навичок, а отже не кожна людина це зможе. Вирішенням цієї проблеми може стати розробка спеціального інтерфейсу користувача, на основі графічних компонентів, який буде зрозумілий, легкий у використанні та не потребуватиме додаткових знань та навичок, але у той самий час функціональний та виконуватиме усі дії, що необхідні користувачу від системи.

Об'єктом розробки є інтерфейс користувача для керування платою Arduino.

Мета розробки – створення програмного забезпечення, що реалізує інтерфейс користувача для керування платою Arduino.

В ході виконання роботи розроблено програмне забезпечення, що реалізує інтерфейс користувача для керування платою Arduino. Ця розробка виконана з метою полегшення взаємодії між користувачем та платформою Arduino, яка використовується для автоматизації процесів, і дозволяє

керувати платою та різними електронними компонентами, які до неї під'єднані, за допомогою графічних компонентів (кнопок, списків, повзунків тощо) та без необхідності програмувати [2, 3].

Розробка інтерфейсу проходила в декілька етапів. Спочатку було проведено дослідження предметної області та проведений огляд існуючих інтерфейсів користувача у різних програмах, з метою розуміння тенденцій та правил створення інтерфейсів користувача. Виходячи з огляду існуючих рішень в області інтерфейсів, а також їх функціонування, було зроблено висновок, що такі системи вкрай необхідні, адже у сучасному технологічному світі дуже гостро стоїть проблема поганої взаємодії між людиною та машиною. Після дослідження предметної області, на основі тих тенденцій та правил, за якими створюються інтерфейси, було розроблено макет інтерфейсу користувача для керування платою Arduino.

Під плату та електронні компоненти що підключені до неї, було реалізовано програмне забезпечення на мові програмування C++; програмне забезпечення самого інтерфейсу користувача було реалізовано на мові програмування Python. Далі проводилось моделювання роботи тестового зразка, на якому система піддавалася тестам різного характеру, від перевірки основного функціоналу, до перевірки відпрацювання виключень. Результати моделювання показали, що розроблений інтерфейс користувача відповідає усім вимогам, які висувуються до інтерфейсів та має повний функціонал, який працює правильно.

Список літератури: 1. Качанов П.О. Автоматизована система аналізу забруднення повітря / П.О. Качанов, А.М. Мірошник // XXI МНТК "Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2022)", 9 – 14 вересня 2022 г., пленарна доповідь. – С. 48. 2. Качанов П.О. Методи аналізу коректності графових моделей керуючих автоматів. / Мірошник А.М. // XXIX МНПК інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2021), 13 травня, Харків, 2021. – С. 28. 3. Мірошник М.А. Апаратна реалізація часових кінцевих автоматів / М.А. Мірошник, Л.А. Клименко, Ю.М. Салфетникова, С.Д. Деменкова, А.Н. Мірошник // XX міжнародної конференції "Проблеми інформатики та моделювання" (ПІМ-2020), 16 – 21 вересня 2020 г., пленарна доповідь. – С.48-52.

МОДЕЛЮВАННЯ СТРУЖКОУТВОРЕННЯ ПРИ ОБРОБЦІ ЗАГАРТОВАНОЇ СТАЛІ ІНСТРУМЕНТОМ З PcbN

д-р техн. наук, проф. С.А. Клименко, канд. техн. наук А.С. Манохін, ІНМ ім. В.М. Бакуля НАН України, канд. техн. наук К.В. Камчатна-Степанова, НТУ "ХПІ", м. Харків

Дане дослідження спрямоване на встановлення основних параметрів механіки контактної взаємодії інструмента з оброблюваним матеріалом які в подальшому можуть бути використані для аналітичних розрахунків при оптимізації процесу різання виробів з загартованої сталі інструментом з PcbN. 2D моделювання проводилося в постановці плоских деформацій. Граничними умовами є товщина зрізу 0.05 мм, швидкість переміщення моделі заготовки розміром 3x0,2 мм складає 100 м/хв. Модель різця: передній та задній кути інструмента -10^0 та 10^0 , радіус округлення різальної кромки $\rho = 10$ мкм. Трибологічна взаємодія на контактних поверхнях врахована моделлю зовнішнього тертя з коефіцієнтом f , що має постійне значення 0,35.

Проведене 2-D моделювання процесу обробки в Deforrm-2D показало, що моделі, параметри яких обумовлюють формування зливної стружки, демонструють завищені, у порівнянні з експериментальними даними, сили різання та значно вищі величини товщини стружки та довжини її контакту з передньою поверхнею. Показано, що з метою отримання сегментної стружки, близької до отриманої експериментально, необхідно використовувати при моделюванні критерій руйнування, який забезпечую видалення з моделі елементів для яких перевищено граничне значення критерію. Одним з таких критеріїв є критерій Броззо (Brozzo), який встановлює залежність руйнування від найбільшого головного напруження і гідростатичного напруження. Порівнюючи форму стружки, а також розраховані величини параметрів контактної взаємодії інструмента з оброблюваним матеріалом із експериментально встановленими значеннями, можна зробити висновок, що найкраще наближення за сукупністю показників вдається отримати за значення критерію руйнування Броззо $D = 0,15$ при використанні емпіричної моделі матеріалу Джонсона-Кука для загартованої сталі AISI52100 (аналог ШХ-15) наведеної в [1].

Список літератури: 1. Huang, Y. "Predictive Modeling of Tool Wear Rate with Applications to CBN Hard Turning", PhD Dissertation, Georgia Institute of Technology, Georgia. – 2002.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАСТОСУВАННЯ МЕХАТРОННИХ МОДУЛІВ НА ТОЧНІСТЬ ТА ПРОДУКТИВНІСТЬ НОВИХ ВЕРСТАТІВ

¹д-р техн. наук, проф. Ковальов В.Д., ¹д-р техн. наук, проф. Васильченко Я.В., ¹канд. техн. наук, доц. Шаповалов М.В., ¹магістр Станкова М.В., ²д-р техн. наук, проф. Заковоротний О.Ю., ²бакалавр Станков Д.М., ¹ДДМА, м. Краматорськ, ²НТУ "ХПІ", м. Харків

Дослідження впливу застосування мехатронних модулів (ММ) на точність та продуктивність нових верстатів є важливим завданням у сфері мехатроніки. Це дозволяє визначити, як нові технології та компоненти можуть покращити функціональність та продуктивність верстатів. Ось деякі аспекти, які слід враховувати при таких дослідженнях: **Точність і позиціонування:** ММ можуть включати в себе ефективні системи регулювання та зворотного зв'язку, які покращують точність позиціонування верстату. Дослідження мають визначити, які зміни у механізмах та регулюванні можуть покращити точність роботи верстату. **Продуктивність і швидкість:** Вплив ММ на продуктивність полягає у здатності дошвидшувати процеси, знижувати час переналаштування та підвищувати швидкість виконання завдань. Дослідження мають визначити, які параметри модулів та їхня інтеграція з верстатом можуть покращити продуктивність. **Ефективність та енергозбереження:** ММ можуть бути проєктовані для оптимального використання енергії, що допомагає знизити витрати та вплив на навколишнє середовище. Дослідження повинні оцінити, які технології та режими роботи модулів сприяють ефективному використанню енергії. **Надійність та обслуговування:** Важливим аспектом є вивчення того, як застосування ММ впливає на надійність та легкість обслуговування верстату. Дослідження мають включати аналіз можливих поломок, ідентифікацію причин та розробку стратегій попередження поломок. **Управління та інтеграція:** Дослідження повинні враховувати вплив ММ на процеси управління та інтеграцію верстату. Це може включати аналіз сумісності з існуючими системами управління, розробку нових інтерфейсів та протоколів комунікації. **Ергономіка та безпека:** Важливо враховувати вплив ММ на робоче середовище, зручність використання та безпеку операторів. Дослідження мають вивчати, які вдосконалення можуть бути внесені для забезпечення комфорту та безпеки.

Для проведення таких досліджень можуть використовуватися різні методи, включаючи математичне моделювання, комп'ютерну симуляцію, експериментальні випробування та аналіз реальних даних з верстатів з ММ. Результати досліджень допоможуть покращити розробку та впровадження нових технологій у мехатронних системах та верстатах.

НАНОТЕХНОЛОГІЇ ПІДВИЩЕННЯ ДОВГОВІЧНОСТІ ЦИЛІНДРИЧНИХ ФЛАНОКОВАНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС НА ОСНОВІ ЕФЕКТУ ВИБОРЧОГО ПЕРЕНОСУ

д-р техн.наук, проф., В.Д. Ковальов, д-р .техн.наук, проф., зав.каф., Васильченко Я.В., д-р .техн. наук, проф., Г.П. Клименко, асп. О.С. Мироненко, ДДМА, м. Краматорськ, д-р. техн.наук, проф., зав. каф. О.Ю. Заковортний О.Ю., д-р техн. наук, проф. О.О. Клочко, асп. Т.О. Орлова, студ. Д.М. Станков, НТУ "ХПІ", м. Харків

Наукові розробки в області нанотехнологій допомагають зменшити тертя важко навантажених високошвидкісних фланкованих зубчасті коліс. Модифіковані мідні мастильні матеріали, які при відповідних режимах створюють в зоні контакту мідну плівку і забезпечують ефект "виборчого перенесення". Модифіковані мідні мастильні матеріали різноманітні за структурою і застосовуються в відповідальних високошвидкісних фланкованих зубчасті коліс [1], де виникає тертя: в результаті фізико-хімічних процесів утворюється тонкий шар міді, т. е. реалізується "виборчий перенесення".

Виявлено, що при терті мідних сплавів зі сталлю в умовах граничного змащення, що виключає окислення міді, відбувається явище виборчого перенесення міді з твердого розчину мідного сплаву на сталь і зворотного її перенесення з стали на мідний сплав, що супроводжується зменшенням коефіцієнта тертя до рідинного і приводить до значного зниження зносу пари тертя (рис. 1). Сутність його полягає в наступному: в парі тертя сталь-мідь, сталь - бронза або сталь-латунь з твердого розчину завдяки руйнуванню міжатомних зв'язків виділяється мідь. Виділилася чиста мідь переноситься на поверхню стали в вигляді шару завтовшки близько тисячної частки міліметра.

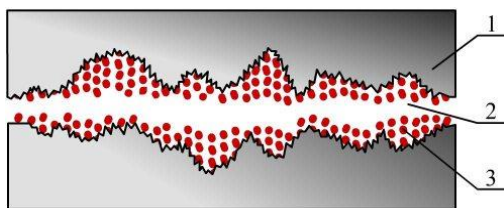


Рис. 1 – Тертя в умовах граничного змащення, що виключає окислення міді:
1 – евольвентної поверхню тертя зуба шестерні, 2 – евольвентної поверхню тертя зуба колеса, 3 – мідь

Нанотехнологія утворення найтоншого шару не несеться із зони контакту, а переходить з однієї поверхні тертя на іншу, що надає вузлам тертя високу зносостійкість. Відомо, що при певних умовах в вузлах тертя відбувається відрив дрібних частинок з однієї поверхні і перенесення їх на іншу [1, 2]. Якщо кожна відрвана від поверхні частка не буде нестися із зони тертя, а буде утримуватися протилежної поверхнею, покриваючи її тонким шаром і повідомляючи їй високу гладкість, то, коли протилежні поверхні виявляться покритими тонким шаром міді, знос припиниться.

Відкриття ефекту беззносності знаменує собою виконання віковичної мрії інженерів: тертя є, а зносу немає. При терті в мастильній середовищі, поверхня зубів контактируємих зубчастих коліс захищається від окислення і очищається від кислих плівок. Очищені металеві поверхні і частки міді, стикаючись, схоплюються і утворюють нову кристалічну структуру.

Нанотехнології застосування мастила на основі міді запобігає заїдання зубчастих коліс за рахунок збереження своїх властивостей при високій температурі і тиску, в агресивному середовищі, при проникненні вологи. Мідна мастило в повній мірі здатна захистити механізми від впливу води, хімікатів, слабких розчинів кислот і лугів, пара, надійно оберігає з'єднання від затискачів, заїдання, зварювання, прикипання, споювання, корозії при тривалій роботі в несприятливих умовах. Мідні мастило застосовуються в важконавантажених редукторах, де є високі контактні навантаження зубчастих і високих (до 1100 °C) температурах.

Мідна мастило рівномірно і без дефектів покриває зубчасті колеса, здатна служити протягом дуже тривалого періоду часу, не вимагаючи заміни. Крім того, не схильна до впливу з боку кислот, води з домішкою солей. Ефективно усуває заїдання в механізмах і здатна працювати в досить широкому температурному діапазоні – від мінус 35 °C до 1100 °C. Мідна мастило практично не випаровується і не має точки роси.

Список літератури: 1. Стабілізація трибологічного контактування у зубчастих передачах технологічними методами / О. О. Клочко, М. І. Гасанов, Є. В. Басова, Д. О. Кравченко // Збірник наукових праць. Прогресивні технології в машинобудуванні: Тези докладів V-ої Всеукраїнської науково-технічної конференції, 8-12 лютого 2016 р. – Національний університет «Львівська політехніка». – Львів, 2016. – С. 50–51. 2. Kovalov, V.D.; Vasilchenko, Y.V.; Klochko, A.A. & Gasanov, M.I.: Chapter 10: Technology of restoration of large gear boxes. In: Modern Manufacturing Processes and Systems, Vol. 2: Fundamentals. Vrnjačka Banja (Serbia): SaTСIP Publisher Ltd. & Belgrade (Serbia): Faculty of Information Technology and Engineering (FITI), 2020, pp. 223–246. ISBN 978-86-6075-070-1.–70

ЗАСТОСУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ДЛЯ ДІАГНОСТИКИ І ПРОГНОСТИКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

Заслуж. винахід. України, д-р техн. наук, проф. О.В. Коломійцев, канд. техн. наук, доц. Г.В. Гейко, НТУ "ХПІ", м. Харків

Заслуж. винахід. України, канд. техн. наук В.О. Комаров, ВІПІ, м. Київ, канд. військ. наук, доц. О.В. Кулешов, канд. техн. наук С.І. Клівець, ХНУПС, м. Харків

На даний час основним методом експлуатації авіаційної техніки (АТ) – є комбінований метод, який сприяє підвищенню рівня надійності літального апарату (ЛА) завдяки впровадженню найбільш ретельного контролю значно більшої кількості деталей об'єкта контролю (ОК) в умовах експлуатації та ремонту. Однак, при використанні комбінованого методу істотно збільшується частка конструкцій та їх деталей, стан матеріалу яких визначається методами дефектоскопії. При цьому, порядок проведення робіт з технічного обслуговування (ТО) та неруйнівного контролю (НК) визначається типом ЛА і може бути різним. Стосовно здійснення перевірок, то часті перевірки – виконуються візуально, а перевірки з великим міжконтрольним періодом – виконуються з використанням інструментальних засобів. Отже, для визначення періодичності контролю необхідно знати ймовірність появи дефектів у критичних деталях у різні часові проміжки експлуатації ЛА та швидкість розвитку виявлених дефектів.

В доповіді наведено тенденції та перспективи оцінки технічного стану авіаційних конструкцій у процесі їх ТО, ремонту та експлуатації. Встановлено, що використання інформаційних технологій та нестационарних режимів дозволяє реалізувати новий метод параметричної діагностики консольно закріплених конструкцій планера ЛА. Розкрито сутність запропонованого методу.

Список літератури: 1. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Дмитрієв О.М., Шулежко В.В., Кравчук В.В. Застосування інформаційних технологій для виявлення експлуатаційних пошкоджень у силових елементах високонавантажених конструкцій планера літального апарату. Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. 2022. № 2 (47). С. 20-30. <https://doi.org/10.30748/nitps.2022.47.02>. 2. Коломійцев О.В., Комаров В.О., Обрядін В.В. Основні напрями розвитку систем діагностики і прогностики технічного стану літальних апаратів // *European scientific congress. Proceedings of the 4th International scientific and practical conference*. Barca Academy Publishing. Madrid, Spain. 2023. Pp. 158-167. URL: <https://sci-conf.com.ua/iv-mizhnarodna-naukovo-praktichna-konferentsiya-european-scientific-congress-15-17-05-2023-madrid-ispaniya-arhiv/>.

ОСОБЛИВОСТІ ОПТИМІЗАЦІЇ ПРОДУКТИВНОСТІ OLTP-СИСТЕМ

д-р техн. наук, проф. О.В. Коломійцев, асп. А.О. Рибальченко, асп. О.В. Любченко, асп. І.С. Рудаков, НТУ "ХПІ", м. Харків, канд. техн. наук, доц. В.Ф. Третяк, ХНУПС, м.Харків

На даний час OLTP-системи (Online Transaction Processing) використовуються для обробки транзакцій, таких як додавання, оновлення та видалення даних у базах даних (БД). Тому, оптимізація продуктивності OLTP-систем має велике значення для забезпечення ефективності та швидкодії операцій, що виконуються у масштабі реального часу. Продуктивність OLTP-систем можливо оптимізувати (підвищити) шляхом використання сучасних:

- апаратних засобів: процесора, пам'яті, дискової системи, мережних засобів, а також – кластеризації, кешування та віртуалізації;
- програмних способів: оптимізація запитів і операцій, кешування даних, поділ завдань, оптимізація конфігурації БД, розподіл навантаження, використання індексів та обмежень, а також масштабованість (використання горизонтального або вертикального масштабування).

При цьому, вибір конкретних засобів повинен залежати від конкретних потреб та архітектури обраної системи.

В доповіді наведені приклади технологічних способів підвищення продуктивності транзакційних систем. Встановлено, що вибір конкретних рішень залежить від контексту та вимог до обраної системи.

Таким чином, оптимізація продуктивності OLTP-систем є необхідною для забезпечення ефективної та швидкодійної роботи системи, збільшення масштабованості, економного використання ресурсів та досягнення конкурентних переваг на ринку.

Список літератури: 1. Коломійцев, О., Рибальченко, А., Третяк, В., Пустоваров, В., Возний, О., Кривчун, В., Павлій, Л., Старцев, В., Євстрат, Д., Голубничий, Д., Гайдак, В., & Дирман, Ю. (2023). Аналіз способів оптимізації продуктивності OLTP систем. *Scientific Collection "InterConf"*, (164), 255-262. Retrieved from <https://archive.interconf.center/index.php/conference-proceeding/article/view/4155>. 2. Коломійцев, О., Осієвський, С., Третяк, В., Крук, Б., Борисенко, М., Старцев, В., ... & Любченко, О. (2023). Інформаційна технологія реплікації розподілених баз даних. *Scientific Collection "InterConf"*, (148), 494-501. 3. Коломійцев, О., Старцев, В., Третяк, В., Нікорчук, А., Шаповалов, О., Полтавський, Е., Черненко, П., Кривчун, В., Захарченко, В., & Рибальченко, А. (2022). Аналіз переваг і недоліків реляційних та нереляційних баз даних логістичних інформаційних систем. *Scientific Collection "InterConf"*, (134), 416-422.

