

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
МІНІСТЕРСТВО ВИЩОЇ І СЕРЕДНЬОЇ СПЕЦІАЛЬНОЇ ОСВІТИ  
РЕСПУБЛІКИ УЗБЕКІСТАН  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ РЕСПУБЛІКИ КАЗАХСТАН  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ АЗЕРБАЙДЖАНСЬКОЇ РЕСПУБЛІКИ  
МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ, НАУКИ, КУЛЬТУРИ  
ТА СПОРТУ ГРУЗІЇ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"**

---

**ПРОБЛЕМИ  
ІНФОРМАТИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ  
(ПІМ-2021)**

**ТЕЗИ ДВАДЦЯТЬ ПЕРШОЇ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
(09 – 14 вересня 2021 року)**

Харків – Одеса

2021

УДК 004.9

Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2021). Тези двадцять першої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2021. – 78 с., українською, російською та англійською мовами.

#### **ОРГАНІЗАТОРИ КОНФЕРЕНЦІЇ:**

- Міністерство освіти і науки України;
- Національна Академія наук України;
- Національний технічний університет "ХПІ", Харків;
- Інститут проблем моделювання в енергетиці імені Г.Є. Пухова НАНУ, Київ;
- Донбаська державна машинобудівна академія, Краматорськ;
- Ташкентський інститут інженерів іригації і механізації сільського господарства, Ташкент, Узбекистан;
- Інститут проблем інформатики та управління, Алмати, Казахстан;
- Азербайджанський державний університет нафти і промисловості, Баку, Азербайджан;

## ПЛЕНАРНІ ДОПОВІДІ

### CONTROL OF THE STATE AT INDUSTRIAL FACILITIES

*Dr. Tech. Sciences, Prof. R.P. Mygushchenko, Dr. Tech. Sciences, Ass. Prof. O.Yu. Kropachek, T.S. Karpova, NTU "KhPI", Kharkiv*

Modern means for monitoring the nodes state of complex technological units with the help of disassembled technologies comprise a wide class of objects. The main disadvantage of such equipment is either a wide range of possible control or diagnostic procedures (accompanied by low accuracy), or exorbitant price.

The authors worked on the development of hardware, algorithmic and software to determine the suitability for operation of the fuel system of diesel units (DU) [1, 2]. The control algorithm is based on monitoring the vibrations of the walls of the tubes inside high pressure fuel pump DU with the subsequent conversion of the time implementation into frequency through a continuous wavelet transform. The main disadvantage of such control is the large amount of calculations due to which only monitoring in batch mode is possible. Carrying out control and diagnostic procedures using discrete wavelet transform will allow implementing the corresponding procedures in real time.

Currently implemented: 1. Received time realizations from the vibration measuring channel (sensor AP18), which correspond to the serviceable and faulty condition of the DU fuel system. 2. The rationing of time realizations by signal amplitude is carried out. 3. Discrete wavelet transform of time signal by different parent wavelets is performed. 4. The correlation of frequency signals received by different parent wavelets is determined.

Now the plan for researching frequency signals based on variance and covariance statistical analyzes has been formed. To do this, it is planned to implement: 1. Finding and analyzing the Fisher's statistics ( $F_0, F_1, F_2, F_3$ ) with different numbers of series for frequency dependences that correspond to the good and bad state of the DU fuel system. 2. Finding the statistical distance  $d$  between good and bad states of the fuel system DU for  $F_0$ -statistics. 3. Finding the optimal number  $N$  pairwise statistical distances  $d$ .

**References:** 1. *Mygushchenko R.P.* Methods and devices for systems of multiparameter functional diagnostics of vibration objects (theoretical bases and implementation): dis. Dr. tech. Sciences: 05.11.13 / *Mygushchenko Ruslan Pavlovych.* - Kharkiv, 2014. - 475 p. 2. *Kropachek O.Yu.* Theoretical foundations of analysis and synthesis of computerized information and measurement systems for diagnosing dynamic non-stationary objects: dis. PhD in Technical Sciences: 05.13.05 / *Kropachek Olga Yuriyivna.* - Kharkiv, 2018. - 421 p.

## РЕАЛІЗАЦІЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ AGILE TESTING В MICROSOFT TEST MANAGER

*д-р техн. наук, доц., професор кафедри КСУ А.І. Вавіленкова,  
Національний авіаційний університет, Київ*

Активне використання гнучких методологій розробки програмного забезпечення передбачає дослідження особливостей виконання кожного з етапів життєвого циклу. Так, тестування, згідно з гнучкою методологією Agile, може розпочинатися на початку проекту та постійно інтегруватися у всі етапи розробки програмного забезпечення. Тобто тестування є неперервним процесом, а не окремою фазою, та тісно пов'язане з такими фазами розробки, як проєктування, кодування та генерація тестових наборів [1]. Одним із інструментів, що дає можливість реалізувати основні аспекти Agile Testing є Microsoft Test Manager (рис. 1).

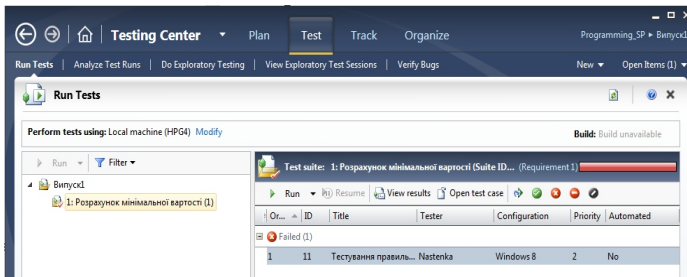


Рис. 1. Інструмент тестування Microsoft Test Manager

Життєвий цикл Agile Testing розпочинається з участі тестерів у створенні користувацьких історій, що базується на очікуваній поведінці продукту, який розробляється, та передбачає створення тестових випадків Test Cases. Далі здійснюється планування спринтів на основі користувацьких історій та дефектів, що реалізується за допомогою підв'язування до задач проекту. Наступним кроком життєвого циклу тестування є неперервне тестування під час виконання спринту з безпосереднім застосуванням засобів Microsoft Test Manager. Після завершення спринту [2] відбувається регресійне тестування, оформлюється звіт про результати тестування. Тобто тестування є ітераційний процес та базується на спринтах.

**Список літератури: 1.** Вавіленкова А.І. Роль тестування програмного продукту для командної розробки. *Вісник Національного технічного університету "Харківський політехнічний університет"*. Харків, 2021. - № 2 (8). - С. 56-61. **2.** Satherland D. *Scrum. The Art of Doing Twice the Work in Half the Time*. Random House, 2015. - 256 p.

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ВЛАСТИВОСТЕЙ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Ковальов, д-р техн. наук, проф. Я.В. Васильченко, канд. техн. наук, доц. Шаповалов М.В., канд. техн. наук, доц. В.В. Хорошайло, ДДМА, м. Краматорськ, д-р техн. наук, проф. Б.С. Воронцов, НТУУ "КПІ" ім. І. Сикорського, м. Київ*

Критеріями формування структур поверхневого шару зубчастих коліс є параметри, що забезпечують задані експлуатаційні властивості зубчастих передач. Одним з таких параметрів є коефіцієнт тертя, який визначає здатність поверхневих шарів циліндричних загартованих крупномодульних зубчастих коліс до взаємного опору при дії контактних навантажень. Коефіцієнт тертя впливає на ККД передачі, надійність, довговічність роботи і міцність зубчастих пар. Коефіцієнт тертя, згідно молекулярно-механічної теорії тертя, визначається як сума молекулярної і механічної складових [1]:

$$f = \frac{\tau_0}{p_r} + \beta + 0,4 \cdot a_r \cdot \sqrt{\frac{h}{\rho}}, \quad (1)$$

де  $\tau_0$  – питома зсувна міцність молекулярних зв'язків;  $p_r$  – середній контактний тиск;  $\beta$  – коефіцієнт зміцнення молекулярних зв'язків під дією стискаючих напруг;  $a_r$  – коефіцієнт гістерезисних втрат при ковзанні [1];  $h$  – глибина взаємного упровадження мікронерівностей контактуючих деталей;  $\rho$  – радіус заокруглення вершин мікронерівностей. У викладеній вище теорії контактної взаємодії було показано, що тиск на фактичних площадках контакту визначається фізико-механічними властивостями поверхневого шару більш пластичного матеріалу:

$$p_r = c \cdot k_1' \sigma_T. \quad (2)$$

Питома зсувна міцність молекулярних зв'язків у відповідності з працями [1] також визначається фізико-механічними станом поверхневого шару контактуючих зубчастих коліс:

$$\tau_0 = \frac{U_a}{jN_a} - \frac{kT}{j} \ln \frac{\varepsilon_0}{\varepsilon}, \quad (3)$$

де  $U_a$  – енергія активації ( $T_{nl} = 226$  °С – при крихкому розриві;  $T_{nl} = 166$  °С – при пластичному відтискуванні);  $j$  – активаційний об'єм ( $10^{-27}$  м<sup>3</sup>);  $\varepsilon_0 = 10^{12}$ – $10^{13}$  – для всіх металів;  $\varepsilon$  – швидкість деформації ( $10^{-4}$ – $10^{-6}$  с<sup>-1</sup>);  $N_A$  – число Авогадро ( $6,02 \cdot 10^{23}$  моль<sup>-1</sup>);  $k$  – стала Больцмана ( $1,38 \cdot 10^{-23}$ );  $T$  і  $T_{nl}$  – температура в зоні контакту і температура плавлення.

Глибина взаємного упровадження мікронерівностей в період прироблення визначається загальними контактними деформаціями сталі з

більш пластичного матеріалу. У період нормального (сталого) зносу величина упровадження визначається пружними контактними деформаціями.