SYNTHESIS METHODS OF UNIFIED ALGORITHMS FOR INFORMATION PROTECTION IN DIGITAL NETWORKS

*cand. sci. tech, associate prof. V.A. Krylova; PhD student
S.V. Goncharov, NTU "KhPI", Kharkiv*

There is developed a separate communication channel type for each protection device in information transmission systems and networks. That gives a large number of various modules which implement the same function - information protection from errors. It is an urgent problem for developing unified information protection methods which take into account the current state of the information channel in computerized integrated systems. Improving effective data transmission is advisable according to two criteria: 1st - obtaining the required amount of energy gained due to coding, 2nd - ensuring different speeds with minimal code redundancy. For the construction of adaptive coding systems, among the interference-resistant codes, convolutional codes are of greatest interest, as well as a class of codes compatible with speed (perforated codes). The probabilistic characteristics analysis of convolutional codes showed that as m (the length of the code limit) increases, the energy gain from coding increases by approximately 0.3...0.4 dB. It allows us to estimate the opportunities of universal encoders development with different values of m . The practical implementation of adaptive coding leads to the need to use speed-compatible perforated nested convolutional codes with the technology of decomposition into a subcodes subset. There is presented that it is necessary to use a flexible Viterbi algorithm with an architecture that has only two add-compare-select blocks working in parallel for decoding a set of nested convolutional codes. A simulation model of an adaptive transmission system has been implemented in the Simulink tool for evaluating the bit errors probable characteristics of perforated convolutional codes which are synthesized from a set of nested codes. Results have been obtained of the energy gain values, which could be reached due to coding depending on the rate and the length of the m code limit for an adaptive coding system with variable values of gain/rate and with a flexible Viterbi decoder.

References: 1. *Krylova V.A.* Modified algorithm for searching the roots of the error locators polynomial while decoding BCH codes / *E.E. Tverytnykova.* // The scientific journal "Radio Electronics, Computer Science, Control" // National University "Zaporizhzhia Polytechnic" – 2020. – № 3 (54). – 150 c. 2. *Lin, S., & Costello, D.J.* Error control coding: fundamentals and applications. *Prentice-Hall Inc* 2004. – 624 p 3. *Blahut R.E.* Algebraic Codes for Data Transmission. Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press. 2003. 4. Nabipour S. Error Detection Mechanism Based on Bch Decoder and Root Finding of Polynomial Over Finite Fields / S. Nabipour, J. Javidan, F. Zare Gholamreza // Journal of Mathematics and Computer Science. – 2014, Issue 4. – P. 271–281. DOI: <http://dx.doi.org/10.22436/jmcs.012.04.03>

КЛЮЧОВІ АСПЕКТИ ТЕСТУВАННЯ ПРОДУКТИВНОСТІ

д-р техн. наук, проф. С.Ю. Леонов, магістр Д.А. Тиртишиний, НТУ "ХПІ", м. Харків

Розроблено підхід до тестування продуктивності веб-додатку є критичним етапом в розробці та підтримці продукту. Воно допомагає забезпечити високу якість продукту, зберегти користувачів, підвищити конверсію та зберегти позитивну репутацію бренду. Інвестування в тестування продуктивності є важливою стратегією для забезпечення успіху вашого веб-продукту. Виділяють 4 ключові аспекти тестування продуктивності:

1. Навантажувальне тестування: Тестування продуктивності включає в себе створення сценаріїв, які моделюють навантаження на веб-сайт або додаток. Це може бути навантаження великої кількості користувачів або імітація великого обсягу даних [1].

2. Моніторинг і аналіз результатів: Під час тестування важливо моніторити продуктивність в реальному часі та аналізувати отримані дані. Це дозволяє виявити проблеми та визначити шляхи їх вирішення [2].

3. Оптимізація коду і ресурсів: Результати тестування можуть вказати на недоліки в програмному коді, базі даних або використовуваних ресурсах. Важливо внести необхідні зміни для оптимізації продуктивності.

4. Тестування ємності: Важливо визначити, як веб-сайт веде себе при збільшенні обсягів навантаження. Тестування ємності (Capacity testing) допомагає передбачити, як продукт поведеться під час зростання користувачів.

Список літератури: **1.** The Art of Application Performance Testing: From Strategy to Tools, Ian Molyneaux **2.** Grafana for Performance results visualization, analysis and monitoring. <https://grafana.com/docs/grafana/latest/introduction/> **3.** All you need to know about Capacity testing, Radview.

АВТОМАТИЗОВАНЕ КЕРУВАННЯ ПРОЦЕСОМ ОБРОБЛЕННЯ КОМПОЗИЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ

магістр О.В. Матошин, канд. техн. наук, доц. С.П. Вислоух, НТУУ "КПІ" ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

Сучасне приладобудівне виробництво характеризується широким використанням композиційних матеріалів (КМ), які є сучасною, перспективною та унікальною альтернативою традиційним металевим конструкційним матеріалам. Найбільш поширеною операцією механічної обробки КМ є свердління, що обумовлює необхідність виготовлення отворів для з'єднання різних деталей. Однак при їх обробленні виникають різні дефекти, які потрібно звести до мінімуму, а саме: розшарування, викришування, усадка та термодеструкція матриці. Для забезпечення бажаних параметрів якості поверхонь деталей із композитних матеріалів пропонується використовувати автоматизовану систему керування процесом оброблення КМ, в якій оптичним методом виконується контроль розшарування отвору і при його відхиленні від необхідного значення здійснюється відповідне корегування подачі свердла. При цьому використовується математична модель процесу свердління отвору, в якій цільовою функцією є мінімум параметра розшарування при врахуванні обмежень за іншими параметрами якості отвору (його точність, шорсткість тощо). Для створення математичної моделі пропонується реалізувати комп'ютерний експеримент за допомогою навченої штучної нейронної мережі отриманої на основі існуючих початкових даних попередніх досліджень. При цьому для побудови аналітичної математичної моделі доцільно використовувати метод групового врахування аргументів (МГВА). Таким чином, можна отримати аналітичну залежність розшарування отвору від подачі, діаметра свердла та кількості обертів. Керування даною системою пропонується здійснювати за допомогою нечіткого логічного контролера. На цей модуль поступає інформація про параметри технологічного процесу і реальне значення параметра якості порівнюється із необхідним і через відповідний сигнал виконується корегування подачі в режимі реального часу. Запропонована автоматизована система дозволить підвищити продуктивність процесу оброблення та забезпечить необхідні параметри якості отворів в КМ.

Список літератури: 1. *Матошин, О.В.* Прогнозування розшарування поверхні отвору при свердлінні вуглепластику / О.В. Матошин // XVI Всеукраїнська науково-практична конференція студентів, аспірантів та молодих вчених "Погляд у майбутнє приладобудування", 16-17 травня 2023р. К.: ПБФ, КПІ ім. Ігоря Сікорського. – 2023. – С. 105-109.

СУЧАСНІ ЗАСТАСУВАННЯ ТВЕРДОСПЛАВНИХ ПЛАСТИН З ПОКРИТТЯМ ПРИ ПОПЕРЕДНІЙ ТОКАРНІЙ ОБРОБЦІ ВАЛКІВ

д-р техн. наук, проф. Є.В. Мироненко, ДДМА, м. Краматорськ, канд. техн. наук, доц. О.В. Набока, д-р техн. наук, проф. В.А. Фадеєв, НТУ "ХПІ", м. Харків

Значну частку деталей важкого машинобудування складають деталі тіла обертання (валки прокатних станів з великим діаметром бочки, ротори енергетичних установок, корабельні гребні вали тощо). У структурі загальної трудомісткості обробки таких деталей переважає токарна обробка на важких верстатах, причому основні витрати часу припадають на високоенергомісткі процеси чорнового та напівчистового точіння, що характеризуються важкими умовами роботи інструменту і, відповідно, – невисокими показниками його працездатності.

Для виконання поставленої мети були докладно проаналізовані результати проведених виробничих випробувань збірних різців з твердосплавними різальними пластинами зі зносостійким покриттям провідних світових виробників в умовах чорнкової та напівчистової токарної обробки валків прокатних станів з великим діаметром бочки, в тому числі досліджень, раніше представлених у публікаціях [1] співавторів даної роботи. Валки прокатних станів з великими діаметрами бочки належать до характерних деталей важкого машинобудування.

Габаритні розміри валків (діаметр бочки × довжина бочки × довжина деталі), мм: 1600×2700×6700; 1500×2500×6300; 1400×2000×5500; 1200×1200×5000; 1100×1500×4800.

Маса валків, т 12–60.

Матеріал валків Сталь 50, 50ХН, 60ХН, 75Х2МФ, 75ХМФ, 90ХФ, 70Х3ГНМФ.

Твердість шийок до НВ 320, бочки від HSD 60 до HSD 85; шийок від HSD 30 до HSD 5.

Биття бочки та шийок від 0,02 мм до 0,005 мм.

Шорсткість від Ra 3,2 мкм до Ra 0,4 мкм.

За результатами аналізу виробничої технології були виділені наступні особливості токарної обробки бочок сталевих прокатних валків з великими діаметрами бочки, що справляють негативний вплив на працездатність різців, продуктивність та енергоефективність обробки та значною мірою є характерними і для токарної обробки інших деталей важкого машинобудування: – великі значення та нерівномірний характер припуску на обробку, що обумовлює високі силові навантаження у зоні різання; – технологічні проблеми, обумовлені невисоким рівнем оброблюваності

багатьох з використовуваних у якості матеріалу валка сталей; – значна довжина бочки валка, при якій тривалість обточування циліндричної бочки на прохід може значно перевищувати період стійкості різальної пластини, що ускладнює або унеможлиблює обробку бочки за один прохід без заміни пластини; – великі значення потужності електродвигуна привода головного руху верстата, що зумовлюють високий рівень абсолютних витрат (втрат) енергії при заданому значенні питомих витрат (втрат); – великі втрати електроенергії при роботі електродвигуна привода головного руху верстата на холостому ході під час заміни різальної пластини (різцевого блоку) внаслідок відмови. Комплексне підвищення ефективності чорнової та напівчистової токарної обробки деталей важкого машинобудування може бути забезпечене при раціональному використанні сучасного твердосплавного різального інструменту з покриттям, який знаходить все ширше використання у зазначених областях обробки. При цьому широке впровадження твердосплавного інструменту з покриттям при чорновій та напівчистовій токарній обробці деталей важкого машинобудування має базуватись на узагальненні специфічних особливостей цієї обробки, що впливають на працездатність різців, продуктивність та енергоефективність обробки.

Міцна структура покриття, отриманого методом MT-CVD (середньотемпературне хімічне покриття), відрізняється від структур, отриманих традиційними методами, кращою адгезією до поверхні основи твердого сплаву, відсутністю включень крихкої прикордонної фази на межі "основа твердого сплаву – зносостійке покриття" та характеризується кращим опором до явищ, що спричиняють початок розвитку крихкого руйнування різальної пластини у зоні, що прилягає до різальної кромки. Також були проаналізовані результати стійкісних випробувань збірних різців з твердосплавними різальними пластинами фірм "Sandvik Coromant", "Pramet", "Stellram", "Iscar", "Toshiba Tungaloy", "Mitsubishi" при поздовжньому напівчистовому точінні прокатних валків у діапазоні діаметрів бочки Ø 521...1300 мм (матеріали валків – леговані сталі 90ХФ (НВ 240), 65Х2С3М (НВ 240), 70Х3ГНМФ (НВ 260...300)).

Список літератури: 1. Мироненко, Е.В. Оптимизация режимов резания при обработке на тяжелых токарных станках с учетом энергозатрат / Е.В. Мироненко, В.С. Гузенко, Л.В. Васильева, О.Е. Мироненко // Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний інститут". Збірник наукових праць. Тематичний випуск: Технології в машинобудуванні. Харків: НТУ "ХПІ". – 2010. – № 40. – С. 62-70.

СТВОРЕННЯ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОВЕДЕННЯ НАУКОВИХ ПРАЦЬ І ДОСЛІДІВ ЗА ДОПОМОГОЮ СПЕЦІАЛЬНИХ ДОДАТКІВ ТЕХНОЛОГІЇ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

д-р техн. наук, проф. М.А. Мірошник, магістр ХНУК В.В. Волинський, м. Харків

Дослідження технології Інтернет речей показало, що за допомогою спеціальних додатків легко можна створити модель, яка має всі характеристики для проведення наукових праць і дослідів. Такий підхід має ряд переваг, а саме: автоматичне прийняття рішень; забезпечення комфорту і безпеки; виявлення несправностей, проблем лабораторії ще на етапі моделювання, що дозволить зекономити кошти та людино-години; візуалізація всіх процесів в залежності від впливу зовнішнього середовища. Для отримання цих результатів, потрібно дослідити наступні питання: 1) аналіз сучасного Інтернету речей; 2) аналіз "розумного" дому та індустріального Інтернету речей; 3) вивчити як можна самостійно створювати пристрої IoT, якщо вони відсутні в додатку; 4) розробити методику тестування моделі і новостворених пристроїв вчасності; 5) створити модель науково-дослідницької лабораторії на основі вибраного додатку; 6) налаштувати взаємодію компонентів моделі і управління нею через мережу Інтернет; 7) налаштувати чи створити власні параметри зовнішнього середовища і наглядно показати протікання всіх процесів та самостійність прийняття рішень моделі [1, 2].

Мета розробки – створення "розумної" науково-дослідницької лабораторії з використанням концепції Інтернету речей.

Задачі дослідження: провести аналіз концепції Інтернету речей та майбутні перспективи; розглянути сучасні додатки для моделювання; зробити модель "розумної" науково-дослідницької лабораторії; створити при необхідності власні пристрої для різних підсистем моделі; проаналізувати і протестувати розроблену модель комплексно.

Об'єкт дослідження: технологія домашньої автоматизації та Інтернет речей.

Предмет дослідження: модель "розумної" науково-дослідницької лабораторії, змодельованої за допомогою сучасного додатку для створення комп'ютерних мереж.

При розробці моделі науково-дослідницької лабораторії з використанням додатку Cisco Packet Tracer було проаналізовано цілий ряд літератури, репозиторії github та gitlab, але аналогічних моделей у відкритому доступі не вдалося знайти. Можливо, використовувати моделі такого типу може тільки окрема група людей, наприклад на кафедрі університету чи відділі підприємства. Тому створення такого типу моделі має

місце, адже вона забезпечує моніторинг, комфорт і безпеку, гнучкість і можливість до самонавчання. Ми маємо всі компоненти для того, щоб створити систему, яка зможе задовольнити встановлені потреби для досліджень чи наукових експериментів [2, 3].

У даній роботі були розглянуті передумови розробки моделі науково-дослідницької лабораторії. На основі проведеного аналізу додатків для створення комп'ютерних мереж, був обраний Cisco Packet Tracer. Основні функції моделі і процес створення пристроїв науково-дослідницької лабораторії були показані за допомогою рисунків.

Список літератури: 1. Мірошник М.А. Розробка моделі науково-дослідницької лабораторії / М.А. Мірошник, В.В. Волинський // Збірник наукових праць міжнародної Науково-технічної конференції "Комп'ютерне моделювання в наукоємних технологіях", Харків, 23-25 листопада 2022 року, с. 39-43. 2. Мірошник М.А. Синтез часових автоматів з операційним перетворенням коду станів. / Мірошник М.А., Зайченко О.Б., Мірошник А. М., Зайченко Н.Р. // Modern scientific researches. №12, 2021, с. 65-79, DOI: 10.30889/2523-4692.2021-18-01-013, 3. Мірошник М.А. Методи автоматизованого комп'ютерного проектування цифрового пристрою локального управління / Мірошник М.А, Клименко Л.А. // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті, 2019, №1, с. 11-18. DOI: 10.18664/iksz.voi.1.158795

МОДЕЛЬ МЕРЕЖЕВОГО ПЛАНУВАННЯ ІЗ ЗАСТОСУВАННЯМ МЕТОДІВ МУЛЬТИПАРАЛЕЛЬНОЇ ОБРОБКИ ІНФОРМАЦІЇ

*д-р техн. наук, проф. М.А. Мірошник, магістр Є.Д. Толстолузький,
ХНУК, м. Харків*

У даній роботі розглядається можливість автоматизації процесу побудови мережових графіків за допомогою підходу мультипаралельної обробки, який дозволяє перетворювати алгоритми лінійної дії в паралельні алгоритми. Метою даного дослідження є скорочення часу мережового планування для виконання ІТ-проектів за рахунок використання методів мультипаралельної обробки.

Необхідно створити модель, здатну автоматично побудувати мережову діаграму на основі даних, отриманих на етапі структурного планування, що є елементом мережового планування. Тобто з набору готових даних, проектів та їх характеристик побудувати мережову діаграму проекту та проаналізувати часові витрати та ризик виконання проекту в заданий термін [1, 2].

Мета розробки: скорочення часу мережового планування виконання ІТ-проекту за рахунок використання методів мультипаралельної обробки.

Об'єкт дослідження: процес мережового планування виконання ІТ-проекту.

Предмет дослідження: методи та моделі мережового планування виконання ІТ-проекту.

Актуальність: розробка рішень, які направлені на зменшення часу і автоматизування виконання та зменшення ризиків проекту.

У роботі виконані наступні завдання: проведено аналіз методів мультипаралельної обробки інформації; подано ІТ-проект у вигляді семантико-числових специфікацій; створено програмну модель мережового планування виконання ІТ-проекту на базі методів мультипаралельної обробки; проведено випробування створеної моделі; створено набір рекомендації для полегшення застосування розробленої моделі [3, 4].

Використовуючи метод суміщення незалежних операцій дозволило отримати вииграш в часі як показано на слайді порівняно з використанням традиційного підходу.

Послідовний час виконання проекту складає 144, коли паралельний час виконання складає 68. Маючи ці дані, лице яке приймає рішення (бізнес-аналітик, проджект-менеджер, клієнт) обирає необхідні конфігурації проекту. Тобто, чи можна виділити більше бюджету на роботу трьох працівників, та скоротити час виконання проекту, або є обмеження у бюджеті і робота одного працівника над проектом є раціональною.

Використання раціональної сукупності методів паралельної обробки

інформації надасть можливість підвищити якість розробки плану робіт ІТ проекту.

Розглянуто методи мультипаралельної обробки інформації та можливість їхнього застосування для побудови мережеских графів. Проаналізовано існуючі програмні рішення, які будують мережескі графи. Розроблено програмну модель для побудови мережеских графів за допомогою методів мультипаралельної обробки, описано блоки моделі. Оцінено резерви часу і ймовірнісні показники, характерні для мережеского планування за допомогою методу PERT. Проведено випробування та показано, що, при застосуванні методів мультипаралельної обробки для будування мережеского графу та методу PERT для вірогідностної оцінки тривалості робіт, зменшуються ризики та зростає ефективність процесу на ряду зі зниженням часу виконання робіт.

СИМВОЛЬНІ ОБЧИСЛЕННЯ В ІНЖЕНЕРНІЙ ПРАКТИЦІ

ст. викл. О.В. Мнушка, канд. техн. наук, доц. В.М. Савченко, НТУ "ХПІ", м. Харків

Можливості систем комп'ютерної алгебри (СКА) охоплюють різні математичні та наукові проблеми, такі як символічне диференціювання та інтегрування, рішення алгебраїчних рівнянь і систем, графічне представлення функцій, рішення диференціальних рівнянь і розв'язання задач з фізики, механіки, електротехніки, теорія чисел, статистики та аналізу даних. СКА надають цінні інструменти для аналізу та розв'язання складних проблем у різних галузях науки і техніки [1].