Таким чином, підставляючи (2) в (3), отримаємо рівняння коефіцієнта тертя для умов прироблення

$$f = \frac{\tau_0}{c \cdot k_1' \sigma_T} + \beta + \frac{4a_r R_a^{\frac{2}{3}}}{S_m t_m} \cdot \sqrt[3]{\frac{60\pi \left( \frac{2\pi p W_z H_{\max}}{k_1' \sigma_T} \right)^{\frac{1}{3}} \cdot \left( 1 + \frac{2\pi p k_1' \sigma_T (1 - \mu^2)}{R_a E} \right)}{t_m}} + \beta + \frac{48\pi (k_1' \sigma_T)^{\frac{1}{3}}}{t_m}; \quad (4)$$

при нормальному зношенні

$$f = \frac{\tau_0}{c \cdot k_1' \sigma_T} \cdot \sqrt[3]{\frac{30(1 - \mu^2)(2\pi p R_a W_z k H_{\max})^{\frac{1}{3}}}{E \cdot S_m \cdot t_m}}. \quad (5)$$

Для умов сухого тертя (4) і (5) не викликають сумнівів, так як вони базуються на молекулярно–механічній теорії тертя І.В. Крагельського, яка показала свою життєздатність [1]. Зменшення шорсткості у всьому діапазоні зміни швидкості ковзання і навантаження призводить до зниження коефіцієнта тертя.

Велике значення при терті ковзання має вигляд тертя: рідинне, граничне і схоплювання.

Процес тертя в значній мірі визначає зносостійкість контактуючих циліндричних зубчастих коліс. Зносостійкість характеризується здатністю поверхневих шарів циліндричних зубчастих коліс чинити опір руйнуванню при терті ковзання, терті кочення, а також при мікропереміщеннях, обумовлених впливом вібрацій (фреттинг–процес).

Знос циліндричних зубчастих коліс призводить до втрати точності, зниження коефіцієнта корисної дії, зниження міцності, збільшення динамічних навантажень, збільшення шуму зубчастих передач, які є наслідком збільшення зазорів. Знос є причиною виходу з ладу переважної більшості циліндричних зубчастих коліс.

**Список літератури:** 1. Kovalev Viktor D, Vasilchenko Yana V., Klochko Alexander A., Gasanov Magomedemin I. Technology of restoration of large gear boxes. Dašić, P. (editor): Modern trends in metalworking, Vol. 1: Vrnjačka Banja: SaTCIP Publisher Ltd., 2018. – P. 43-63. ISBN 978-86-6075-065-7.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОГО ТЕЧЕНИЯ ВЯЗКОУПРУГОЙ ЖИДКОСТИ В ТРУБЕ

*д-р техн. наук, проф. Х.М. Гамзаев, н.с. Э. Джафарова, АГУНП,  
г. Баку*

Рассматривается процесс нестационарного течения несжимаемой вязкоупругой жидкости в цилиндрической трубе постоянного сечения. Для описания реологических свойств вязкоупругой жидкости используется модель Кельвина-Фойгта [1,2]

$$\sigma(r,t) = \mu \frac{\partial u(r,t)}{\partial r} + E \int_0^t \frac{\partial u(r,\tau)}{\partial r} d\tau$$

и математическая модель данного процесса представляется в виде следующего интегро-дифференциального уравнения в частных производных

$$\frac{\partial u(r,t)}{\partial t} = \frac{\mu}{r\rho} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \frac{\partial u(r,t)}{\partial r} \right) + \frac{E}{r\rho} \frac{\partial}{\partial r} \left( r \int_0^t \frac{\partial u(r,\tau)}{\partial r} d\tau \right) + \frac{\Delta P(t)}{l\rho}, \quad (1)$$

$$u|_{t=0} = 0, \quad (2)$$

$$\frac{\partial u(0,t)}{\partial r} = 0, \quad (3)$$

$$u(R,t) = 0. \quad (4)$$

Задача заключается в определении распределения скорости течения вязкоупругой жидкости  $u(r,t)$  по сечению трубы, а также объемный расход жидкости по трубе  $q(t)$

$$q(t) = \int_0^R 2\pi r u(r,t) dr. \quad (5)$$

При этом закон изменения перепада давления  $\Delta P(t)$  по длине трубы считается заданным. Для решения задачи (1) – (5) используется вычислительный алгоритм, предложенный в [3].

**Список литературы:** 1. *Астарита Дж., Марруччи Дж.* Основы гидромеханики неньютоновских жидкостей / Дж. Астарита, Дж. Марруччи. – М.: Мир, 1978. 2. *Joseph D.D.* Fluid dynamics of viscoelastic fluids / D.D. Joseph. –New York, 1990. 3. *Gamzaev Kh.M.* Numerical method of pipeline hydraulics identification at turbulent flow of viscous liquids / Kh.M. Gamzaev // Pipeline Science and Technology. - 2019. - Vol. 3. - No.2. - P. 118-124.

## **РОЗРОБКА ПАРАЛЕЛЬНОГО СЕРЕДОВИЩА ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ, ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОГО АНАЛІЗУ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДАНИХ**

*д-р техн. наук, проф. О.А. Дмитрієва, Донецький національний  
технічний університет, м. Покровськ*

Експлуатація та модернізація інфраструктури високо-продуктивних обчислень, спрямованих на математичне моделювання складних динамічних систем, є актуальною проблемою в таких областях, як застосування енергії, проєктування нових матеріалів, передові технології, виявлення і лікування захворювань, сучасне озброєння, а також в багатьох інших, що становлять національні інтереси. Якщо раніше математичні моделі, які описують динаміку складних систем, враховували лише істотні фактори, відображаючи окремі сторони, то з появою і поширенням паралельних комп'ютерних систем з'явилася можливість істотно прискорити процес отримання результатів, і, відповідно, створювати більш складні моделі, що дозволяють підвищити точність розв'язання за рахунок залучення додаткових факторів. Основні завдання середовища, що розроблялося, спрямовано на моделювання динамічних об'єктів з зосередженими параметрами, а також об'єктів з розподіленими параметрами, для яких описові рівняння з частинними похідними можуть бути дискретизовані за допомогою методу прямих. Для реалізації таких завдань розроблено алгоритми генерації розрахункових коефіцієнтів паралельних різницевих схем заданого порядку з оцінками оптимального співвідношення розрахункових та опорних точок, порядку похідних, визначенням похибок результатів. Для жорстких систем запропоновані алгоритми управління кроком інтегрування за змінною часу ( $\tau$ -уточнення) та (або) за просторовими змінними ( $h$ -уточнення). Тестування розроблених методів і отримання порівняльних характеристик щодо точності обчислень, часу, який витрачався на розв'язання, співвідношень кількості результативних кроків до загальної кількості, а також оцінювання показників паралелізму, здійснювалися на тестових завданнях з відомими точними розв'язками. Завдання прикладного моделювання та візуалізації процесів розщеплення і кристалізації енантіомерів [1], взаємодії актинміозин просторових структур підтвердили результати множини експериментів, що проводилися в лабораторних умовах.

**Список літератури:** 1. *Дмитрієва О.А.* Паралельне моделювання та оптимізація процесу розщеплення енантіомерів / *О.А. Дмитрієва, Н.Г. Гуськова* // Вестник НТУ "ХПИ". Серія: Інформатика і моделювання. – 2019. – № 28 (1353). – С. 55-68.

## **ПРОАКТИВНЕ УПРАВЛІННЯ РУХОМИМ СКЛАДОМ З ТЯГОВИМИ АСИНХРОННИМ ПРИВОДОМ**

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

Проблемам оптимізації процесів перевезення вантажів і пасажирів по залізниці традиційно приділяється досить багато уваги [1]. Однак питання оптимізації розглядаються у більшості випадків практично незалежно від можливості суттєвих змін у зовнішньому середовищі, які можуть зводити до мінімуму результати застосування оптимальних законів управління із-за низького рівня інформатизації перевізного процесу на залізничних дорогах України. В сучасних умовах проблеми оптимального управління тяговим рухомих складом на залізницях України вимагають переходу до нової проактивної технології управління. При проактивному управлінні в результаті моніторингу та прогнозування можливостей системи управління складними об'єктами (СО) запобігається розвиток небажаних процесів і позаштатних ситуацій в СО [2, 3]. Це істотно підвищує якість управління СО та запобігає виникненню різних нештатних ситуацій, аварій та катастроф, великих матеріальних втрат і загибелі людей.

Вирішення завдань оптимального управління тяговим рухомих складом, як правило, виконується у припущеннях, що зовнішнє середовище щодо відношення до рухомого складу залишається незмінним та практично не впливає на закони управління. Однак реальний рух рухомих складів по залізниці вносить суттєві зміни в заздалегідь розроблені закони управління та графіки руху. Це пов'язано з тим, що по залізниці рухається множина рухомих складів, графіки руху яких можуть порушуватися, що може призвести до порушення оптимальних графіків руху цілого ряду рухомих складів. У зв'язку з цим в роботі пропонуються підходи до управління потягами із змінами, що склалися у зовнішньому середовищі. Такі підходи вимагають ідентифікації зовнішнього середовища в процесі руху конкретного складу та корекції законів управління при зміні параметрів зовнішнього середовища.

**Список літератури:** 1. *Ерофеев А.А.* Предпосылки создания системы интеллектуального управления перевозочным процессом // Вестник Белорусского государственного университета транспорта. 2017. – № 1 (34). – С. 42 – 45. 2. *Вонт Р.* Адаптивные и проактивные компьютерные системы / *Р. Вонт, Т. Перинг, Д. Тенненхау* // Открытые системы. – 2003. – № 7. – С. 4 – 9. 3. *Охтилев М.Ю.* Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов / *М.Ю. Охтилев, Б.В. Соколов, Р.М. Юсупов.* – М.: Наука, 2006. – 410 с.

## **МЕТОДЫ МАТЕМАТИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ В РЕГУЛИРОВАНИИ ЯДЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ**

*канд. биол. наук, доц. Ю.Е. Крюк, Центр по ЯРБ, г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время согласно базы данных МАГАТЭ "PRIS" о текущем состоянии мировой ядерной энергетики в мире в эксплуатации находятся 443 ядерных энергоблоков. Динамическое строительство новых, и эксплуатация имеющихся блоков АЭС способствуют развитию инновационных технологий и, как следствие, улучшению качества жизни населения. Одновременно возрастает риск возникновения ядерно- и радиационно- опасных ситуаций.

Одним из инструментов решения задачи по обеспечению безопасности ядерно-опасных объектов является осуществление государственного надзора с применением дифференцированного подхода [1], идея которого состоит в рациональном распределении ограниченных ресурсов и внимания инспекторов регулирующего органа. По сути, ставится классическая задача оптимизации имеющихся ресурсов при повышении безопасности, что особенно актуально для развивающихся стран.