Традиційно такі системи більше використовують для розв'язання математичних проблем та для навчання математики, використовуючи такі популярні пакети як Maplesoft Maple або Wolfram Mathematica, разом з тим для інженерних та наукових обчислень використовують MATLAB та його аналоги такі як Octave або Scilab, що є пакетами, орієнтованими на матричні обчислення. Символьні обчислення дозволяють сформулювати задачу у прийнятій для певної предметної галузі математичній формі.

Обговорюються системи символічних обчислень MATLAB та Octave. Ці системи забезпечують базовий набір символічних обчислень, серед яких в інженерній практиці найбільш застосування знаходять символічні диференціювання та інтегрування, розв'язання рівнянь та систем рівнянь, робота із рядами та спрощення виразів шляхом використання підставлення, що є потужним інструментом для розв'язання широкого кола задач. Система символічних обчислень Octave – пакет symbolic, ґрунтується на бібліотеці SymPy мови програмування Python 3 і фактично є інтерфейсом до цієї бібліотеки, забезпечуючи звичне для MATLAB середовище. Обговорюється застосування символічних обчислень у задачах моделювання параметрів п'єзокварцових сенсорів [2].

Обговорюються обмеження, пов'язані з символічними обчисленнями, включаючи збільшення часу обчислень, відсутність розв'язку у символічній формі, що вимагають застосування чисельних методів, результати у вигляді спеціальних математичних функцій, довгі вирази для результатів, які важко інтерпретувати, необхідність подальших маніпуляцій для отримання більш практичних форм результатів у символічній формі.

Список літератури: 1. Zakovorotnyi O., Savchenko V., Mnushka O. Fundamentals of Computer Mathematics with GNU Octave, MATLAB, and Python / Kharkiv: NTU "KhPI", 2023. 2. Савченко В.М., Мнушка О.В., Леонов С.Ю. Прикладне програмне забезпечення для моделювання параметрів сенсорів на основі кварцових п'єзоелектричних елементів // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2023. – № 1 – 2 (9 – 10). – С. 54-64. DOI: 10.20998/2411-0558.2023.01.05.

ДОПОВНЕНА РЕАЛЬНІСТЬ У ТЕЛЕКОМУНІКАЦІЯХ

канд. техн. наук, доц. Л.О. Нікітіна, доц. Н.В. Дженюк, НТУ "ХПИ", м. Харків

З оновленим обладнанням і вдосконаленням телекомунікаційних технологій застосування доповненої реальності в телекомунікаційній індустрії швидко привертає увагу.

Доповнена реальність (AR) – це нова технологія, яка інтегрує цифрову інформацію (текст, зображення, відео та 3D-об'єкти) у реальний світ. В ідеалі ці віртуальні об'єкти сприйматимуться як такі, що співіснують у реальному середовищі. Визначення AR, запропоноване у 1997 р. Азумою [1], включало три елементи: зв'язок між віртуальним і реальним світом; взаємодія в реальному часі; відстеження та позиціонування на основі 3D. Системи AR можна визначити як системи, які дозволяють реальним і віртуальним об'єктам співіснувати в одному просторі та взаємодіяти з ними в реальному часі [1]. Технологія AR забезпечує користувачам інтерактивне середовище та широко використовується в багатьох галузях.

Основні вимоги до апаратного забезпечення системи AR включають [1] наявність відеокамери, достатньої пам'яті для зберігання віртуальних об'єктів; потужний процесор для комбінування віртуальних і реальних об'єктів або відображення тривимірного середовища в реальному часі; інтерфейс, який дозволяє користувачеві взаємодіяти як з реальними, так і з віртуальними об'єктами.

Телекомунікації – це галузь, яка стрімко розвивається завдяки останнім досягненням у технологіях та автоматизації. Одним із пріоритетів телекомунікаційної індустрії є надання високоякісних послуг своїм клієнтам. У світі налічується понад 5,22 мільярда користувачів смартфонів, що становить 66% населення світу, а кількість нових смартфонів, які використовуються щодня, перевищує один мільйон. Користувачами смартфонів є не тільки пересічні користувачі, а й люди в багатьох галузях, як-от виробництво, медицина, будівництво, які покладаються на якісне підключення під час використання телекомунікаційних послуг. Саме тому телекомунікаційна галузь має функціонувати належним чином і забезпечувати безперебійне обслуговування своїх користувачів. Технологія доповненої реальності може допомогти телекомунікаційній галузі у досягненні цієї мети.

Сферами застосування AR-технології у телекомунікаціях є [2 – 4]:

1) якісне навчання персоналу: інтерактивне занурення у проблеми, використання нового обладнання та програмного забезпечення, яке відповідає робочому середовищу;

2) ефективне управління обслуговуванням на місцях: з AR технічні спеціалісти зможуть швидко сканувати компоненти системи за допомогою мобільних пристроїв і отримувати детальну інформацію, швидко ідентифікувати проблеми, що дозволяє скоротити час, необхідний для ремонту або заміни цих компонентів;

3) віддалена підтримка: пристрої AR дозволять спеціалістам віртуально відвідувати клієнтів і надавати безперебійну допомогу у встановленні, усуненні несправностей або ремонті;

4) інструкції з обладнання: гарнітури доповненої реальності дозволять отримати необхідну інформацію про певне обладнання за допомогою QR-маркерів;

5) технічне обслуговування: QR-коди, розмішені на обладнанні, дозволять перевірити історію технічного обслуговування, дати попередніх перевірок та інструкції і завдання з технічного обслуговування;

6) аудиторські перевірки: дані, зібрані з гарнітур AR, можна використовувати для створення звітів про перевірки продуктивності або виконання завдань з обслуговування; через гарнітури можливе надання керованих інструкцій інспекторам;

7) створення інтерактивних контрольних записів: AR допоможе створювати записи перевірок, які згодом використовуватимуться телеком-підприємствами та інспекторами для забезпечення дотримання всіх необхідних кроків під час перевірки;

8) інвентаризація, робота зі складом обладнання: співробітники можуть мати прямий доступ до баз даних та надавати клієнтам інформацію в режимі реального часу; збереження даних у хмарі робить їх доступними будь-кому з будь-якого місця.

AR, набуваючи все більшої популярності для вирішення проблем у пристроях і службах в галузі телекомунікацій, стає більш потужною у поєднанні з аналізом даних та штучним інтелектом (AI) [3]. У поєднанні з AI AR може розпізнавати пристрій і миттєво отримувати пов'язану інформацію з серверної частини програми споживача або польового інженера. AI може забезпечити аналіз смуги пропускання, порту, затримки, співвідношення сигнал/шум тощо на агрегованих даних, щоб визначити місце основної несправності з контекстним керованим розв'язанням або рекомендованою наступною найкращою дією [3]. Використання такого рішення суттєво скорочує час, необхідний для вирішення проблем, одночасно покращуючи обслуговування клієнтів і, зрештою, зменшуючи оперативні витрати.

З додатком AR+AI споживач зможе легко встановити новий пристрій, самостійно діагностувати та вирішити проблему або автоматично створити заявку з даними клієнта та діагностичними деталями [3]. Вирішення проблем, кероване AI, допоможе зменшити кількість дзвінків у кол-центри,

спростити процедуру заміни обладнання, зменшити кількість повторних викликів.

Застосування технології AR у телекомунікаціях надає безсумнівні переваги провайдерам, але має й проблеми [5]. Проблеми, пов'язані з людським фактором: брак розробників AR і недостатність ресурсів для навчання AR, небажання керівників підприємств і працівників змінювати спосіб роботи. Операційні проблеми: відсутність підключення до мережі, відсутність контенту (або даних) перешкоджає можливості отримати користь від AR.

Незважаючи на зазначені проблеми, AR у найближчому майбутньому змінить численні бізнес-процедури, такі як обслуговування, бізнес-аналітика та управління запасами. З AR послуги, що надаються телекомунікаційними організаціями, стануть більш якісними.

Список літератури: 1. *Azuma, R.* A Survey of Augmented Reality / *Azuma, R.* // Presence: Teleoperators and Virtual Environments, – 1997. – Vol. 6. – № 4. – P. 355-385. 2. *Hiren Kanani.* 7 Common Uses of AR in Telecommunication. [Електронний ресурс] / *Hiren Kanani.* // Режим доступу [www URL: https://pluto-men.com/uses-of-ar-in-telecommunication/](http://www.pluto-men.com/uses-of-ar-in-telecommunication/) (дата звернення 07.08.2023). 3. *Ravi Kumar Palepu.* Telecommunication Providers Bring Augmented Reality to Life in 2020. [Електронний ресурс] / *Ravi Kumar Palepu.* // Режим доступу [www URL: https://www.thefastmode.com/expert-opinion/16510-telecommunication-providers-bring-augmented-reality-to-life-in-2020.](https://www.thefastmode.com/expert-opinion/16510-telecommunication-providers-bring-augmented-reality-to-life-in-2020) (дата звернення 07.08.2023). 4. *Michael Morozov.* Why Telecom Companies Should Use AR. [Електронний ресурс] / *Michael Morozov.* // Режим доступу [www URL: https://jasoren.com/ar-in-telecommunication/](https://jasoren.com/ar-in-telecommunication/) (дата звернення 07.08.2023). 5. *Nick Ismail.* Augmented reality in the industrial environment: the benefits and challenges. [Електронний ресурс] / *Nick Ismail.* // Режим доступу [www URL: https://www.information-age.com/augmented-reality-industry-benefits-challenges-5934/](https://www.information-age.com/augmented-reality-industry-benefits-challenges-5934/) (дата звернення 07.08.2023).

МОДЕЛЬ УЗГОДЖЕННЯ РЕЗУЛЬТАТІВ ВИМІРЮВАННЯ ПАРАМЕТРІВ ІНОЗЕМНИХ ЗРАЗКІВ ТЕХНІКИ

канд. техн. наук, с.н.с. С.В. Ольховіков, НТУ "ХПІ", м. Харків,
С.М. Швидков, УМіС, м. Київ

Проблема неузгодженості результатів вимірювань параметрів іноземних зразків техніки викликана наявністю низки неузгоджених питань із метрологічного забезпечення щодо реєстрації та обробки результатів вимірювання [1, 2]. Проблема пов'язана із відсутністю вітчизняних затверджених керівництв, (довідників, методичних рекомендацій) із розрахунку показників якості проведення вимірювань параметрів, які прийняті в європейських країнах: невизначеності результату вимірювання, простежуваності результату вимірювання, відповідності результату вимірювання [3]. Неузгодження результатів вимірювання параметрів іноземних зразків техніки ускладнює використання вітчизняних засобів вимірювальної техніки при проведенні контролю та діагностування технічного стану іноземних зразків техніки [4]. Угода зі стандартизації НАТО (STANAG 4107) та комплекс відповідних союзних публікацій AQAP передбачає, що одним із завдань адміністративної стандартизації є встановлення в Україні єдиної термінології та гармонізації її з термінологією НАТО, а одним із завдань матеріальної стандартизації є забезпечення сумісності та взаємосумісності іноземних зразків техніки із вітчизняною контрольною та діагностичною апаратурою. Запропонована модель дозволяє отримати рекомендації щодо можливості використання вітчизняних засобів вимірювання при контролі та діагностуванні технічного стану іноземних зразків техніки.

Список літератури: 1. Яровий В.С. Діагностика несправностей випрямних трансформаторів височастотних джерел живлення на основі визначення особливостей струму / В.С. Яровий, Г.Д. Радзівілов, В.В. Кірвас // Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України. – 2021. – № 4 (45). – С. 152-162. –DOI: <https://doi.org/10.30748/nitps.2021.45.19>. **2.** Herasimov S. Spectrum Analyzer Based on a Dynamic Filter / S. Herasimov, M. Borysenko, E. Roshchupkin // Journal of Electronic Testing. – 2021. – № 37. – С. 357-368. – DOI: <https://doi.org/10.1007/s10836-021-05954-0>. **3.** Daki O. Digital Correlation Method For Power Measurement / O. Daki, S. Herasimov, H. Zubrytskyi // Information Processing Systems. – 2020. – № 4 (163). – С. 15-26. – DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2020.163.02>. **4.** Dzhus V. Estimation of Noise Radiance Point Sources Multichannel Direction Finding Systems Resolution by Linear Prediction Method / V. Dzhus, Y. Roshchupkin, S. Kukobko // Information Processing Systems. – 2021. – Issue 4 (167). – P.p. 19-26. – DOI: <https://doi.org/10.30748/soi.2021.167.02>.

TOOLS FOR IMPLEMENTING NEURAL NETWORKS IN SOLVING DATA ANALYSIS PROBLEMS

PhD student T.O. Orlova, engineer of the 1st category of the Secretariat of the Academic Council L.M. Dyakova, candidate of technical sciences O.O. Antsiferova, National Technical University "Kharkiv Polytechnic Institute", Kharkiv

The tasks that can be solved with the help of neural networks include classification, data analysis, forecasting, decision-making automation, information coding, pattern recognition, etc.

Neural networks have been actively used in analysis tasks for many years. Given the ever-changing market dynamics, interest in neural network technologies is not only not weakening, but growing every year. Nowadays, a wealth of experience has been accumulated in the successful use of neural networks in practical applications. Data mining systems in business and process management are leading in terms of the number of real implementations.

Most software systems based on neural network technologies include the following sequence of actions:

- network creation (user selection of parameters or acceptance of the default ones)
- training of the network;
- providing the user with a solution [1].

A number of high-level tools have been developed to apply neural network methods in the process of data mining in business applications. These include, first of all, MatLab, Statistics Neural Networks, NeuroSolutions, BrainMakerPro, NeuroShell 2.4 Thought, SENN Sales and others. For the sake of clarity, let's consider the capabilities of the MatLab package when working with neural networks. The standard MathLab "Neural Network Toolbox" provides ample opportunities for working with neural networks of all types. The advantage of this package is that when using it, the user is not limited to neural network models and their parameters that are rigidly laid down in the neurosimulator, but has the opportunity to independently construct the network that he considers optimal for solving the task. The package contains command line functions and a graphical interactive wizard for quick step-by-step creation of neural networks. In addition, Neural Network Toolbox provides support for Simulink, which allows you to model neural networks and create blocks based on the developed neural network structures.

The key features of Neural Network Toolbox are:

- a graphical user interface and a wizard for creating neural networks step by step;
- support for the most common network paradigms;

- a complete set of tools for training neural networks with or without a teacher;
- Dynamically trained neural networks, including delayed, nonlinear, and autoregressive (NARX) neural networks;
- Simulink support for neural network modeling, creation of blocks based on developed neural network structures for adaptive control systems;
- modular representation of the network, which allows you to create an unlimited number of layers and interconnections;
- visualization of the neural network topology [2].

The report discusses the peculiarities of using other software packages for implementing neural networks in solving data analysis problems.

References: **1.** *Gerstner W., Kistler W.M., Naud R.* Neuronal Dynamics, From Single Neurons to Networks and Models of Cognition, Cambridge University Press, 2014. **2.** *Auge D., Hille J., Mueller E. and Knoll A.* A Survey of Encoding Techniques for Signal Processing in Spiking Neural Networks, Neural Processing Letters 53, 2021.

APPLICATION OF NONLINEAR DYNAMIC MODELS IN DIAGNOSTIC STUDIES IN NEUROSCIENCES

DSc Eng, Prof. V.D. Pavlenko, PhD Eng, Senior Lecturer, T.V. Shamanina, Postgr. stud., V.V. Chori, OPNU, Odessa

A new method has been developed for experimental research on the oculo-motor system (OMS) of an individual, specifically focusing on the "input-output" relationship using nonlinear dynamical models [1]. This method utilizes innovative eye-tracking technology to record OMS responses when exposed to various visual stimuli displayed on a monitor screen at varying distances from the initial position. This experimental setup effectively simulates the effect of step signals with different amplitudes applied to the input of the OMS.

By utilizing the eye-tracker, empirical data were collected during the "input-output" studies of the participants' OMS. The collected data allowed for the determination of the transient functions of the first order, as well as the diagonal intersections of the transient functions of the second and third orders within the OMS. Experimental investigations of the participants' OMS were conducted both prior to the start of their workday (in the morning) and after the conclusion of their workday (in the evening). This approach aimed to identify and assess the fatigue state of the participants.

Transient functions were acquired and serve as the primary data source for the development of intelligent information technology used in diagnosing the psychophysiological state of individuals. Training data samples were created based on the suggested heuristic features, which are determined through integral and differential transformations of the obtained transient functions of the OMS. These training samples of data are then utilized to construct a Bayesian classifier, employing machine learning techniques, to classify individuals into different psychophysiological states, namely "Normal" and "Fatigue" [2].

The positive results presented in this work allow us to conclude about the effectiveness of the proposed technology in diagnostic studies in neurosciences. It is necessary to further develop and improve this technology in order to introduce it into the medical practice of PTSD.

References: 1. Pavlenko V., Milosz M., and Dzienkowski M. Identification of the Oculo-Motor System based on the Volterra Model using Eye Tracking Technology // *Journal of Physics: Conference Series*. – 2020. – Vol. 1603. – IOP Publishing. – P. 1-8. DOI:10.1088/1742-6596/1603/1/01
2. Pavlenko V.D., Shamanina T.V., Chori V.V. Estimation psychophysiological state via integral nonlinear model of the oculo-motor system // *Applied Aspects of Information Technology*. – 2023. – Vol. 6 No. 2. – P. 117–129. DOI: <https://doi.org/10.15276/aait.06.2023>.

РОЗРОБКА МІКРОПРОЦЕСОРНОЇ СИСТЕМИ ТОНАЛЬНИХ РЕЙКОВИХ КІЛ

д-р техн. наук, проф. С.В. Панченко, канд. техн. наук, доц. В.О. Сотник, Український державний університет залізничного транспорту, м. Харків, начальник департаменту автоматики та телекомунікацій О.А. Бунчуков, м. Київ

Підвищення безпеки та ефективності перевезень є основним пріоритетом у діяльності Департаменту автоматики та телекомунікацій (далі – Департамент ЦШ) АТ "Укрзалізниця". Станції та перегони оснащуються вітчизняними сучасними мікропроцесорними системами залізничної автоматики та телекомунікацій (СЗАТ), які забезпечують ряд переваг у порівнянні з системами попереднього покоління, а саме: підвищену функціональність, високу надійність, низьку вартість обслуговування та менший обсяг монтажних робіт. На залізницях України у постійній та дослідній експлуатації знаходяться сотні різних систем та пристроїв залізничної автоматики [1-3].

Використання мікропроцесорних систем в пристроях залізничної автоматики має ряд особливостей. Перш за все це пов'язано з необхідністю забезпечення безпеки перевізного процесу. На теперішній час на залізничних магістралях іде масове впровадження цілого ряду мікропроцесорних систем і пристроїв для керування рухом поїздів. Однією з них є мікропроцесорна система рейкових кіл (МРК).

У доповіді розглянуто основні принципи побудови МРК, її функціонування на різних рівнях ієрархічної побудови та відповідність вимогам нормативних документів по проектуванню і забезпеченню безпеки руху. Проведено аналіз існуючих проектних рішень, які були реалізовані в МКР.

Список літератури: 1. Аналіз експлуатаційної роботи галузі автоматики, телемеханіки та зв'язку Укрзалізниці за 2010-2021 рр. Київ: Департамент автоматики та телекомунікацій АТ "Укрзалізниця" 2. Бунчуков О.А. Майбутнє починається сьогодні. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://mautic.appau.org.ua/asset/29:uzno27-2832-33.pdf> 3. Лапко А.О., Каменев О.Ю., Сагайдачний В.Г., Коцюба Т.А. Експлуатаційні показники роботи пристроїв залізничної автоматики. *Інформаційно-керуючі системи в залізничному транспорті*. 2019. – № 3. – С. 37-44.

ЕФЕКТИВНИЙ МЕТОД ПІДВИЩЕННЯ ЗНОСОСТІЙКОСТІ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС У СЛІДСТВІ РІВНОМІРНОГО РОЗПОДІЛУ ЛОКАЛІЗОВАНОГО НАВАНТАЖЕННЯ

д-р техн. наук, проф. В.А. Пасечник, д-р техн. наук, проф. зав. каф. О.А. Охрименко, НТУ України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського", м. Київ, д-р техн. наук, проф., М.І. Гасанов, д-р техн. наук, проф., зав. каф. О.Ю. Заковоротний, д-р техн. наук, проф. О.О. Клочко, асп. В.С. Федоренко, НТУ "ХПІ", м. Харків

У машинобудуванні широко застосовуються циліндричні зубчасті колеса передачі крутного моменту. Відповідно до передавального відношення, збільшення моменту, що крутить, буде викликати пропорційне зменшення кутової швидкості обертання веденої шестерні, а їх твір – механічна потужність – залишиться незмінним. Дане співвідношення справедливе лише ідеального випадку, не враховує втрати тертя та інші ефекти, характерні для реальних пристроїв.

Істотний вплив на динаміку зубчастих передач, на їхню динамічну точність і стійкість надає тертя в зубчастих передачах. Цей вплив враховується запровадженням дисипативного коефіцієнта зубчастих передач. Дисипативний коефіцієнт зубчастих передачах дає кількісне уявлення про дисипативні властивості, що набувають зубчасті передачі в результаті впливу тертя. Дисипативний коефіцієнт залежить від коефіцієнтів тертя зубчастих коліс, від циклічності динамічного навантаження при зачепленні зубів, від зміни циклічних навантажень, пов'язаних із точністю виготовлення коліс [1 – 3].

Недоліком існуючого зубчастого зачеплення є те, що кожен зуб шестерні входить в контакт або контактує тільки з одним і тим же зубом колеса або з групою одних і тих же зубців зубчастого колеса, що зачіпається, в певній послідовності і негативно позначається на працездатності зубчастих передач.

З метою зниження негативних факторів необхідно підвищувати ступінь точності зубчастих циліндричних передач, що значно збільшує витрати на їх виготовлення і не знімає повністю питання зниження шуму, вібрацій, плавності зачеплення.

Наприклад: Зубчаста передача $i = 1.0$, число зубів $z_{1,2} = 20/20$. Кожен зуб шестерні контактуватиме лише з одним зубом колеса. У процесі приробітку та експлуатації всі похибки, відхилення зуба шестерні виявлятимуться при контактуванні з похибками та відхиленнями зі сполучним зубом колеса. Виникає циклічна складова динамічного навантаження як наслідок: підвищений шум, вібрації.

Аналіз основних видів відмов зубчастих коліс, таких як руйнування зубчастих коліс в основному відбуваються у зв'язку з нерівномірним зношуванням зубів внаслідок застосування стандартних передавальних відносин. Для забезпечення довговічності, підвищення зносостійкості та підвищення плавності роботи зубчастих коліс необхідно створити такі умови їх контактування, за яких кожен зуб ведучого колеса в процесі роботи входив би в зачеплення з кожним зубом веденого колеса певної послідовності.

В результаті дослідження було запропоновано методику розрахунку підвищення зносостійкості, довговічності та підвищення плавності роботи за рахунок створення та прогнозування певних передавальних чисел, які визначають некратність зачеплення та забезпечують роботу зубів провідного зубчастого колеса з усіма зубцями веденого зубчастого колеса з урахуванням дисипативного коефіцієнта зуб.

При кратному зубчастому зачепленні (коли у передачі крутного моменту беруть участь лише певні пари зубів) дуже часто виникає мікропіттинг поверхонь зубчастих коліс (рис. 1). Мікропіттинг – це явище поверхневої втоми, що в основному спостерігається на контактуючих поверхнях зубів шестерень. Мікропіттинг призводить до руйнування, який може розпочатися вже у перші кілька годин роботи.

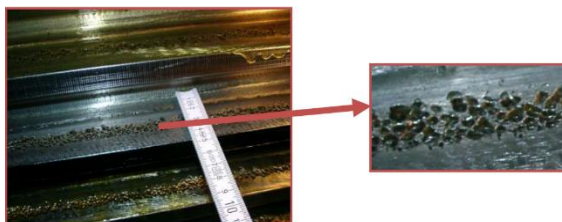


Рис. 1. Кратні зубчасті колеса, пошкоджені мікропіттингом

Для того, щоб уникнути утворення мікропітнігу, необхідно використовувати зубчасті пари з некратним передатним ставленням, що забезпечуватиме участь усіх зубів у роботі і, як наслідок, рівномірне зношування, а також вибрати мастильний матеріал, призначений для запобігання мікропіттингу (рис. 2).

Некратність зубчастого зачеплення характеризується контактуванням кожного зуба шестерні з кожним зубом зубчастого колеса, що зачепляється, в певній послідовності забезпечує:

1.Прискорену рівномірну прироблюваність зубчастих коліс, що сполучаються;

2. Виправлення дефектів при виготовленні та складання зубчастих передач;
3. Зменшення вібрацій, шуму;
4. Підвищення плавності роботи зубчастих передач.
5. При великих швидкостях ковзання можливість заїдання визначається співвідношенням часу, необхідного для взаємодії мастильного середовища з мікроділянками чистого металу, та середнього часу проходження мікроділянок, що одночасно оголюються на поверхні тертя, між послідовними актами їх контактування з мікроділянками сполученої поверхні.

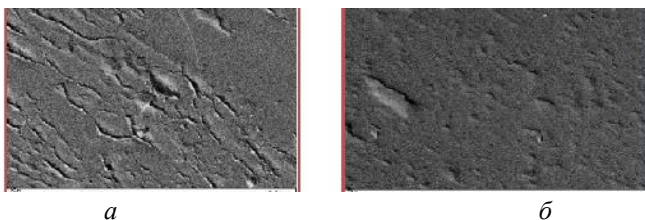


Рис. 2. Контактна поверхня зубчастих коліс, схильних до піттингу, приводу головного руху: а – з кратним передатним ставленням; б – після заміни на неразову пару

Підвищення зносостійкості та підвищення плавності роботи зубчастих коліс необхідно створити такі умови їх контактування, за яких кожен зуб ведучого колеса в процесі роботи входив би в зачеплення з кожним зубом веденого колеса у певній послідовності..

Список літератури: 1. Пермяков А.А., Клочко А.А., Гасанов М.І. Математична модель синтезу технологічного регламенту відновлення функціональних властивостей великомодульних зубчастих передач. XIX Міжнародна науково-технічна конференція "Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта", 29 червня - 01 липня 2018 року в Національному технічному університеті України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". – Київ: НТУУ "КПІ", 2018. – Т. 4. – С. 348-350. 2. Shapovalov V., Klochko A., Gasanov M., Antsyferova O., Belovol A. Optimizing the technology of reconditioning large high precision gear rims. The current state of scientific research and technology in the industry. – Kharkiv, 2018. – № 3 (3). – P. 59-70. 3. Актуальність диференцірованого и комплексного прогнозування в умовах імітаційного моделювання технологического забезпечення експлуатаційних свойств крупномодульных зубчатых колес / А.А. Пермяков, А.Н. Шелковой, А.А. Клочко, А.А. Охрименко, М.И. Гасанов // Збірник наукових праць. Прогресивні технології в машинобудуванні: Тези докладів VII-ої Всеукраїнської науково-технічної конференції, 5-9 лютого 2018 р. – Національний університет "Львівська політехніка". – Львів, 2018. – С. 127-129.

МОДЕЛЮВАННЯ УПРАВЛІННЯ ТЕХНОЛОГІЧНОЮ ПІДГОТОВКОЮ ТА ЕКОНОМІЧНИМ АНАЛІЗОМ ВИРОБНИЦТВА КРУПНОГАБАРИТНИХ ЕШЗ

д-р техн.наук, проф., зав.каф. О.А. Пермяков, асп. О.П. Старченко, студ. Д.М. Станков НТУ "ХПІ", м. Харків, директор І.І. Дідух, завідувач НВП Л.В.Клочко, ВСП "ХКТФК НТУ "ХПІ", м. Харків

У машинобудуванні для широкого поширення набули шліцьові з'єднання, виробництво яких становить велику питому вагу в машинобудуванні. Але, середня трудомісткість операцій по обробці крупногабаритних евольвентних шліцьових з'єднань (ЕШЗ) різанням при прийнятих в даний час технологічних процесах становить 50-60% від загальної трудомісткості виготовлення крупногабаритних евольвентних шліцьових з'єднань. Тому удосконалення існуючих, а також моделювання нових, прогресивних методів обробки евольвентних шліцьових поверхонь з різними видами центрування є прогресивним напрямком для важкого машинобудування. Обрана технологія обробки елементів крупногабаритних евольвентних шліцьових з'єднань методом обкату забезпечує високу якість, продуктивність та економічність їх виготовлення за рахунок формоутворення крупногабаритних евольвентних поверхонь з модифіцированим профілем при центруванні по боковим поверхням. Технологічний процес передбачає також термічну обробку робочих поверхонь валів спреєрним методом [1, 2].

Для отримання високих показників точності крупногабаритних евольвентних шліцьових з'єднань, попереднє нарізання зубів виконується модифікованим інструментом. Виробництво крупногабаритних евольвентних шліцьових з'єднань с діаметром від 80 до 500 мм з модифіцированим профілем забезпечує високу точність та якість згідно з вимогами ГОСТ6033-80. Розроблені також комплексні методи контролю крупногабаритних евольвентних шліцьових з'єднань для отвірів та валів.

Список літератури: 1. Актуальность дифференцированного и комплексного прогнозирования в условиях имитационного моделирования технологического обеспечения эксплуатационных свойств крупномодульных зубчатых колес / А.А. Пермяков, А.Н. Шелковой, А.А. Клочко, А.А. Охрименко, М.И. Гасанов // Збірник наукових праць. Прогресивні технології в машинобудуванні: Тези докладів VII-ої Всеукраїнської науково-технічної конференції, 5-9 лютого 2018 р. – Національний університет "Львівська політехніка", Львів, 2018. – С. 127-129. 2. Sharovalov V., Klochko A., Gasanov M., Antsyferova O., Belovol A. Optimizing the technology of reconditioning large high precision gear rims. The current state of scientific research and technology in the industry. – Kharkiv. 2018. – № 3 (3). – P. 59-70

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНІ МЕТОДИ ТА ПРОГРАМНІ КОМПОНЕНТИ РОЗПІЗНАВАННЯ ОБЛИЧЧЯ ЛЮДИНИ ДЛЯ СУЧАСНИХ СИСТЕМ ВІДЕОСПОСТЕРЕЖЕННЯМ

асп. Д.М. Петров, канд. физ.-мат. наук, доц. О.П. Черних, д-р техн. наук, проф. О.Ю. Заковоротний, НТУ "ХПІ", м. Харків

Навіть на ранніх етапах свого розвитку людство прагнуло взяти під контроль процеси, що відбуваються навколо – отримати якомога більшої кількості інформації про навколишній світ. Одна зі сторін цієї потреби полягає у забезпеченні безпеки свого життя, життя рідних та близьких людей, а також збереження матеріальних цінностей та особистого майна. Сьогодні інформаційні джерела постійно вдосконалюються та у людини з'явилася можливість побачити речі, які можуть бути приховані від його погляду. Реалізувати ідею "всевидячого ока" допомагають ї системи відеоспостереження.

Штучний інтелект зараз доступний і його не складно використовувати, сучасні системи відеоспостереження дають змогу транслювати відео у гарній якості і з великою швидкістю. Чому б не зробити велику систему, яка буде допомагати всій країні? Якщо зробити систему, яка буде знаходити обличчя на фото та потім його запам'ятовувати, і завдяки цьому, шахраїв, крадіїв та злодіїв система сама буде шукати та допомагати суспільству та поліції. Можливостей та способів використання такої системи дуже велика кількість.

YOLOv7 – одноступінчастий детектор об'єктів у реальному часі. Він був представлений сім'ї YOLO в липні 2022 року. Згідно з документом YOLOv7 є найшвидшим і найточнішим детектором об'єктів у реальному часі на сьогоднішній день. YOLOv7 встановив значний еталон, підвищивши продуктивність на одну сходинку. Нещодавно, була представлена наступна версія, YOLOv8, яка покращила швидкість та якість детекції об'єктів.

Архітектура YOLO заснована на FCNN (Fully Connected Neural Network). Однак версії на основі Transformer також нещодавно були додані до сімейства YOLO. У даній роботі автори зосередилися на детекторах об'єктів YOLO на основі FCNN (повністю згортована нейронна мережа).

YOLOv8 створено на основі передових досягнень глибокого навчання та комп'ютерного зору, пропонуючи неперевершену продуктивність з точки зору швидкості та точності. Таким чином, його обтічний дизайн робить його придатним для різноманітних додатків і він є легко адаптованим до різних апаратних платформ, від периферійних пристроїв до хмарних API.

ПРОБЛЕМИ ТА ЇХ ВИРІШЕННЯ ПРИ ОБРОБЛЕННІ ТИТАНОВИХ ЗАГОТОВОК ОТРИМАНИХ ЗА ТЕХНОЛОГІЄЮ XBEAM 3D METAL PRINTING

*асп. Д.О. Пірогов, д-р техн. наук, проф. Б.С. Воронцов, НТУУ "КПІ
ім. І.Сікорського", м. Київ*

Оброблення титанових сплавів поширене в аерокосмічній, медичній та автомобільній промисловості, де потрібна висока міцність, стійкість до корозії та біосумісність. Однак титанові сплави створюють ряд проблем для верстатів, зокрема: висока сила різання, низька теплопровідність і хімічна реакційна здатність. Титанові сплави мають високе співвідношення міцності до ваги, що означає, що їх важко різати та створювати високі сили різання. Ці сили можуть спричинити знос інструменту, вібрацію та відхилення, впливаючи на якість і точність оброблених деталей. Крім того, титанові сплави мають низьку теплопровідність, що означає, що більша частина тепла, що утворюється під час різання, залишається в інструменті та заготовці, що призводить до теплового розширення та деформації. Щоб подолати ці труднощі, потрібно використовувати інструменти, виготовлені з твердого сплаву або кераміки, з позитивними передніми кутами. Потрібно зменшити швидкість різання, збільшити швидкість подачі та використовувати велику кількість охолоджуючої рідини для розсіювання тепла та змащування зони різання. Титанові сплави мають високу реакційну здатність з киснем, азотом, воднем і вуглецем при підвищених температурах, що може спричинити окислення поверхні, крихкість і забруднення оброблених деталей. Ці ефекти можуть знизити втомну міцність, стійкість до корозії та біосумісність титанових сплавів. Потрібно уникати використання охолоджуючих рідин на основі вуглецю, таких як масло або жир, які можуть реагувати з титаном і утворювати карбід. Потрібно оптимізувати параметри різання, такі як швидкість, подача, глибина різання та потік охолоджуючої рідини, щоб досягти найкращого балансу між продуктивністю, якістю та довговічністю інструменту. Зімітувати процес обробки, проаналізувати сили різання та температури, а також запропонувати оптимальний вибір інструменту та оптимізацію процесу.

Список літератури: 1. Pramanik A. Problems and solutions in machining of titanium alloys / A. Pramanik // The International Journal of Advanced Manufacturing Technology. – 2014. – № 70. – С. 919-928. 2. Review on machining of additively manufactured nickel and titanium alloys [Електронний ресурс] / [К. Navneet та ін.] // Journal of materials research and technology 2021.– Режим доступу до ресурсу: <https://doi.org/10.1016/j.jmrt.2021.09.088>.

АНАЛІЗ ЗАСОБІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ ВІДНОВЛЮВАНOSTІ ТА ДОСТУПНОСТІ ІНФОКОМУНІКАЦІЙНИХ МЕРЕЖ

студ. М.А. Персіков¹, студ. В.О. Лемешко¹, асп. В.Ю. Хіхло²,
¹Харківський національний університет радіоелектроніки,
²Національний технічний університет "Харківський політехнічний
інститут", м. Харків

Обґрунтовано необхідність підвищення надійності, відновлюваності та доступності (Reliability, Maintainability, and Availability, RM&A) сучасних інфокомунікаційних мереж. Визначено фактори, що впливають на RM&A мереж, зокрема, проектування, впровадження, управління та експлуатацію мережної інфраструктури, а також типи і частоту збоїв, які можуть виникати.

Тому існує багато методів і прийомів, які можуть бути використані для підвищення ефективності RM&A мереж. По-перше, пропонується використання оптимізаційних моделей, а саме, проведення аналізу математичних моделей, які відображають компроміси між різними цільовими функціями та обмеженнями, пов'язаними з надійністю, доступністю, продуктивністю, якістю обслуговування, кіберстійкістю тощо [1 – 3]. Також використання імітаційних моделей дозволяє створити і запустити такі комп'ютерні моделі, які імітують поведінку та динаміку реальних мереж за різних сценаріїв та умов. Імітаційні моделі можуть допомогти оцінити і порівняти RM&A різних мережних конфігурацій, технологій, протоколів, платформ тощо.

Результати проведеного дослідження довели, що імітаційні моделі також можуть використовуватись для тестування та перевірки рішень, отриманих за допомогою оптимізаційних моделей або інших методів.

Список літератури: 1. *Lemeshko O.* Resilience Improvement by Traffic Engineering Fault-Tolerant Routing in Programmable Networks / *O. Lemeshko, O. Yeremenko, M. Yevdokymenko, A. Mersni, V. Lemeshko, M. Persikov* // In: Ilchenko, M., Uryvsky, L., Globa, L. (eds) Progress in Advanced Information and Communication Technology and Systems. MCIT 2021. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 548. Springer, Cham, 2023. – pp. 235-255. DOI: 10.1007/978-3-031-16368-5_12. 2. *Lemeshko O.* Analysis of Proactive Models of Fault-Tolerant Routing under Load Balancing and Border Routers Availability / *O. Lemeshko, O. Yeremenko, A. Mersni, M. Yevdokymenko, M. Persikov, A. Kruhlova* // 2023 17th International Conference on the Experience of Designing and Application of CAD Systems (CADSM). Proceedings. Jaroslaw, Poland, 2023. – pp. 28-31. DOI: 10.1109/CADSM58174.2023.10076525. 3. *Chhaytli A.* Providing cyber resilience in software-defined networks by secure routing means / *A. Chhaytli, M. Persikov* // Infocommunication technologies and electronic engineering, 1(1), 2021. – pp. 11-19. DOI: 10.23939/ict2021.01.011.