Рассмотрение внедрения дифференцированного подхода в регулирующую деятельность как оптимизационную задачу, позволяет использовать для ее решения классические методы математической оптимизации, в частности, метод многокритериальной оптимизации [2]. В этом случае критериями служит доступная для инспектора информация, характеризующая ядерный объект: результаты ранее проводившихся проверок; информация об опыте эксплуатации, в том числе зарубежных объектов; результаты экспертиз безопасности; результаты анализа примененных на объекте технических решений; класс безопасности для каждой из систем; данные по надежности систем и оборудования. Применение математического метода на практике требует назначения численных величин для каждого из описанных критериев на основе сбора и анализа информации и, при реализации, позволяет ранжировать системы и оборудование для их включения в программу надзора. Такой подход позволяет не только эффективно расходовать ресурсы регулятора, но и минимизировать влияние человеческого фактора при принятии решений.

**Список литературы:** 1. Государственная, правовая и регулирующая основа обеспечения безопасности – МАГАТЭ, № GSR Part 1, 2016. – 49 с. 2. *Бородецкий Г.Л.* Методы оптимизации многокритериальных решений в логистике / *Г.Л. Бородецкий* – М.: 2009. – 156 с.

## **ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫЙ АЛГОРИТМ РЕШЕНИЯ НЕЛИНЕЙНЫХ ИНТЕГРОДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫХ УРАВНЕНИЙ С СИНГУЛЯРНЫМИ ЯДРАМИ НАСЛЕДСТВЕННОСТИ**

*канд. техн. наук О.Р. Кучаров, PhD X.M. Комилова, Ташкентский институт инженеров ирригации и механизации сельского хозяйства, г. Ташкент, Республика Узбекистан*

Основой численного решения линейных и нелинейных интегро-дифференциальных уравнений (ИДУ) типа Вольтерра являются хорошо разработанные численные методы. Для решений интегральных и ИДУ используются различные методы. Например, метод интегральных и типа интегральных преобразований, Рунге-Кутта, усреднения, замораживания и другие.

В работах [1 – 4] предложен эффективный подход к численному решению систем линейных и нелинейных ИДУ со слабо-сингулярными ядрами наследственности. Этот метод основан на совместном рациональном использовании различных аналитических преобразований, позволяющих свести исходные системы к системе интегральных уравнений с регулярыми ядрами и устойчивого численного интегрирования, обеспечивающего получение решения задач с высокой степенью точности.

Далее на основе этого подхода решим некоторые нелинейные прикладные задачи наследственно-деформируемых систем.

В данной работе на основе интегральных моделей построены математические модели нелинейных динамических задач трубопроводов, с протекающими газо-жидкостями. Полученные нелинейные ИДУ в частных производных с помощью метода Бубнова-Галеркина при рассмотренных граничных условиях сводятся к решению систем нелинейных обыкновенных ИДУ с постоянными или переменными коэффициентами относительно функции времени. Для исследования колебательных процессов трубопроводов предлагается численный алгоритм решение нелинейных интегро-дифференциальных уравнений с сингулярными ядрами. На основе разработанного вычислительного алгоритма создан комплекс прикладных программ. Численно исследовано влияние сингулярности в ядрах наследственности на колебания конструкций, обладающих вязкоупругими свойствами.

Результаты исследований приводятся в виде графиков и таблиц.

**Список литературы:** 1. Бадалов Ф.Б., Эшматов Х., Юсупов М. О некоторых методах решения систем интегро-дифференциальных уравнений, встречающихся в задачах вязкоупругости // Прикладная математика и механика, 1987. - Т. 51. - № 5. - С. 867-871. 2. Худаяров Б.А., Бандурин Н.Г. Нелинейный флаттер вязкоупругих ортотропных цилиндрических панелей // Математическое моделирование. РАН, 2005. - Т. 17. - № 10. - С. 79-86. 3. Бадалов Ф.Б., Худаяров Б.А. Исследование влияния вязкоупругого свойства

материала конструкций летательного аппарата на критическое время и критическую скорость флаттера // Известия НАН Армении. Серия "Механика", 2008. - Т. 61. - № 1. - С. 75-82.

4. Худаяров Б.А. Численное решение нелинейных задач о флаттере вязкоупругих оболочек // Сибирский журнал вычислительной математики, 2004. - Т. 7. - № 3. - С. 277-282.

## МОДЕЛІ, МЕТОДИ ТА ЗАСОБИ ІДЕНТИФІКАЦІЇ ОСОБИСТОСТІ НА ОСНОВІ ТЕХНОЛОГІЇ АЙТРЕКІНГУ

д-р техн. наук, проф. В.Д. Павленко, асп. В.В. Чорі, магістр  
Т.В. Шаманіна, ДУ "Одеська політехніка", м. Одеса

В останні роки зріс інтерес до досліджень в області біометрії, що стосуються використання залежних від мозку характеристик, зазвичай відомих як поведінкові особливості [1, 2]. Людські очі можуть містити багате джерело ідіосинкразичної інформації, яка може бути використана для розпізнавання особистості людини. В даній роботі реалізовано інноваційний експеримент і новий підхід до обробки рухів ока людини, в кінцевому підсумку спрямований на біометричну ідентифікацію окремих осіб [3]. В нашому експерименті випробовувані спостерігають за спеціальними тестовими візуальними стимулами, які відображаються на екрані монітора комп'ютера. Рухі ока відслідковуються в динаміці за допомогою айтрекера [4], надаючи інформацію для побудови непараметричної нелінійної динамічної моделі (моделі Вольтерри) окуло-моторної системи індивіда у вигляді багатовимірних перехідних функцій [5].

Реалізований метод розглядає траєкторії ока як двовимірні розподіли точок на площині "Координата-Час". Ефективність динамічних характеристик для ідентифікації особистості підтверджується прикладами побудованих моделей на основі даних реальних експериментів [4]. Отримані моделі являють собою джерело інформації для виділення інформативних ознак, в просторі яких визначається за допомогою методів машинного навчання вирішальне правило оптимальної ідентифікації індивідів. Отримано позитивні результати в задачі ідентифікації відповідно до поведінкових характеристик людини – достовірність розпізнавання 97%.

**Список літератури:** 1. *Rigas I., Economou G., and Fotopoulos S.* "Biometric identification based on the eye movements and graph matching techniques," *Pattern Recognition Letters*, 2012, 33. – P. 786-792. 2. *Rigas I., Komogortsev O. and Shadmehr R.* "Biometric recognition via the complex eye movement behavior and the incorporation of saccadic vigor and acceleration cues," *ACM Trans. on Applied Perception*, 2016, 13 (2), pp. 1-21. 3. *Pavlenko V., Salata D., Dombrovskiy M., and Maksymenko Yu.,* "Estimation of the multidimensional transient functions oculo-motor system of human," *Mathematical Methods and Computational Techniques in Science and Engineering: AIP Conf. Proc.* MMCTSE, UK, Cambridge, 2017, Vol. 1872, Melville, New York, 2017, pp. 110-117. 4. *Pavlenko V., Milosz M., and Dzienkowski M.* "Identification of the oculo-motor system based on the Volterra model using eye tracking technology," 4th Int. Conf. on Applied Physics, Simulation and Computing (APSAC 2020) 23-25 May, Rome, Italy. *Journal of Physics: Conference Series*, 2020, Vol. 1603, IOP Publishing, 2020, pp. 1-8. 5. *Pavlenko V.D., Shamanina T.V., and Chori V.V.* "Nonlinear dynamics identification of the oculo-motor system based on eye tracking data," *International Journal of Circuits, Systems and Signal Processing*, 2021, Vol. 15, pp. 569-577. DOI: 10.463 00/9106.2021.15.63.

## **РАЗРАБОТКА КОМБИНИРОВАННОГО РЕШАЮЩЕГО ПРАВИЛА В МЕДИЦИНСКИХ СИСТЕМАХ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

*д-р техн. наук, проф. А.И. Поворознюк, канд. техн. наук, доц.  
О.А. Поворознюк, НТУ "ХПИ", г. Харьков*

На основе анализа методов, которые используются для построения диагностического решающего правила (РП) в системах поддержки принятия решений, предложены составляющие комбинированного РП, которые выражают два подхода к формулировке диагностического заключения: объективная, основанная на анализе обучающей выборки, и субъективная, основанная на экспертной информации о структуре симптомокомплексов.

Цель исследования – синтез комбинированного РП на основе метода сравнения с прототипом, которое бы позволило учесть как объективную, так и субъективную составляющую процесса постановки диагноза.

В работе разработана математическая модель комбинированного РП и обоснован выбор его составляющих. В качестве объективной составляющей выбран метод сравнения с прототипом, в котором диагностируемые состояния (перечень диагнозов в заданной предметной области медицины) представляются их прототипами в пространстве признаков. В качестве прототипа (эталона) каждого класса рассчитывается геометрический центр группировки класса.

Формализована экспертная информация о структуре симптомокомплексов путем представления симптомокомплекса заболеваний числовыми интервалами лингвистических переменных. Рассмотрены варианты учета экспертных оценок о структуре симптомокомплексов при вычислении координат прототипов классов (коллектив решающих правил, взвешивания и суммирования оценок).

На основе разработанной математической модели комбинированного РП выполнено проектирование системы поддержки принятия решений и комплексная проверка разработанной системы на реальных медицинских данных, подтвердила эффективность работы системы. Дальнейшие исследования направлены на применение разработанного РП при анализе не только числовых признаков, но и разнородной диагностической информации, включая результаты анализа биомедицинских сигналов и изображений.

## **РАЗРАБОТКА УНИФИЦИРОВАННОЙ ИСКУССТВЕННОЙ ИММУННОЙ СИСТЕМЫ НА ОСНОВЕ ПРИНЦИПОВ ИММУНОЛОГИЧЕСКОГО ГОМЕОСТАЗА ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ СЛОЖНЫМИ ОБЪЕКТАМИ НЕФТЕГАЗОВОЙ ОТРАСЛИ**

*д-р техн. наук, зав. лаб. Г.А. Самигулина, PhD З.И. Самигулина\*,  
Институт информационных и вычислительных технологий КН МОН  
РК, \*Казахстанско-Британский Технический Университет,  
г. Алматы, Казахстан*

Последние тенденции развития бионсперированных подходов искусственного интеллекта, а также их использование для эффективного управления сложными объектами и высокотехнологическими комплексами в реальном промышленном производстве выявили существенные проблемы и необходимость применения более глубоких механизмов, лежащих в основе функционирования естественных биологических систем.