ВИКОРИСТАННЯ ФРАКТАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ ТА КЛАСИФІКАЦІЇ МАМОГРАМ

д-р техн. наук, проф. А.І. Поворознюк, асп. А.І. Кубарев, НТУ "ХПІ", м. Харків

В роботі розглядається можливість застосування фрактальної геометрії для оцінки морфологічних характеристик нерегулярних структур пухлин на цифрових зображеннях мамограм. До прикладу, у дослідженні [1] було введено метод класифікації пухлин, використовуючи аналіз мультифрактальних характеристик.

Фрактальна геометрія також широко використовується в галузі мамографії для діагностики раку молочної залози [2]. Обґрунтування використання фрактальної геометрії у цій галузі полягає в тому, що мікрокальцинації проявляються як групи яскравих плям змінної форми та розміру, які вписуються в нерівномірні тканини молочної залози.

Цей нерівномірний фон має самоподібні характеристики типових фрактальних зображень, що дозволяє розглядати область інтересу в цифрових мамограмах як нормальний фрактальний фон з нефрактальним переднім планом (тобто кластери мікрокальцинацій).

У [3] було виявлено, що використання фрактальної розмірності яка доповнюється лакунарністю є високоефективним підходом при класифікації новоутворень у молочних залозах та демонструє високу кореляцію з візуальними оцінками фахівців. Лакунарність (від лат. *lacuna* – порожнина) – поняття фрактальної геометрії, що позначає міру того як фрактал заповнює простір. Це поняття використовується для подальшої класифікації фракталів, які мають ту ж саму фрактальну розмірність, але візуально доволі відрізняються.

Проведений аналіз показує високу ефективність використання результатів фрактального аналізу мамограм. Перспективними методами є комплексне застосування різних характеристик фрактальної геометрії, а також поєднання різних перетворень (наприклад, вейвлет-фрактальні перетворення).

Список літератури: 1. *Hemsley A., and Mukundan R.* "Multifractal measures for tissue image classification and retrieval" // In Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on Multimedia, 2009, pp. 618-623. 2. *Li H., Giger M.L., Olopade O.I., and Lan L.* "Fractal analysis of mammographic parenchymal patterns in breast cancer risk assessment" // *Acad. Radiol.*, 2007. – Vol. 14. – pp. 513-521. 3. *Radu Dobrescu, Loretta Ichim, Daniela Crişan.* Diagnosis of Breast Cancer from Mammograms by Using Fractal Measures. *International Journal of Medical Imaging.* – 2013. – Vol. 1. – No. 2. – pp. 32-38.

ПРОБЛЕМИ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ МЕДИЧНИХ ЗОБРАЖЕНЬ

д-р техн. наук, проф. А.І. Поворознюк, асп. А.І. Кубарєв, НТУ "ХПІ", м. Харків

Медичне зображення є одним з важливих засобів отримання візуальної інформації про внутрішні структури й функції людського тіла, та дозволяє зрозуміти складні взаємозв'язки та знаходити патології, що є важливим для вдосконалення діагнозу та лікування.

Воно може бути отримане радіологічними (рентгенографія, КТ), або не радіологічними методами (МРТ, УЗД). Радіологічні методи є невід'ємною складовою медичного обстеження, яке надає можливість вивчення внутрішньої структури органів та тканин без необхідності інвазивних втручань, що допомагає виявляти патології та структурні аномалії на ранніх стадіях. Ці методи відіграють важливу роль у ранній діагностиці, моніторингу захворювань та дослідженнях.

Медичні зображення органів (medical imaging) отримані засобами радіологічної діагностики є головним джерелом інформації в галузі охорони здоров'я [1].

Перехід до цифрової технології візуалізації рентгенівських зображень дає змогу значно підвищити якість дослідження; суттєво скоротити час одного обстеження та його вартість, а також підвищити радіаційну безпеку порівняно з традиційною плівковою технологією [2]. При цьому з'являється можливість комп'ютерної обробки зображень та побудови підсистеми аналізу зображення в межах більш загальної діагностичної системи.

Зазвичай медичні зображення є слабоконтрастними напівтоновими зображеннями, тому першим етапом їх обробки є підвищення якості візуалізації [2]. Стандартні підходи для їх обробки (різні види лінійної та нелінійної фільтрації, зміна яскравості та контрасту) не дають задовільних результатів для знаходження патології та можуть бути застосовні лише у комбінації з оригінальними методами, які засновані на побудові моделі зображення та враховують відображення патологічних структур на цифровому зображенні. Таким чином, розробка оригінальних методів підвищення якості візуалізації цифрових зображення є актуальним та перспективним напрямком розробки.

Список літератури: 1. Kumar, S., & Patel, R. K. (2021). Role of Ultrasound Imaging in Early Detection of Pathological Changes. *Ultrasound in Medicine and Biology*, 38 (6), pp. 720-735. 2. Бойко Д.А. Декомпозиційний метод та підсистема підвищення якості візуалізації анатомічних і патологічних структур на цифрових мамограмах: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.11.17 – Харків: НТУ "ХПІ", 2017 – 18 с.

РОЗРОБКА МЕТОДУ ШВИДКОГО ПОШУКУ СХОЖИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ

*д-р техн. наук, проф., А.І. Поворознюк, д-р техн. наук, проф.,
Г.С. Філатова, асп. В.В. Філатов, НТУ "ХПІ", м. Харків*

В даний час збору та обробці інформації приділяється багато уваги. До інформації також відносяться стрічки новин електронних засобів масової інформації. Одним із шляхів обробки є кластеризація інформації, яка об'єднана однією смисловою темою. Зазвичай кластеризація інформації у вигляді новин проводиться з урахуванням морфологічного аналізу текстів. Але коли практично кожна новина супроводжується графічним контентом, виникає можливість об'єднувати різні статті новин у кластера за "візуальною ознакою". Наявність конкретного зображення може враховуватися у прийнятті рішення: чим більш унікальне зображення, тим вища ймовірність "схожості" текстового контенту. При цьому мова, якою написаний текст, можуть використовуватися як додаткові дані.

Метою дослідження є розробка методу швидкого пошуку у базі графічних об'єктів, максимально близьких до тестового зразка. Передбачається зберігання даних з можливістю використання нечіткої логіки для швидкого пошуку схожих об'єктів із зазначеною точністю та обчислення коефіцієнта схожості для кожного результату.

Для досягнення мети пропонуються наступні кроки. Спочатку всі зображення масштабуються до розміру 100x100 пікселів. Також до 3 кольорів додається канал GRAYSCALE (градації сірого) шляхом перетворення компонентів червоного, зеленого та синього в їх зважену суму як при обчисленні яскравості за рекомендаціями REC.601. Надалі передбачається пошук щонайменше трьох найінформативніших ділянок, розташованих друг від друга на відстанях, що дозволяє використовувати якнайменше половину поверхні зображення, що визначатиме "мінімальну інформативну зону". Для пошуку схожих зображень пропонується використовувати дискретне косинусне перетворення (ДКП) зазначених вище 4 компонентів. Для всіх отриманих складових буде проведено дослідження щодо вибору необхідної кількості коефіцієнтів ДКП та їх необхідну точність для подальшого аналізу. Для мінімізації даних коефіцієнти ДКП округляються і зберігаються у вигляді відбитків векторів для кожного аналізованого зображення. Надалі виконується швидкий нечіткий пошук максимально схожих відбитків з нижчим порогом схожості для виділення компактної множини, всередині якої буде здійснюватися пошук із заданою точністю. Це дозволить проводити швидкий пошук за мінімальних витрат ресурсів і часу.

INTEGRATING SECURE CODING PRACTICES AND RISK ASSESSMENT IN MODERN SOFTWARE DEVELOPMENT

Cand. Sc., assoc. prof. V. Savchenko, Senior Lecturer. O. Mnushka, NTU "KhPI", Kharkiv

Secure coding involves the practices, methods, and principles software developers use to create programs that meet the latest security standards. Secure programming aims to avoid vulnerabilities and attacks that could compromise the confidentiality, integrity, and availability of the program and its data [1-3].

ISO/IEC 15408 The Common Criteria for Information Technology Security Evaluation (Common Criteria or CC) is used to evaluate the security properties of information technology (IT) products and systems. Assessment of Assurance Levels (EAL) is a framework implemented in Common Criteria used in information technology security assessment. First, this is related to assessing security functions and the guarantee of IT products and systems. EAL provides a structured approach to evaluating the security of a product or system based on a set of predefined criteria. The EAL structure consists of seven levels, ranging from EAL1 (lowest) to EAL7 (highest). Each level represents a higher degree of confidence and rigor in security assessment. The evaluation process includes examining various aspects, such as the design, implementation, and configuration of the product or system and its documentation and security testing. Despite its general acceptance, software certification, according to Common Criteria, does not mean the product is free of security vulnerabilities. It only meets the security requirements specified in the protection profile or security goal. Based on the general practices of secure programming and security assessment, we will form the main tasks the developer faces during the development of secure software: analysis of security requirements, design based on the principles of secure architecture and design (least privilege, defense in depth, fail-safe defaults, etc.); security testing; code verification and auditing; security training and awareness; compliance with safety standards and regulations; incident response and monitoring.

The discussion covers alternative and additional approaches to software development that impact quality and security, including a risk assessment-based approach to security [4]. It is demonstrated that, under modern conditions, comprehensive solutions are required to ensure software security.

References: 1. SEI CERT C Coding Standard: Rules for Developing Safe, Reliable, and Secure Systems Software Engineering Institute / Carnegie Mellon University, 2016. 2. *Kohnfelder L.* Designing secure software: A guide for developers / San Francisco: No Starch, 2022. 3. *Mnushka, O., Savchenko V.* Security Model of IOT-based Systems // 15th IEEE TCSET Int. Conf. – Lviv-Slavske, Ukraine, 2020. – pp. 398-401, doi: 10.1109/TCSET49122.2020.235462. 4. *Stamatis D.H.* Risk management using failure mode and effect analysis (FMEA) / Milwaukee, WI: ASQ Quality Press, 2019.

POSSIBILITIES OF APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGY IN FORECASTING NUCLEAR POWER SYSTEMS

V.P. Severyn, Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of Department System Analysis and Information-Analytical Technologies, A.Y. Usyk, Postgraduate of Department System Analysis and Information-Analytical Technologies NTU "KhPI", Kharkiv

There are tools and predictive models developed by many researchers that take into account a large number of technical and financial aspects of nuclear industry functioning, for example, an integrated approach to multi-criteria optimization of nuclear power system structures. The basic principles of forming such models are outlined in the methodology developed by IAEA experts [1]. They are based on a mathematical description of the life cycle of nuclear power plants and the nuclear fuel cycle. At the same time, many parameters determining the contours of the nuclear industry development remain as exogenous variables. This paper considers methods for optimizing the forecasting of nuclear power systems through the introduction of artificial intelligence technologies.

The first approach is to implement machine learning research technology. Here arises the main disadvantage of such research due to the lack or small amount of required input information that can be provided and collected. An example of this approach is the works on analyzing the implementation of machine learning [2, 3]. These papers look in detail at all types of such learning (supervised learning, unsupervised learning, and reinforcement learning) and their impact on nuclear power. As it was noted, due to the lack of data, they deal with rather narrow areas and cannot always be applied to macromodels.

The second approach under consideration is the application of artificial intelligence methods to simulate decision-making in the nuclear industry. These decisions may concern global aspects, such as choosing the optimal way to develop the energy system. Examples of this approach are the work on experiment analysis by implementing artificial intelligence to improve the modeling and prediction of participants' behavior to guide policy and decision making in a company and a simulation model to solve the economic problem of a nuclear power plant operator making a portfolio of pairs of linked long-term contracts using fuzzy models [4, 5]. By introducing artificial intelligence, the computational aid for prediction will increase significantly, it will be possible to track complex problems in ways.

The paper considers and analyzes modern approaches to the inclusion of new algorithms and methods in the forecasting process. According to the results of the analysis, we can conclude that the development of artificial intelligence methods

is preferable for improving the quality of simulation of decision-making in a complex technical, social and economic environment.

References: **1.** International atomic energy agency, Experience in Modelling Nuclear Energy Systems with message: Country Case Studies, IAEATECDOC-1837, IAEA, Vienna (2018) **2.** Hou W., Wei H. Data-driven robust day-ahead unit commitment model for hydro/thermal/wind/photovoltaic/nuclear power systems // *Electrical Power and Energy Systems*, v. 125, 2021 **3.** Suman S. Artificial intelligence in nuclear industry: Chimera or solution? // *Journal of Cleaner Production*, 278, 2021 **4.** Genco F., Genco G. Selection of energy matrix sources in Chile using a fuzzy logic decision approach // *Energy Systems*, 12, 2021, pp. 411-429 **5.** Buah E., Linnanen L., Wu H. Emotional responses to energy projects: A new method for modeling and prediction beyond self-reported emotion measure // *Energy*, 190, 2020

АНАЛІЗ ТА РОЗРОБКА ЗАСОБІВ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ МІЖ ПРИСТРОЯМИ ІНТЕРНЕТУ РЕЧЕЙ

*канд. техн. наук, проф. В.В. Скородєлов, канд. техн. наук, доц.
Г.В. Гейко, ст. викл. С.М. Скородєлов, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Технології так званого Інтернету речей (англ. – Internet of Things, скорочено IoT) прямо зараз кардинально змінюють світ, причому стосуються ці зміни не лише високотехнологічних виробництв чи інфраструктури, а й повсякденного життя. Теоретична база IoT заснована на ідеях бездротової передачі даних, мобільності та штучного інтелекту. Сьогодні мільярди пристроїв обмінюються інформацією між собою, світ Інтернету речей зростає та освоює нові технології.

У зв'язку з цим з'являється необхідність нових досліджень і розробок засобів комунікації між інтернет-пристроями.

Дана робота як раз і присвячена питанням аналізу та розробки засобів передачі даних між пристроями інтернету речей на прикладі створення автоматизованої системи дистанційного керування (АСДК) освітленням в приміщеннях за допомогою смартфона. Ця робота охоплює багато аспектів і технологій Інтернету речей.

В роботі проаналізовані: типова чотирьох рівнева архітектура пристроїв Інтернету речей (рівень датчиків; мережевий рівень; рівень обробки даних; рівень додатків); передача даних в IoT (провідні та безпровідні технології і протоколи передачі даних); апаратні та програмні засоби, необхідні для реалізації АСДК. Це дало можливість знайти оптимальні рішення для реалізації заданого функціонала при реалізації контролера і веб-додатка для смартфона.

Приведені результати розробки апаратної та програмної частин АСДК. Контролер створено на основі платформи Arduino і мережевого модуля ENC28J60. Веб-додаток написано на мові Python з використанням фреймворку flask і бази даних SQLite.

Контролер є головною сполучною ланкою між датчиками (руху/відкриття дверей та освітленості), виконавчими пристроями та смартфоном. Він збирає та обробляє дані, отримані від підключених до нього датчиків і виконавчих пристроїв, та повідомляє про них користувачеві за допомогою повідомлень у веб-додатку

Тестування прототипу системи підтвердило працездатність як апаратних, так і програмних засобів.

Дана система може стати однією із складових інтегрованої системи керування розумним будинком.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ ФРЕЙМВОРКУ ARCORE ПРИРОЗРОБЦІ СИСТЕМИ-ПОМІЧНИКА ДЛЯ НЕЗРЯЧИХ ЛЮДЕЙ

асп. А.А. Соколов, д-р техн. наук, проф. О.Г. Аврунін, Харківський національний університет радіоелектроніки, м. Харків

Доповнена реальність - технологія, що додає можливість за допомогою комп'ютера сприймати елементи, відсутні в природному сприйнятті людини. Для задачі розробки системи-помічника, можливо застосувати смартфон та отримати карту глибини зображення за допомогою вже існуючих бібліотек. Основними фреймворками для доповненої реальності на сьогодні є ARKit від Apple(iOS) та ARCore від Google(Android).

Починаючи з версії 1.31 (травень 2022) ARCore має розширені можливості. ARCore має готову реалізацію алгоритмів для побудови карти глибини (розрахована відстань зберігаються у міліметрах). Зараз при побудові карти глибини, використовуються 16 бітне значення, що дозволяє отримати максимальну глибину в 65 метрів (але із застосуванням геопросторового API, інакше 20-30 метрів). Розглянемо приклад отриманих карт глибини (рис. 1).

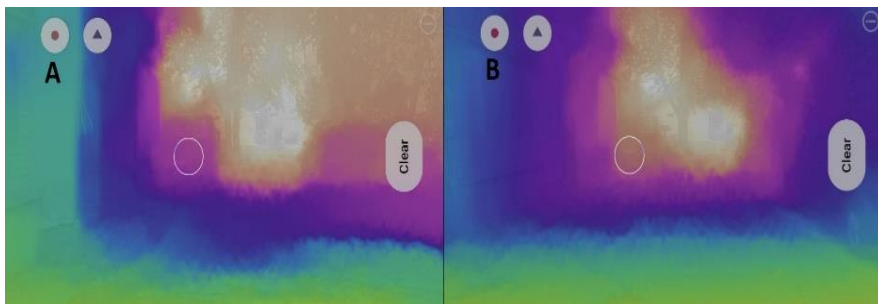


Рис. 1. Вуличні кадри

Для попередньої оцінки можливостей ARCore у реальних вуличних сценах ми використовували програму ARCore Depth Lab. Додаток написано на unity, і останнє оновлення 11 травня 2022 року, до введення 16 бітної глибини. Відповідно, максимальна глибина, становить приблизно 8 метрів. Використовуючи новішу версію бібліотеки, можна досягти більшої глибини.

На зображенні А дистанція 8 метрів до фургона в лівій частині (якраз де видно елемент інтерфейсу), В дистанція +10 метрів. Попередню оцінку можна зробити, виходячи з цих зображень. Ми бачимо будинок і машини ближче до камери, відстань до яких можна отримати програмними засобами. Дерево та другий будинок знаходяться далеко, проінформувати користувача

про них можна і пізніше. Використовуючи 16-бітну глибину, можна розраховувати, що пристрій матиме ефективну дистанцію до 25 метрів, чого цілком достатньо для навігаційного помічника.

Отже, застосування смартфона, який підтримує Deth API є перспективним напрямом досліджень щонайменше з міркувань ціни, адже така система дозволить використовувати смартфон для зв'язку та як навігатор.

Список літератури: 1. Depth adds realism | ARCore | Google for Developers. Google for Developers. URL: <https://developers.google.com/ar/develop/depth> (date of access: 25.08.2023). 2. Improving the Methods for Visualization of Middle Ear Pathologies Based on Telemedicine Services in Remote Treatment / O. Avrunin [et al.] // KhPI Week on Advanced Technology. – 2020. – P. 347–350.