Исследования посвящены разработке сценариев функционирования унифицированной искусственной иммунной системы [1, 2] для формирования иммунного ответа при управлении объектами нефтегазовой отрасли на основе принципов иммунологического гомеостаза, который подразумевает некий баланс между невосприимчивостью к внешним возмущениям и адекватной реакцией иммунной системы с целью поддержки стабильной работы.

Работы проводятся по гранту №АР09258508 КН МОН РК "Разработка интеллектуальной технологии управления сложными объектами на основе унифицированной искусственной иммунной системы для промышленной автоматизации с использованием современной микропроцессорной техники" (2021-2023 г.г).

**Список литературы:** 1. *Samigulina G.A., Samigulina Z.I. Development of a unified artificial immune system for intelligent technology of complex industrial automation objects control in the oil and gas industry / G.A. Samigulina, Z.I. Samigulina // Chapter in book: Human Centred Intelligent Systems. Proceeding of 14 Int. conf.: Human centered intelligent systems (HCIS-21). - Springer, KES, 2021, P. 86-96. DOI:10.1007/978-981-16-3264-8 9.* 2. *Samigulina G.A., Samigulina Z.I. Development of a knowledge base for a unified artificial immune system for complex objects control / G.A. Samigulina, Z.I. Samigulina // Proceeding of Int. conf. on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing. – Sochi, Russia: IEEE Explore, 2021. – P. 807-811. DOI: 10.1109/ICIEAM51226.2021.9446418*

## **АНАЛІЗ ПІДХОДІВ ДО БЕЗПЕЧНОГО ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНОЛОГІЙ ГЛИБОКОГО НАВЧАННЯ ПРИ ПРОЄКТУВАННІ СИСТЕМ КРИТИЧНОГО ПРИЗНАЧЕННЯ**

*д-р техн. наук, проф. І.С. Скарга-Бандурова, Є.В. Болтов,  
Д.В. Зубарев, ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова, м. Київ*

Останні успіхи технологій машинного навчання зокрема глибоких нейронних мереж дозволили досліджувати можливості їх використання в цілому ряді нових сценаріїв зокрема в системах критичного призначення. Однак, імовірнісний характер алгоритмів глибокого навчання у багатьох випадках суперечить вимогам безпеки, прийнятим при розробці таких систем. Основною проблемою є відсутність контролю за внутрішніми функціями, що використовуються алгоритмами глибокого навчання при прийнятті рішень, тому з точки зору загальної системи вони розглядаються як компоненти чорної скриньки, що ускладнює можливості гарантування безпеки необхідні для сертифікації системи за стандартами безпеки.

У доповіді розглядаються особливості технологій глибокого навчання які через свою непрозору природу та велику складність призводять до проблем безпеки систем критичного призначення. З метою обмеження негативного впливу алгоритмів глибокого навчання на безпеку таких систем, пропонується схема проєктування з використанням декількох архітектурних компонентів, зокрема делегування відповідальності за безпеку, часткова та повна відповідальність за безпеку. Таким чином, в кожному випадку архітектурне рішення схиляється до делегування або заміни алгоритму глибокого навчання (часткової або повної) на менш потужний традиційний алгоритм, для якого існує можливість перевірки необхідних властивостей безпеки. Технологія аналізу складається з наступних кроків: (1) оцінка наявних схем проєктування архітектур безпеки, (2) адаптація наявних та розробка нових моделей, (3) побудова архітектурних зразків безпеки для систем критичного призначення, що використовують глибоке навчання разом з традиційними алгоритмами, та (4) розробка структури, яка допоможе аналізувати властивості безпеки, досягнуті при використанні цих моделей.

## **РАЗРАБОТКА МЕТОДА АВТОМАТИЧЕСКОГО РАСЧЕТА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ОСИ СЕРДЦА ДЛЯ КАРДИОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ ПОДДЕРЖКИ ПРИНЯТИЯ РЕШЕНИЙ**

*д-р техн. наук, проф., А.Е. Филатова, асп. М. Фахс, НТУ "ХПИ", г. Харьков*

Наиболее распространенным способом диагностики состояния сердца и сердечно-сосудистой системы является морфологический анализ электрокардиограммы (ЭКГ) с последующим анализом амплитудно-временных параметров, а также формы найденных зубцов и комплексов. Определение положения электрической оси сердца (ЭОС) является одним из ключевых шагов в интерпретации ЭКГ. Существует много способов вычисления положения ЭОС, но на первом этапе всегда оцениваются амплитуды зубцов комплекса QRS в шести стандартных отведениях (I, II, III, aVR, aVL, aVF).