CREATION OF INTERACTIVE AUTOMATED EDUCATIONAL AND TRAINING SYSTEMS

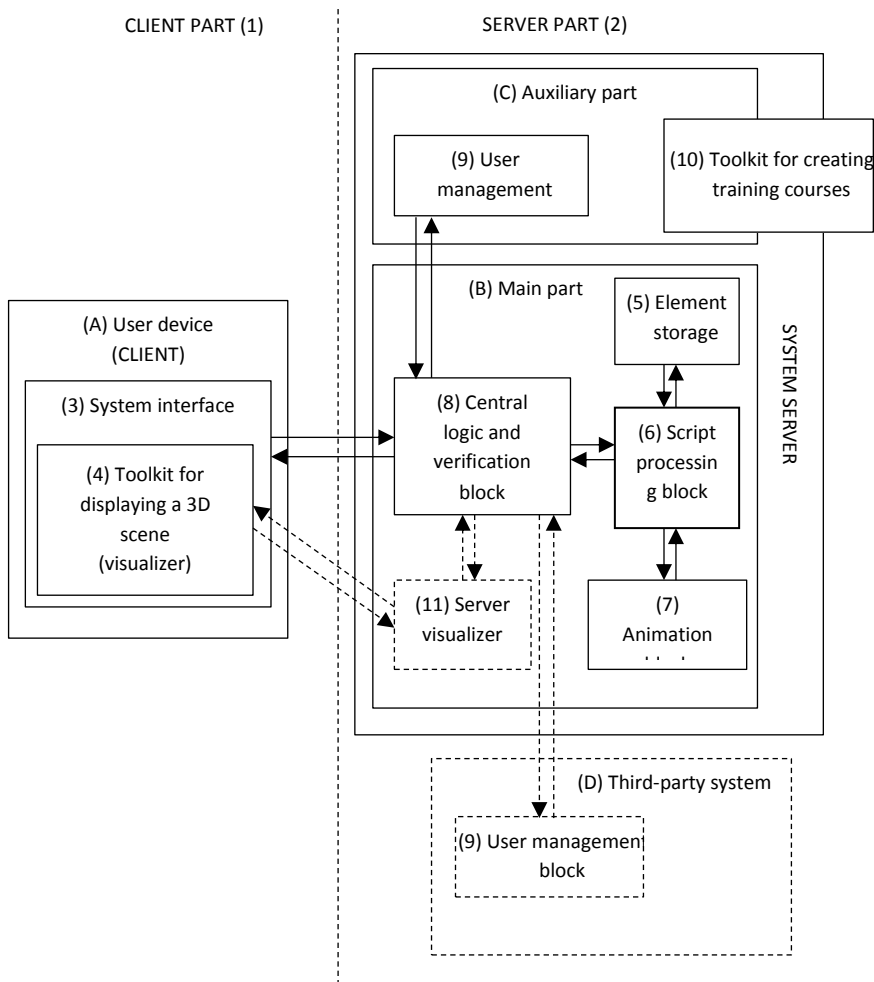
S.S. Shevchenko, post-graduate student, Pukhov Institute for Modelling in Energy Engineering, Kyiv

The problem of reliable operation of equipment, especially at nuclear power plants, requires a high level of training of personnel operating and servicing such equipment [1]. One of the most effective in learning are interactive e-learning systems. A number of methods of designing computer simulators are known [2].

An interactive automated remote educational and training system is offered [3] (Fig. 1).

The system works as follows. The main control unit of the system is the unit of central logic and verification of results 8. It receives from the user control unit 9 data about the course that needs to be downloaded, after which it extracts the name of the first scenario from the course and sends it to the scenario processing unit 6, which in turn extracts all the necessary course materials from the storage of elements 5 and then executes the script step by step, controlling the location of the elements using the animation block 7.

The results of the script processing block 6 are exchanged with the central logic and result verification block 8, which, based on them, sends data to the user's device in system interface 3, which with the help of a toolkit for displaying a 3D scene 4 displays the current state of the scene to the user, and then accepts interaction commands from the user and sends them to the central logic and result verification unit 8, which after processing the user's actions, checking them for fraud and monitoring the execution of tasks according to the script sends them to the block of script 6 errors, advancing the user further through the script. Block "store of elements" 5 contains all content of training courses: scenarios, 3D models, visual effects, as well as other materials (text, images, videos, links to third-party resources or to other scenarios/courses within the system). Script processing block 6 processes and executes the current script. The animation unit 7 in real-time controls the animation of the objects specified in the current scenario and informs the script processing unit 6 of the new location of all objects. The user management unit 9 has the function of user authentication, providing him with access to the system, recording user profiles, recording their success, managing access levels to materials, etc. The "training course creation tools" unit 10 includes an editor and a 3D-objects converter, a script editor, an editor of additional materials and other tools of authors and system administrators. Its constituent elements can be both part of server 2 and separate applications.



The proposed system makes it possible to: train technical specialists, whose task is to maintain responsible equipment and machinery, by bringing training as close as possible to real work; to train the management staff through visual familiarization with the equipment and technical complexes with which they will need to deal; to automate individual learning processes, including the submission of material and control of acquired knowledge; make learning interactive, so that students not only learn theory, but also immediately practice; make training remote

by increasing the throughput of the training center with real simulators or the training ground at the real facility; introduce scenario-based materials into the learning process and thus ensure the preservation of knowledge about all non-trivial practical cases and situations; to provide knowledge and consolidate it with the help of the most effective modern teaching methods based on the science of the brain and memory mechanisms.

The use of the proposed system will speed up and reduce the cost of training leading personnel of energy enterprises and thus optimize the educational process.

References: 1. Martsinkovsky V.A., Shevchenko S.S. Pumps of nuclear power plants: calculation, design, operation: monograph / ed. ed. S.S. Shevchenko. Sumy: PF "Publishing house" University book", 2018. 472 p. ISBN 978-966-680-866-3. 2. Samoilov V.D., Abramovich R.P., Lapatiev A.O. Computer technologies for the development of training systems for the energy industry. Electronic modeling. – 2020. – Vol. 42, No. 3. – P. 89-98 <https://doi.org/10.15407/emodel.42.03.089> 3. Shevchenko S.S. Patent UA 149786 U, G09B 19/00, publ. 01.12.2021, Bull. No. 48.

ТЕНДЕНЦІ ПІДВИЩЕННЯ ДОСТУПНОСТІ ТЕХНОЛОГІЙ ШТУЧНОГО ІНТЕЛЕКТУ ДЛЯ СФЕРИ КОНТРОЛЮ ЗНАТЬ

асп. А.О. Тарановський, ПІМЕ ім. Г.С. Пухова НАНУ, м. Київ

Сучасний рівень технологій генеративного штучного інтелекту демонструє принципову їх придатність до використання для цілей контролю знань, зокрема в частині автоматизації створення тестових завдань. Як це передбачалося, успішне виведення на ринок цих технологій одним розробником мало наслідком пропозиції аналогічних продуктів з боку інших технологічних гігантів.

Так, компанія OpenAI продовжує пропонувати свої розробки до використання через графічний користувацький інтерфейс, за допомогою вже відомого веб-додатку ChatGPT. Таке використання все ще є безкоштовним, хоча все ще вимагає реєстрації. Додатково, на платній основі, пропонується використання навіть більш досконалої розробки через графічний користувацький інтерфейс, за допомогою того самого веб-додатку, та через прикладний програмний інтерфейс, відповідно до запропонованої компанією-розробником схеми.

Компанія Microsoft пропонує розробки компанії OpenAI у складі своїх власних продуктів для користувачів та на платформі хмарних обчислень Azure для розробників. Зокрема, використання пропонується через графічний користувацький інтерфейс, за допомогою бокової панелі веб-браузера Microsoft Edge, та через прикладний програмний інтерфейс, у складі Azure OpenAI Service. У першому випадку це є безкоштовним та навіть не вимагає реєстрації, у другому випадку вимагається отримання доступу в якості розробника на платній основі.

Компанія Google пропонує власні розробки як окремий продукт, у складі інших власних продуктів для користувачів та на платформі хмарних обчислень Google Cloud для розробників. Так само, використання пропонується через графічний користувацький інтерфейс, за допомогою веб-додатку Google Bard, та через прикладний програмний інтерфейс, у складі PaLM API, Maker Suite, Vertex AI. Аналогічно, у першому випадку це є безкоштовним за умови реєстрації, у другому випадку необхідними умовами є отримання статусу розробника й оплата використовуваних ресурсів платформи.

Компанія Meta представила власну розробку у вигляді мовної моделі Llama 2, призначеної для незалежного вільного використання сторонніми особами, а компанія Microsoft пропонує її підтримку на платформі хмарних обчислень Azure та в операційній системі Windows. Компанія-розробник не пропонує використання через графічний користувацький або прикладний програмний інтерфейси, але це є можливим від сторонніх розробників та

сама модель вільна до завантаження й використання на власних обчислювальних потужностях. Прямо визначається, що мовна модель призначена тільки для англійської мови, але згадуються експериментальні спостереження певного рівня й для інших мов, що експериментально підтверджується для української мови у версії моделі на 70 млрд параметрів. Модель є вільною до використання зокрема в комерційних цілях та передбачає тонке налаштування для використання в певних специфічних сферах.

Всі описані випадки демонструють співставний рівень розуміння й генерування української мови, що отримує експериментальне підтвердження у сфері підготовки персоналу енергетичних підприємств. А описане розширення можливостей з використання технологій генеративного штучного інтелекту позитивно впливає на їх доступність на рівні користувачів та на рівні розробників, що є передумовою підвищення ефективності й у сфері контролю знань.

ШЛЯХИ ВИРІШЕННЯ ПРОБЛЕМ МОБІЛЬНОСТІ У МЕРЕЖАХ HETEROGENIC NETWORKS

канд. техн. наук, доц. Л.О. Токар, магістр О.А. Ворончихін, магістр Р.В. Муха, ХНУРЕ, м. Харків

Виявлено, що ключовим фактором ефективного проектування гетерогенних мереж HetNet є керування радіоресурсами. Взаємозв'язок між процесами та технологіями безпроводового зв'язку у мережі HetNet може викликати проблеми, які пов'язані з хендвером та мобільністю. Ризик стає критичним у сценаріях із високою швидкістю мобільності [1]. У роботі розглянуто перспективні методи, створені задля вирішення проблем мобільності.

1. Функція Self-Organizing Network (SON), основна мета якої – автоматизація процесу керування за рахунок динамічної адаптації параметрів системи.

2. Функція Handover Parameter Optimization (HPO) – автоматичне налаштування параметрів Handover Control Parameter (HCP) для підтримки якості мережі.

3. Функція оптимізації балансування навантаження – Load Balancing Optimization (LBO). Адаптивно регулює параметри HCP, щоб збалансувати нерівне навантаження між сусідніми стільниками, що потрібно врахувати при перекритті двох сусідніх стільників.

4. Увімкнення подвійного з'єднання Dual Connectivity (DC). У реалізації такого рішення UE може бути одночасно підключено через кілька носіїв до двох різних БС різних технологій, що сприятиме забезпеченню високих швидкостей передачі даних для UE.

5. Умовний хендвер Conditional Handover (CHO) – метод, який було введено як частине функцій мобільності у 3GPP. Rel.16 [2].

6. Стек протоколів подвійного активного хендвера Dual Active Protocol Stack (DAPS) – це запропоноване компанією Ericsson рішення, яке сприяє скороченню часу переривання під час мобільності UE [3].

Список літератури: 1. Tokar L., Krasnozheniuk Y. Analysis of Airtime Fairness Technology Application for Fair Allocation of Time Resources for IEEE 802.11 Networks / L. Tokar, Y. Krasnozheniuk // International Scientific-Practical Conference "Information Technology for Education, Science and Technics". – 2022. – P. 635-655. 2. ETSI TS 138.300 V16.2.0 [Електронний ресурс] / URL: https://www.etsi.org/deliver/etsi_ts/138300_138399/138300/16.0.pdf (дата звернення 10.08.2023). 3. Ohlsson O., Pontus W. Reducing Mobility Interruption Time in 5G Networks [Електронний ресурс] / O. Ohlsson, W. Pontus // URL: <https://www.ericsson.com/en/blog/2020/4/reducing-mobility-interruption-time-5g-networks> (дата звернення 01.08.2023).

ОЦІНКА МЕХАНІЗМУ ЕНЕРГОЗБЕРЕЖЕННЯ БАЗОВИХ СТАНЦІЙ МЕРЕЖІ LONG-TERM EVOLUTION НА ОСНОВІ КОНЦЕПЦІЇ SELF-ORGANIZING NETWORKS

канд. техн. наук, доц. Л.О. Токар, бакалавр Б.О. Котолупенко, ХНУРЕ, м. Харків

З появою концепції Self-Organizing Networks (SON) з'явилася можливість оптимізувати використання ресурсів мережі. Виявлено, що у разі енергозбереження можна знайти компроміс між заощадженою енергією та продуктивністю мережі. Проведено аналіз механізму енергозбереження у сценарії Long-Term Evolution (LTE) на основі концепції SON, який ґрунтується на оптимізації працюючих базових станцій (БС). Рішення засноване на зниженні споживання енергії за рахунок вмикання та вимикання БС залежно від стану мережі.

БС, незалежно від типу, можуть бути в шести станах: активні, перевантажені, недовантажені, відключені, неактивні або завантажуються. Рішення про перехід у будь-який стан залежить від тимчасових прив'язок та двох порогів: низького порогу використання Low Utilization Threshold (LoThr) та високого порогу використання High Utilization Threshold (HiThr).

У роботі обрано сценарій побудови БС з єдиним позиціонуванням: одна БС-Макро в центрі мережі, і чотири БС-Мікро на однаковій відстані від БС-Макро. На рис. 1 показано енергоспоживання кожної БС при значеннях LoThr, рівних 1, 20, 40, 60.

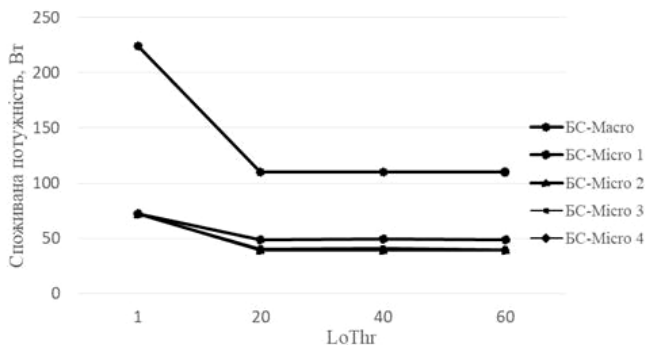


Рис. 1. Енергоспоживання БС

У всіх випадках мережа гарантує, що всі користувачі мають покриття, тому що при відключенні БС-Мікро працює БС-Макро. Якщо відсоток використовуваних ресурсів нижче, ніж LoThr, то БС вважатиметься недовантаженою. Якщо завантаження вище ніж HiThr, то БС перевантажена. У розподілі ресурсів між користувачами існує справедливість [1].

Для аналізу використані дані, взяті з [2] і згенеровані з різними граничними значеннями в порівнянні з еталонним граничним значенням. Аналіз показав, що для БС-Масго при $LoThg=1$ споживана потужність має постійне значення 224 Вт, а значення з іншими порогами $LoThg$ коливаються в інтервалі близько середнього значення 110 Вт. Для БС-Місго різниця між різними значеннями нижнього порога є мінімальною. У всіх випадках БС-Місго-2 та БС-Місго-4 мають постійне енергоспоживання, тоді як енергоспоживання БС-Місго-1 та БС-Місго-3 змінюється майже на всіх етапах дослідження. Це може бути пов'язане зі становищем користувачів та їх переміщенням у такому сценарії мережі. При зниженні енергоспоживання БС-Місго-2 та БС-Місго-4 станції вимкнені. Їх енергоспоживання є фіксованим значенням, що необхідно для підтримки працездатності.

Значення потужностей для різних БС використовувалися для обчислення оцінки відсотка зекономленої потужності. Заощаджену потужність розраховано з урахуванням кількості БС та значень $LoThg$ у відсотках [3]. Усі пороги дозволяють заощадити приблизно 45% енергії з певною мінімальною різницею. Алгоритм здатний досягти енергоефективності завдяки реалізації у міському середовищі.

Таким чином, цей підхід оптимізує кількість працюючих БС. Слід очікувати економії енергії, якщо кількість працюючих БС буде зменшено, навіть на невеликий період часу. Оскільки зниження енергоспоживання безпосередньо виражається в економії експлуатаційних витрат та екологічних перевагах, то незалежно від показників зекономленої потужності оператор повинен приймати рішення, чи варто знижувати продуктивність мережі для економії енергії.

Список літератури: 1. Habaebi M. et al. Comparison between Scheduling Techniques in Long Term Evolution / M. Habaebi et al. // IJUM Engineering Journal. – 2013. – Vol. 14. – No. 1. – P. 67-76.
2. Gonzalez Calabuig Maria Self-Organizing Networks Energy Saving / Maria Gonzalez Calabuig. – DTU Fotonik Department of Photonics Engineering Technical University of Denmark. – 2018. – 63 с.
3. Edward F., Drocella Jr. et al. 3.5 GHz Exclusion Zone Analyses and Methodology [Електронний ресурс] / F. Edward, Jr. Drocella et al. // URL: <https://its.ntia.gov/umbraco/surface/download/publication?reportNumber=TR-15-517r1.pdf>.

РОЗРОБКА АВТОЕНКОДЕРА НА ОСНОВІ KERAS

канд. фіз.-мат. наук Т.О. Філімонова, ДТЕУ, м. Київ

Проблема стиснення великих обсягів інформації є актуальною. Для вирішення цієї задачі існує багато методів, наприклад, побудова автоенкодера.

Автоенкодери – це нейронні мережі прямого поширення, які відновлюють вхідний сигнал на виході [1]. Вхідний сигнал відновлюється з помилками через втрати при кодуванні, але для їх мінімізації мережа змушена навчитися відбирати найважливіші ознаки.

В роботі розроблено автоенкодер для датасету fashion_mnist [2].

Спочатку імпортуємо необхідні бібліотеки, поділяємо вибірку на тренувальну і тестову, нормалізуємо вхідні дані. Архітектура автоенкодера має наступний вигляд (Рис. 1).

```
input_img = Input(shape=(28, 28, 1))
x = Flatten()(input_img)
x = Dense(128, activation='relu')(x)
x = Dropout(0.2)(x)
x = Dense(64, activation='relu')(x)
x = Dropout(0.2)(x)
encoded = Dense(49, activation='relu')(x)

d = Dense(64, activation='relu')(encoded)
d = Dropout(0.2)(d)
d = Dense(28*28, activation='sigmoid')(d)
decoded = Reshape((28, 28, 1))(d)

autoencoder = Model(input_img, decoded, name="autoencoder")
autoencoder.compile(optimizer='adam', loss='mean_squared_error')
```

Рис. 1. Архітектура автоенкодера

Після навчання автоенкодера побудовано графік функції втрат на тренувальних та валідаційних даних (рис. 2).

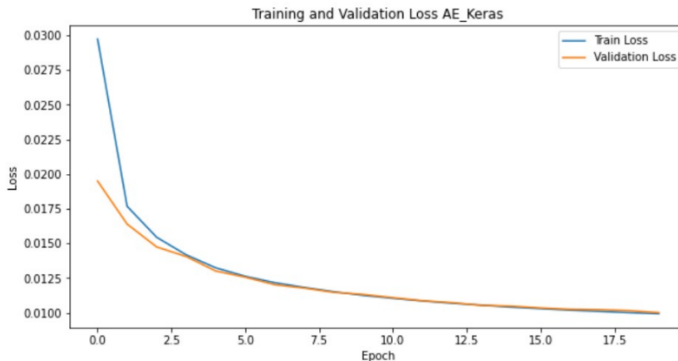


Рис. 2. Графік функції втрат

В результаті розроблено автоенкодер з використанням бібліотеки Keras для датасету `fashion_mnist`. Отримано графік функції втрат для тренувальних та валідаційних даних, також декодовано перші 10 зображень датасету. Отже, автоенкодери мають широкий спектр застосувань і можуть бути корисним інструментом для попереднього навчання, зменшення розмірності даних та виділення важливих ознак вхідного сигналу.

Список літератури: 1. Чару С. Агарвал. Нейронні мережі та глибоке навчання. Підручник. – Вид.-во "Діалектика", 2020. - 752 с. 2. Fashion MNIST dataset, an alternative to MNIST. [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://keras.io/api/datasets/fashion_mnist/

МОДЕЛЬ ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ГЕОІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ МІГРАЦІЇ НАСЕЛЕННЯ

д-р техн. наук, доц. Д.І. Угрин, д-р фіз.-мат. наук, проф. Ю.О. Ушенко, канд. техн. наук, ас. О.В. Галочкін, ЧНУ ім. Ю. Федьковича, м. Чернівці

Останнім часом спостерігається зростання інтересу до практичних завдань, пов'язаних з прийняттям рішень на основі аналізу, моделювання та прогнозування міграційних процесів. Міграція населення, як явище, є складним суспільним процесом, що включає переміщення людей через адміністративні кордони територій на різні періоди часу. Ці процеси мають великий вплив на соціально-економічний розвиток суспільства. Статистичні дані про міграційні рухи та їх аналіз [1, 2] використовуються в різних соціальних, галузевих та практичних галузях. Взаємозв'язок між міграціями [3] та соціальними змінами дедалі глибший, порівняно з попередніми часами. Вивчення міграцій має важливе значення як теоретично, так і практично.

Розроблена веб-система з використанням компонентів географічної інформаційної системи (ГІС), яка використовує геокодування, регресійний аналіз та нейронні мережі для дослідження даних щодо міграції. Основна мета системи – аналізувати дані про міграцію та виявляти патерни і тенденції.

Геоінформаційна система міграції населення здатна прогнозувати міжнародну міграцію або міграцію між різними країнами (рис. 1).

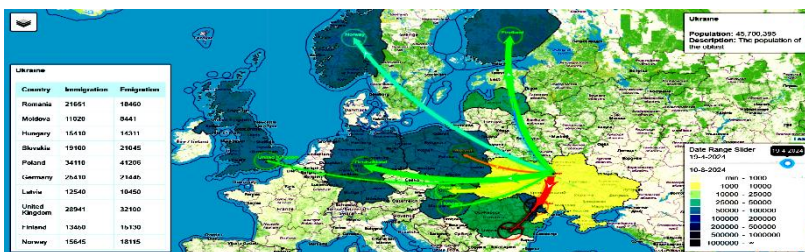


Рис. 1. Інтерактивна карта міжнародної міграції населення

Для підтримки роботи з географічними даними використано веб-фреймворк GeoDjango. Цей фреймворк надає можливість виконання просторових запитів, що дозволяють фільтрувати та аналізувати дані з урахуванням їх місцезнаходження. Також GeoDjango дозволяє зберігати геопросторові дані в спеціальних просторових базах даних для ефективного зберігання та обробки цих даних.

Для розрахунків та аналізу використано алгоритм lightgbm [4]. Цей алгоритм належить до категорії моделей машинного навчання [4], що базуються на деревах рішень з підсиленням градієнта. Він дозволяє ефективно вирішувати задачі аналізу даних та прогнозування на основі навчання з учителем.

Загалом, система дозволяє аналізувати дані міграції, використовуючи інструменти ГІС, та застосовувати різноманітні аналітичні методи для виявлення закономірностей та трендів у міграційних процесах.

Список літератури: 1. *Благул І.С.* Моделювання сталого розвитку регіону / *І.С. Благул, Л.І. Сисак, О.О. Солтисік.* – Івано-Франківськ: Прикарпатський нац. ун-т ім. Василя Стефаника., 2006. – 166 с. 2. *Садовенко А.А.* Сталий розвиток суспільства / *А.А. Садовенко, Л.А. Масловська, В.І. Серєда, Т.А. Тимочко.* – 2-ге вид. – К., 2011. – 392 с. 3. *Abel G.* Quantifying global international migration flows [Електронний ресурс] / *G. Abel* // Science 2014. – Режим доступу www URL: <https://science.sciencemag.org/content/343/6178/1520> (дата звернення 18.07.2023). 4. *Bell M.* International migration and data [Електронний ресурс] / *M. Bell* // Polish Academy of Sciences 2015. – Режим доступу www URL: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/psp.1848> (дата звернення 08.08.2023). 5. *Diener M.* Python Geospatial Analysis Cookbook: Over 60 recipes to work with topology, overlays, indoor routing, and web application analysis with Python // *M. Diener*: Packt Publishing Ltd, 2015. – P. 290.

COMPARISON OF CAPABILITIES OF CHATGPT AND BARD AI SYSTEMS FOR PERFORM MARKETING RESEARCHES

Doctor of Economics, Prof. Shipulina Y.S., postgrad. st. of the Marketing dep. Hlavchev D.M., NTU "KhPI", Kharkiv

Artificial intelligence (AI) systems for text generation have undergone rapid development and continue to develop actively. One of the first AI systems that shook the world was ChatGPT, which learned on the basis of data collected by developers and allowed to generate texts for any request. This is a powerful step forward, a very convenient tool that has been used by many workers in various fields (from programmers to writers). The question of performing marketing diagnostics by AI systems has been considered, but since ChatGPT contains data as of September 2021, it can only partially help in these studies, because it may not have certain data, or it may give false information.

Recently, another powerful AI system from Google, Bard AI, officially started working in Ukraine. As stated, it has access to the Internet, therefore it operates with current data and allows to get more accurate information. We decided to check this by conducting marketing diagnostics for the Nova Poshta company, comparing results with publicly available data.

Both systems indicated the type of the company, provided information about its history, considered strengths and weaknesses, and promising directions for development. ChatGPT turned out to be more accurate, Bard AI showed the founding date wrong. But ChatGPT could not answer the question about post offices outside of Ukraine, replying that it does not have data about that. And Bard AI was able to provide detailed information about this in the form of a table. It was also claimed to support graphs and pictures, but at this point, Bard AI was unable to graph or chart.

AI systems are a fairly powerful tool that is developing, but still cannot provide 100% reliable information. Therefore, it can be used as an additional tool for analysis, but it is necessary to verify the data that the AI provides. In addition, in the future it is expected to be able to build graphs and charts, which will improve the process of data analysis.

РОЗРОБКА ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ АДДИТИВНО-СУБТРАКТИВНОГО ГІБРИДНОГО ВИРОБНИЦТВА ДЛЯ МЕТАЛЕВИХ ЗАГОТОВОК

ас. В.О. Цибуленко, д-р техн. наук, проф. Б.С. Воронцов, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ

Селективне лазерне плавлення (SLM) – є однією з технологій адитивного виробництва (AM), яка широко використовується для створення складних деталей. Однак для отримання високоякісних отворів та обробки деталей із складною геометрією SLM не завжди вистачає. Тому часто для задоволення вимог якості здійснюється додаткова субтрактивна обробка.

Метод обробки адитивно-субтрактивного гібридного виробництва (A/SM) поєднує високу точність відносного позиціонування та якість поверхні субтрактивного виробництва (SM). Це дозволяє підвищити точність обробки.

Вчені зробили деякі дослідницькі висновки щодо методів обробки A/SM, такі як Du та ін. [1], які порівняли відмінності в поверхні заготівлі між прямим AM-формуванням та подальшою обробкою AM та дійшли висновку, що композитна обробка A/SM має кращі геометричні властивості, точність розмірів та якість поверхні, ніж пряме SLM-формування. Zhao та ін. [2] використовували методи кінцевих елементів, такі як джерело тепла Гауса, що рухається, і визначальна модель Джонсона-Кука, для вивчення ефекту зв'язку температурного поля і поля напруг в процесі A/SM і підтвердили, що вибір відповідної температури обробки для SM корисний для зниження впливу залишкової напруги на заготівлю. Yang та ін. [3] експериментували з композитною обробкою за допомогою A/SM. Результати показали, що фрезерування вивільняє деякі залишкові напруги на поверхні заготовки, а точність поверхні та якість формування деталі покращуються за рахунок фрезерування. Тим не менш, було проведено мало досліджень точності обробки отворів та усунення дефектів AM при використанні методу SM після формування SLM.

Список літератури: 1. Du, W., Bai, Q., Zhang, B. A Novel Method for Additive/Subtractive Hybrid Manufacturing of Metallic Parts. *Procedia Manuf.* 2016, 5, 1018–1030 2. Zhao, H.T., Gao, M.Q., Zhao, J.B. Study on Thermo Mechanical Coupling of the Hybrid Additive and Subtractive Manufacturing Based on Finite Element Model. *J. Mech. Eng.* 2022, 58, 274–282. 3. Yang, Y.Y., Gong, Y.D., Qu, S.S. Experiment on the Macro-morphology and residual Stress of 316L by Hybrid Additive and Subtractive Manufacturing. *J. Northeast. Univ. (Nat. Sci.)* 2020, 41, 380–386.

ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ОБРОБКИ ЗОБРАЖЕНЬ ТА КОМП'ЮТЕРНОГО ЗОРУ ДЛЯ РОЗПІЗНАВАННІ ЖЕСТИВ

канд. фіз.-мат. наук, доц. О.П. Черних, магістр Г.В. Гряник, бакалавр Є.К. Бондаренко, НТУ "ХПІ", м. Харків

Одним із ключових аспектів у розпізнаванні жестів є застосування методів обробки зображень та комп'ютерного зору. Класифікація жестів зазвичай базується на навчальному класифікаторі, який може бути навчений на великій кількості даних, де для кожного жесту відомі його відповідні характеристики.

Процес розпізнавання жестів вимагає глибокого розуміння технологій та методів, таких як машинне навчання, обробка зображень, аналіз даних та комп'ютерна графіка.

Дослідження в цій області дозволяють розробити нові алгоритми та методи, а також вдосконалити існуючі підходи до розпізнавання жестів. Так, розпізнавання жестів з використанням бібліотеки OpenCV може мати наступну структуру:

- захоплення відео: алгоритм захоплення відеопотоку з камери або з вже записаного відео. За допомогою функцій OpenCV, таких як VideoCapture, можна отримати послідовні кадри з вхідного джерела;
- попередня обробка зображення: операції, як згладжування (наприклад, фільтр Гауса), порогоування, збільшення контрастності тощо;
- виявлення руки: методи сегментації, які дозволяють виділити область, що містить руку, на основі колірних або текстурних ознак;
- витягнення ознак: ознаки, які враховують положення долоні, контур пальців, відстань між пальцями тощо. Для цього можна використовувати методи обробки зображень, такі як виокремлення ключових точок або опис контуру за допомогою дескрипторів;
- класифікація жестів: за допомогою навчаної моделі машинного навчання, наприклад, класифікатора на основі методу опорних векторів (SVM) або нейронної мережі. Модель може бути навчена на попередньо підготовлених наборах даних, що містять зображення різних жестів;
- інтерпретація результатів: якщо розпізнаний жест відповідає вимкненню світла, може бути відправлений сигнал до підключеного пристрою для вимкнення освітлення.

Було виявлено, що деталізація конкретних кроків та використання певних алгоритмів можуть різнитися в залежності від конкретного дослідження або реалізації проекту.

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СКЛАДНОЇ ВІЙСЬКОВОЇ ТЕХНІКИ ПРИ ВИПРОБУВАННЯХ

д-р техн. наук, доц., г.н.с. В.М. Чуприна, Державний науково-дослідний інститут випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, м. Черкаси

Випробування спеціальної техніки, а саме озброєння і військової техніки (ОВТ), здійснюються для забезпечення силових структур держави якісною технікою. Вони займають важливе місце в життєвому циклі об'єкту та є невід'ємною складовою процесу виготовлення і модернізації ОВТ.

Випробуванню підлягають усі зразки нової та модернізованої техніки, яка приймається на постачання в Збройні Сили України. Вони повинні проводитись на системній основі [1].

Усі випробування поділяються на попередні, визначальні відомчі та державні.

Мета випробувань – визначення та оцінка відповідності бойових, технічних і експлуатаційних характеристик представлених зразків спецтехніки вимогам замовника.

Випробування технічних об'єктів можуть проводитись двома методами [2]:

1. Експериментальним методом - шляхом натурних випробувань об'єкту в певних умовах функціонування для його вивчення (тобто, активним спостереженням).

2. Моделюванням об'єкту – шляхом складання моделі, як аналога об'єкта, та її всебічного вивчення.

На тепер все більше уваги приділяється моделюванню. В процесі розробки та випробувань використовуються різні види моделювання: математичне, імітаційне, статистичне. Для здійснення моделювання ОВТ використовуються як спеціальні, так і розповсюджені математичні пакети програм (MathCAD, MatLab, Maple і інші) та інженерні пакети САПР (ANSYS, SolidWorks і інші). Зазвичай результати моделювання підтверджуються експериментально (бо критерієм істини завжди є практика). При цьому усі моделі максимально уточнюються, що є запорукою підвищення їх адекватності.

Математичне та імітаційне моделювання об'єктів є важливою складовою розробки ОВТ, яке суттєво розширює можливості проектування, виробництва і випробування нової техніки, створеної на основі сучасних технологій. Основні переваги використання моделювання наступні: перенесення реальних випробувань у віртуальне середовище; розширення спектру параметрів випробувань; імітація різноманітних впливів на об'єкт;

скорочення термінів випробувань; зменшення загальних витрат на випробування.

В Державному науково-дослідному інституті випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки (ДНДІ ВС ОВТ) математичне та імітаційне моделювання широко застосовується при випробуваннях авіаційної, сухопутної і іншої військової техніки [3 – 5].

Загалом математичне та імітаційне моделювання складних технічних об'єктів забезпечує значне підвищення ефективності розробки і випробування сучасних ОВТ.

Список літератури: 1. Основи системотехніки: навчальний посібник / Є. Ю. Сахно і ін. – Чернігів: НУ "Чернігівська політехніка", 2022. – 280 с. 2. *Dmytriiev V.A., Chupryna V.M., Chimbanga E.K.* Modern Methods of Modelling in Testing and Certification of Special Technique. / Математичне та імітаційне моделювання систем. МОДС 2018. Тези доповідей Тринадцятої міжнародної науково-практичної конференції. – Чернігів: ЧНТУ, 2018. – С. 376-378. 3. *Sergіienko A.I., Чуприна В.М., Холодний Р.В.* Моделювання міцності ферми ракетно-бомбардувальної установки вертольоту Ми-8МСБ-В у процесі випробувань / Зб. наук. праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки. – ДНДІ ВС ОВТ, Вип.1(3), 2020 – с.112-120. 4. *Чуприна В.М., Башиньський В.Г.* Моделювання міцності капсули спеціалізованого броньованого автомобіля "Новатор" при випробуваннях / Зб. наук. праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки, № 5, 2020. – С. 105-113. 5. *Chupryna V.M., Dmytriiev V.A.* Modeling the strength of the rear suspension of the specialized armored vehicle "Novator" / Зб. наук. праць Державного науково-дослідного інституту випробувань і сертифікації озброєння та військової техніки / ДНДІ ВС ОВТ. – Чернігів: Євенок О.О., 2022. – Вип. № 1 (11). – С. 4-12.

ПЕРСПЕКТИВИ ВИКОРИСТАННЯ АВТОНОМНИХ ВАНТАЖНИХ ТРАНСПОРТНИХ ЗАСОБІВ В ГІРНИЧО- ВИДОБУВНІЙ ПРОМИСЛОВОСТІ В УМОВАХ ЦИФРОВІЗАЦІЇ ТА АВТОМАТИЗАЦІЇ

*Ю.М. Якимов, факультет цифрових технологій та автоматизації
виробництва ТОВ "Технічний університет "МЕТІНВЕСТ
ПОЛІТЕХНІКА", м. Запоріжжя*

Незважаючи на консерватизм галузі гірничо-видобувної промисловості, ключовими факторами її майбутнього розвитку безумовно є цифровізація та автоматизація базових виробничих процесів, зокрема видобуток на більшій глибині. Вдосконалення цього процесу призводить до появи гібридних гірничих операцій, коли частина видобутку здійснюється відкритим способом, а частина – підземним. Автоматизація процесу видобутку на більшій глибині може бути реалізована, наприклад, через розробку автономних вантажних транспортних засобів.

Слід зазначити, що гірничодобувні компанії вже активно використовують автономні машини (див. наприклад [1]) для видобутку корисних копалин, при цьому з розвитком штучного інтелекту з'явилися нові перспективи вдосконалення цих систем.

Шляхом вбудовування інтелекту в гірничі машини, ці автономні пристрої отримують вищу ефективність, можливості самокорекції, покращення функції безпеки та забезпечення кращого зв'язку (зв'язності) між різними елементами системи. Особливо в періоди дефіциту кваліфікованої праці така технологія допоможе усунути персонал від важкої праці, шкідливих умов та уникнути травмування на робочому місці і дати змогу зосередитися на спостереженні за системою в цілому.

Однак сучасні виклики, пов'язані з автономним керуванням транспортними засобами в гірничо-видобувному комплексі, належать до складних проблем, які потребують вдумливого вирішення для успішної реалізації цієї технології. Серед них можна виділити наступні аспекти:

1. Розробка автономного керування вимагає високоефективної обробки та інтеграції великого обсягу даних з сенсорів, камер, LiDAR-систем тощо. Важливо розробити алгоритми, які забезпечать точні та надійні дані для прийняття рішень.

2. Для успішної навігації транспортних засобів в гірничих умовах потрібно створити точні тривимірні моделі гірничого середовища. Оскільки умови роботи в гірничому комплексі можуть змінюватися, це створює виклик щодо створення надійних моделей.

3. Розробка ефективних алгоритмів планування маршруту та прийняття рішень для автономних транспортних засобів є ключовим завданням. Умови

гірничого комплексу додають складності врахування безпеки та ефективності.

4. Автономні транспортні засоби повинні ефективно взаємодіяти з іншими об'єктами, такими як інші транспортні засоби, обладнання та робітники.

5. Автономне керування повинно гарантувати безпеку робітників та обладнання. Розробка надійних систем уникнення аварій, детекції небезпек та відновлення від непередбачуваних ситуацій є критичним.

6. Здатність транспортних засобів працювати автономно від інших систем та управління є ключовою. Надійні алгоритми автономності допомагають забезпечити неперервну роботу в умовах гірничого середовища.

Вирішення цих викликів вимагає глибокого дослідження та розробки новаторських підходів для успішної інтеграції автономного керування транспортними засобами в гірничо-видобувному комплексі.

На підставі минулих робіт з автоматизації гірничих операцій, зокрема проекту з розвідки та картографування місцевості [2] в якості напрямів майбутнього дослідження можуть бути обрані основні три:

– розробка конфігурації транспортного засобу, що дозволяє йому працювати в автономному режимі, визначення архітектури програмного забезпечення;

– розробка високорівневого керуючого елементу для транспортних засобів, координаційне планування для ситуацій, коли працює декілька транспортних засобів одночасно;

– поєднання семантичного 3D-картування з підходом довготривалого картографування для постійного моніторингу оточуючого середовища та оновлення інформації про нього в системі.

Список літератури: 1. Petty, J. (2017). Getting the best out of autonomous mining fleets. AusIMM Bulletin, (Dec 2017). – pp. 58-62. 2. Ferrein, A., Schöll, I., Neumann, T., Krückel, K., and Schiffer, S. (2019). A System for Continuous Underground Site Mapping and Exploration. In Reyhanoglu, M. and Cubber, G. D., editors, Unmanned Robotic Systems and Applications, chapter 4. IntechOpen, Rijeka

ПРОЕКТУВАННЯ ОРИГІНАЛЬНИХ ВУЗЛІВ МОДУЛЬНИХ ПОРТАТИВНИХ ВЕРСТАТІВ

*канд. техн. наук, доц. І.Е. Яковенко, д-р техн. наук, проф.
О.А. Пермяков, магістр Д.М. Чебордак, НТУ "ХПІ", м. Харків*

В теперішній час все більше і більше уваги приділяється виробництву портативних металорізальних верстатів, які дозволяють значно скоротити трудомісткість процесу ремонту та модернізації обладнання на місці його експлуатації, скоротити витрати на логістику та підвищити точність виконуваних операцій. Так, обсяг продажів портативних верстатів різних типів у 2020 році становив понад 23 млрд. дол., а до 2030 року очікується підвищення практично у 2 рази (близько 43 млрд. дол.) [1].

Як показали дослідження в цій галузі, найбільш ефективним варіантом компоновальних рішень при створенні такого обладнання є модульне (агрегатне) компоновання [2], оскільки модульний принцип компоновання дозволяє з одного боку, найбільш точно забезпечити вимоги під час вирішення конкретного технологічного завдання, а з іншого, продовжити життєвий цикл елементів системи за рахунок можливості багаторазового використання вузлів та агрегатів. Таким чином, у процесі проектування обладнання за принципом модульного компоновання, враховується концепція як життєвого циклу об'єктів обробки, так і можливість переналагодження (перекомпоновання) обладнання для обробки аналогічних об'єктів або можливого повторного використання нормалізованих вузлів та агрегатів, що вносить у класичний процес проектування металорізального обладнання деякі додаткові етапи.

При такому підході у процесі проектування спочатку вибирається компоновальне рішення залежно від технологічної операції, яка потребує виконання (кінематичної схеми формоутворення). Надалі технологічна інформація та обраний варіант компоновання верстата дозволяють організувати вибір моделі силового агрегату (нового, або який використовується вдруге), уніфікованих механізмів перетворення рухів (при необхідності, в залежності від компоновального рішення) та деяких інших уніфікованих елементів конструкції портативного верстата [3].

При такому підході оригінальними елементами конструкції верстата є система базування, яка служить одночасно і несучою системою портативного верстата, а також безпосередньо шпиндельна група, яка забезпечує остаточний технологічний вплив на деталь у процесі обробки.

Сучасні CAD/CAM системи дозволяють створювати параметричні 3D-моделі вузлів та окремих деталей оригінальних вузлів та елементів портативного верстата. Авторами проведено аналіз технологічних характеристик та конструкцій портативних верстатів, які вже експлуатуються, що дозволило виділити найпоширеніші варіанти

конструкцій оригінальних вузлів. Аналіз цих конструкцій дозволив здійснити розробку елементів у вигляді параметричних 3D-моделей окремих деталей та складальних вузлів для деяких компонувальних рішень портативних верстатів. Розробка таких моделей заснована, з одного боку, на аналізі функціонального призначення вузла або деталі, а з іншого, з урахуванням параметрів процесу обробки, які визначають статичні та динамічні деформації вузла або деталі, що розглядається. Це дозволяє частково замінити принцип жорсткої уніфікації елементів оригінальних вузлів, параметричним 3D-моделюванням. Створені параметричні моделі лягли в основу бази даних оригінальних елементів, для яких паралельно було розроблено керуючі програми для верстатів з ЧПК.

Такий підхід до проектування оригінальних вузлів та деталей портативних верстатів, спільно з автоматизованим вибором агрегатних модулів, дозволяє значно скоротити терміни проектування та виробництва верстатів в порівнянні з традиційною методикою проектування.

Запропонована методика може застосовуватися в процесі розробки систем автоматизованого проектування портативних верстатів на машинобудівних підприємствах.

Список літератури: 1. *Яковенко І.Е.* Забезпечення точності при обробці об'єктів важкого машинобудування портативними станками / *І.Е. Яковенко, О.А. Пермяков, Є.В. Басова, О.В. Котляр, О.В. Руденко* // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Машинознавство та САПР / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків: НТУ "ХПІ", 2023. – № 1. – С. 160 -166. 2. *Яковенко І.* Prospects for the Development of Process Equipmen tin Aggregate-Modular Design for Sustainable Mechanica lEngineering / *І. Yakovenko , A. Permyakov, S. Dobrotvorskiy , Yev. Basova , A. Kotliar , A. Zinchenko* // International Journal of Mechatronics and Applied Mechanics, 2023, Issue 13, p. 145-156. 3. *Яковенко І.Е.* Автоматизація вибору силових агрегатів при синтезі компоновок портативних верстатів / *І.Е. Яковенко, Є.В. Басова, О.М. Бредиха* // Матеріали ІХ Всеукраїнської науково-технічної конференції, Суми: СумДУ, 2022. – С. 53-54.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

<i>Гасанов М.І., Заковоротний О.Ю., Шелковий О.М., Ключко О.О., Пермяков Є.О.</i> Технологічні аспекти автоматизованого виробництва в системі проектування керуючих процесів в машинобудуванні	3
<i>Gamzaev Kh.M., Gasimov G.G., Jafarova E.Sh.</i> The problem of identifying the coefficient in the diffusion model of hydrodynamic flow in a chemical reactor	5
<i>Заневський І.П., Заневська Л.Г.</i> Внутрішня балістика системи стріла-лук у поперечній площині	8
<i>Вавіленкова А.І.</i> Використання WIRESHARK для відслідковування атак ARP-SPOOFING	9
<i>Качанов П.О., Крилова В.А., Мірошник А.Н., Банул В.В.</i> Мікроконтролерний детектор наявності пилу у повітрі.....	10
<i>Кривуля Г.Ф., Токарєв В.В., Деев С.Д.</i> Фрагментація сенсорних мереж з використанням якірних вузлів	12
<i>Korzhov Igor, Mygushchenko Kateryna</i> Software development of a virtual device for controlling the condition of industrial UNITS nodes	14
<i>Мохор В.В., Бакалинський О.О., Дорогий Я.Ю., Цуркан В.В.</i> Життєвий цикл систем управління інформаційною безпекою	16
<i>Серков О.А., Дженюк Н.В., Лазуренко Б.О.</i> Методологія підвищення ефективності систем електронної комунікації	17
<i>Дмитрієва О.А., Гуськова В.Г.</i> Генерування операторів переходу для однокрокових різницевих апроксимацій	20
<i>Трубчанінова К.А.</i> Метод формування топології мобільної безпроводної мережі електронної комунікації	21
<i>Шелковий О.М., Летюк В.М., Феденюк Д.В.</i> Застосування імітаційного 3D моделювання при розробці проекту модернізації механоскладального виробництва парових турбін на державному підприємстві "ТУРБОАТОМ"	22
<i>Пермяков О.А., Яковенко І.Е., Пермяков О.О., Józkwicz Przemysław</i> Моделювання та реверсивний інжиніринг	24

<i>Гавриленко С.Ю., Челак В.В.</i> Методи та засоби захисту інформації в комп'ютерних системах та мережах	26
---	----

СЕКЦІЙНІ ДОПОВІДІ

<i>Ananieva O.M., Babaiev M.M., Davydenko M.H., Blyndiuk V.S.</i> Mathematical model of the combination of information signals and multicomponent interference at the input of track devices of tone rail circuits	28
<i>Ananieva O.M., Babaiev M.M., Davydenko M.H., Panchenko V.V.</i> Modeling the process of high-frequency signal propagation in dc traction motor power circuits	29
<i>Анциферова О.О., Степанова І.І., Санін В.М., Хорошайло В.В., Антоненко Я.С.</i> Процеси формоутворення поверхневого шару в процесі імпульсного зубошліфування	30
<i>Воронець В.М., Воронець О.М.</i> Модель забезпечення QoS у безпроводній мережі електронної комунікації	31
<i>Гавриленко С.Ю., Гейко М.В.</i> Діагностування стану тягового електроприводу з асинхронними двигунами	32
<i>Гавриленко С.Ю., Горносталь О.А.</i> Метод підвищення якості ансамблевого класифікатору за рахунок диверсифікації базових	33
<i>Гавриленко С.Ю., Зозуля В.Д., Омельченко В.В.</i> Діагностування стану тягового електроприводу з асинхронними двигунами	35
<i>Гавриленко С.Ю., Кісь А.А.</i> Аналіз методів виявлень вторгнень у комп'ютерні мережі	36
<i>Гавриленко С.Ю., Полторацький В.О.</i> Дослідження ефективності використання моделей глибоких нейронних мереж для виявлення втручання в комп'ютерні мережі	38
<i>Гамзасєв Р.О.</i> Знання-орієнтована інформаційна технологія забезпечення мінливості процесів і компонентів у життєвому циклі кіберфізичних систем	39
<i>Герасимов С.В., Сорока В.В.</i> Модель оцінювання надійності систем енергозабезпечення телекомунікаційних мереж	40
<i>Главчев Д.М., Попелло М.С.</i> Дослідження проблем перенесення існуючих додатків та сервісів на нову версію AOSP	41

<i>Григоренко І.В., Григоренко С.М., Андренко Д.О.</i> Розроблення моделі інформаційно-вимірювальної системи контролю технології виробництва крабових паличок	44
<i>Григоренко І.В., Ольховіков Д.С.</i> Моделювання вибору параметрів контролю технічних систем методом агрегування	45
<i>Григоренко І.В., Кондрашов С.І., Опришкін О.С.</i> Математичне моделювання процесів впливу на однорідність помелу зерна кави	46
<i>Huseynova M.A., Jalalli E.</i> About one model of biological soil purification from oil pollution	47
<i>Давиденко А.М., Гільгурт С.Я.</i> Принципи побудови програмно-технічних комплексів видобутку сухого бішофіту	48
<i>Дмитрієнко В.Д., Заковоротний О.Ю., Леонов С.Ю., Мезенцев М.В.</i> Міри схожості та відстані для зіставлення бінарних об'єктів	49
<i>Дмитрієнко В.Д., Леонов С.Ю., Мезенцев М.В.</i> Комп'ютерні компоненти для розпізнавання та оцінки близькості двійкових об'єктів з бінарним кодуванням інформації	51
<i>Заповольський М.Й., Шатілло В.В., Омеляненко Т.Л.</i> Визначення спеціалізованих програмних процесорів та їх застосування у фінансовому плануванні роботи підприємства	52
<i>Заповольський М.Й., Мезенцев М.В.</i> Оптимізаційна модель тягового асинхронного електроприводу та її дослідження	54
<i>Камчатна-Степанова К.В., Пермяков Є.О., Шаповалов М.В., Іванченко В.В.</i> Експериментальне дослідження якості обробки зубів загартованих шевронних коліс черв'ячними збірними фрезами	56
<i>Катунін А.М., Коломійцев О.В.</i> Оптимізація задач зниження пожежної небезпеки кабельної продукції	57
<i>Качанов П.О., Мірошник А.Н., Деменкова С.Д., Салфетникова Ю.М., Кузель С.І.</i> Автоматизована система регулювання рівня природного освітлення у приміщенні	58
<i>Качанов П.О., Мірошник А.Н., Пахомов Ю.В., Риков В.А.</i> Графічний інтерфейс керування периферією плати ARDUINO	60
<i>Клименко С.А., Манохін А.С., Камчатна-Степанова К.В.</i> Моделювання стружкоутворення при обробці загартованої сталі інструментом з PсBN	62

Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Станкова М.В., Заковоротний О.Ю., Станков Д.М. Дослідження впливу застосування мехатронних модулів на точність та продуктивність нових верстатів	63
Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Клименко Г.П., Мироненко О.Є., Заковоротний О.Ю., Клочко О.О., Орлова Т.О., Станков Д.М. Нанотехнології підвищення довговічності циліндричних фланкованих зубчастих коліс на основі ефекту виборчого переносу	64
Коломійцев О.В., Г.В. Гейко, В.О. Комаров, Кулешов О.В., Клівець С.І. Застосування інформаційних технологій для діагностики і прогнозування технічного стану літальних апаратів	66
Коломійцев О.В., Рибальченко А.О., Любченко О.В., Рудаков І.С., Третяк В.Ф. Особливості оптимізації продуктивності OLTP-систем	67
Krylova V.A., Goncharov S.V. Synthesis methods of unified algorithms for information protection in digital networks	68
Леонов С.Ю., Туртишний Д.А. Ключові аспекти тестування продуктивності	69
Матошин О.В., Вислоух С.П. Автоматизоване керування процесом оброблення композиційних матеріалів	70
Мироненко Є.В., Набока О.В., Фадеев В.А. Сучасні застосування твердосплавних пластин з покриттям при попередній токарній обробці валків	71
Мірошник М.А., Волинський В.В. Створення моделі для проведення наукових праць і дослідів за допомогою спеціальних додатків технології інтернету речей	73
Мірошник М.А., Толстолузький Є.Д. Модель мережевого планування із застосуванням методів мультипаралельної обробки інформації	75
Мнушка О.В., Савченко В.М. Символьні обчислення в інженерній практиці	77
Нікітіна Л.О., Дженюк Н.В. Доповнена реальність у телекомунікаціях	78

<i>Ольховіков С.В., Швидков С.М.</i> Модель узгодження результатів вимірювання параметрів іноземних зразків техніки	81
<i>Orlova T.O., Dyakova L.M., Antsiferova O.O.</i> Tools for implementing neural networks in solving data analysis problems	82
<i>Pavlenko V.D., Shamanina T.V., Chori V.V.</i> Application of nonlinear dynamic models in diagnostic studies in neurosciences	84
<i>Панченко С.В., Сотник В.О., Бунчуков О.А.</i> Розробка мікропроцесорної системи тональних рейкових кіл	85
<i>Пасечник В.А., Охрименко О.А., Гасанов М.І., Заковоротний О.Ю., Клочко О.О., Федоренко В.С.</i> Ефективний метод підвищення зносостійкості зубчастих коліс у слідстві рівномірного розподілу локалізованого навантаження	86
<i>Пермяков О.А., Старченко О.П., Станков Д.М., Дідух І.І., Клочко Л.В.</i> Моделювання управління технологічною підготовкою та економічним аналізом виробництва крупногабаритних ЕШЗ	89
<i>Персіков М.А., Лемешко В.О., Хіхло В.Ю.</i> Аналіз засобів підвищення надійності, експлуатаційної відновлюваності та доступності інфокомунікаційних мереж	90
<i>Петров Д.М., Черних О.П., Заковоротний О.Ю.</i> Інтелектуальні методи та програмні компоненти розпізнавання обличчя людини для сучасних систем відеоспостереження	91
<i>Пірогов Д.О., Воронцов Б.С.</i> Проблеми та їх вирішення при обробленні титанових заготовок отриманих за технологією XBEAM 3D METAL PRINTING	92
<i>Поворознюк А.І., Кубарєв А.І.</i> Використання фрактального аналізу для дослідження та класифікації мамограм	93
<i>Поворознюк А.І., Кубарєв А.І.</i> Проблеми візуалізації медичних зображень	94
<i>Поворознюк А.І., Філатова Г.Є., Філатов В.В.</i> Розробка методу швидкого пошуку схожих цифрових зображень	95
<i>Savchenko V., Mnushka O.</i> Integrating secure coding practices and risk assessment in modern software development	96
<i>Severyn V.P., Usyk A.Y.</i> Possibilities of application of artificial intelligence technology in forecasting nuclear power systems	97

<i>Скородєлов В.В., Гейко Г.В., Скородєлов С.М.</i> Аналіз та розробка засобів передачі даних між пристроями інтернету речей	99
<i>Соколов А.А., Аврунін О.Г.</i> Перспективи використання фреймворку arcore при розробці системи-помічника для незрячих людей	100
<i>Shevchenko S.S.</i> Creation of interactive automated educational and training systems	102
<i>Тарановський А.О.</i> Тенденції підвищення доступності технологій штучного інтелекту для сфери контролю знань	105
<i>Токар Л.О., Ворончихін О.А., Муха Р.В.</i> Шляхи вирішення проблем мобільності у мережах HETEROGENIC NETWORKS	107
<i>Токар Л.О., Котолупенко Б.О.</i> Оцінка механізму енергозбереження базових станцій мережі LONG-TERM evolution на основі концепції SELF-ORGANIZING NETWORKS	108
<i>Філімонова Т.О.</i> Розробка автоенкодера на основі KERAS	110
<i>Узрин Д.І., Ушенко Ю.О., Галочкін О.В.</i> Модель інтелектуальної геоінформаційної системи міграції населення	112
<i>Shipulina Y.S., Hlavchev D.M.</i> Comparison of capabilities of chatgpt and bard ai systems for perform marketing researches	114
<i>Цибуленко В.О., Воронцов Б.С.</i> Розробка та оптимізація процесу адитивно-субтрактивного гібридного виробництва для металевих заготовок	115
<i>Черних О.П., Гряник Г.В., Бондаренко Є.К.</i> Дослідження методів обробки зображень та комп'ютерного зору для розпізнаванні жестів ..	116
<i>Чуприна В.М.</i> Математичне моделювання складної військової техніки при випробуваннях	117
<i>Якимов Ю.М.</i> Перспективи використання автономних вантажних транспортних засобів в гірничо-видобувній промисловості в умовах цифровізації та автоматизації	119
<i>Яковенко І.Е., Пермяков О.А., Чебордак Д.М.</i> Проектування оригінальних вузлів модульних портативних верстатів	121

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ТЕЗИ ДВАДЦЯТЬ ТРЕТЬОЇ МІЖНАРОДНОЇ
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ
"ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ"
(ПІМ-2023)**

Відповідальний за випуск д.т.н. О.Ю. Заковортний

Науковий редактор д.т.н. Дмитрієнко В.Д.
Технічний редактор д.т.н. Леонов С.Ю.

Підп. до друку 25.08.2023 р. Формат 60x84 1/16. Папір Сору Рарег.
Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 5,30.
Облік. вид. арк. 5,0. Наклад 120 прим.
Ціна договірна

НТУ "ХПІ", 61002, Харків, вул. Кіричова, 2

Видавничий центр НТУ "ХПІ"
Свідоцтво ДК № 116 від 10.07.2000 р.

Виготовлено у ТОВ ВПП "Контраст".
Україна, 61166, м. Харків, пр. Науки, 40, оф. 221.
Св-во: ДК №1778 від 05.05.2004