В работе разработан метод автоматического определения ЭОС на основе расчета интегрального сигнала по шести стандартным отведениям ЭКГ, что позволит повысить качество морфологического анализа ЭКГ в кардиологических системах поддержки принятия решений (СППР) и уменьшить количество врачебных ошибок. Предложенный метод позволяет определить ЭОС без необходимости поиска и анализа QRS комплексов, что дает возможность правильно рассчитывать ЭОС даже для сложных клинических случаев.

В работе выполнена верификация разработанного метода на реальных ЭКГ, которые были записаны с помощью транстелефонного цифрового 12-канального электрокардиологического комплекса "Телекард", который входит в состав медицинского диагностического комплекса "TREDEX" (производство ООО "Компания TREDEX", г. Харьков), и расшифрованы врачами-кардиологами коммунального некоммерческого предприятия Харьковского областного совета "Центр экстренной медицинской помощи и медицины катастроф". Сравнение результатов расчета ЭОС по ЭКГ врачом и автоматически с помощью предложенного метода показал, что в подавляющем большинстве случаев принятые решения совпадают. При этом ошибки допускают как кардиологи, так и автоматический расчет с помощью предложенного метода. В работе объяснены причины этих ошибок.

Дальнейшие исследования направлены на усовершенствование предложенного метода определения ЭОС в кардиологических СППР с целью уменьшения ошибок принятия решений и использование рассчитанной ЭОС для морфологического анализа ЭКГ на основе согласованной морфологической фильтрации.

## СЕКЦІЙНІ ДОПОВІДІ

### **ДОСЛІДЖЕННЯ ОСОБЛИВОСТЕЙ РОБОТИ ВІРТУАЛЬНОЇ ПРИВАТНОЇ МЕРЕЖІ ТА СТВОРЕННЯ VPN ДЛЯ IOS**

*Г.В. Бондаренко, асист. К.П. Газдюк, Л.І. Дяченко, ЧНУ  
ім. Ю. Федьковича, канд. фіз.-мат. наук О.М. Нікітіна, ліцей № 1,  
м. Чернівці*

Актуальність обраної теми полягає в тому, що для користувачів віртуальної мережі в значній мірі важлива безпека їхніх даних. Особливо це стосується випадків, коли приходиться використовувати Wi-Fi у публічних місцях. Це зумовлює значний попит на додатки для шифрування інтернет-трафіку задля захисту особистих даних від кіберзлочинців. VPN – Virtual Private Network (віртуальна приватна мережа) – програма, метою розробки якої є забезпечення приватності користувачів під час використання мережі Інтернет. VPN надає впевненості у тому, що зловмисники не отримають персональні дані користувачів (паролі, конфіденційну інформацію, дані про банківські картки і т. п.).

Метою роботи є створення ПЗ для використання віртуальної приватної мережі, щоб надати користувачам можливість захистити їх трафік під час використання мережі Інтернет.

Встановлена мета обумовлює наступні завдання:

- проведення аналізу вимог до мобільного VPN застосунку;
- визначення архітектури та узагальненої структури застосунку;
- вибір протоколу шифрування;
- вибір засобів реалізації застосунку;
- проектування структурних складових та алгоритмів роботи;
- реалізація інтерфейсу користувача.

Об'єктом дослідження є інформаційні технології, які надають можливість реалізації застосунку із підключенням віртуальної приватної мережі в операційних системах від компанії Apple загального використання, а саме, смартфонів з ОС iOS 13.0 та новішими версіями. Практичне значення дослідження полягає у тому, щоб надати користувачам можливість шифрувати свій інтернет-трафік, захистити свої персональні дані та змінити вихідну IP-адресу завдяки створенню VPN-тунелів.

В роботі було використано методи об'єктно-орієнтованого програмування та дизайну інтерфейсів, а також знання методів шифрування та особливостей роботи із VPS-серверами. Обрано архітектурний патерн проектування MVVM-C, який дозволяє чітко структурувати модулі програмного продукту та надає можливість модифікувати чи удосконалювати програму.

## **APPLICATION OF SOFTWARE TECHNOLOGIES AT THE STAGE OF URBAN PLANNING DESIGN**

*PhD (Engineering), Associate Professor. Tetyana Honcharenko, Senior Lecturer Tamara Lyashchenko, master's degree Mariia Liashchenko, KNUBA, Ukraine*

Modern trends in the development of systems engineering in the field of construction dictate the need to use and develop innovative approaches to organizing the process at each stage of the life cycle of a construction object. The most famous BIM (Building Information Modeling) technology provides the ability to partially simulate the construction process, creating all the necessary layers with structures, life support [1]. Investigate the possibility of using distributed software systems and technologies at the stage of urban design to solve general planning tasks.

The study is based on a systematic approach to the process of developing urban planning documentation at the pre-design stage of construction, based on the current modern trend of transition to the digital economy. Information model of the territorial cluster of urban planning design is proposed in the study. The content of each layer of territorial cluster information model is described in detail. The conceptual model of spatial data storage for solving problems of general planning of the territorial cluster is presented in the form of three main blocks. The structure of Unified Information Support Centre for comprehensive information support of the territorial cluster is presented in the study. As the results of the study are shown summary plan of engineering networks, made using BIM-based design software and digital 3D model of the consolidated plan of engineering networks, made using AutoCAD Civil 3D. The result of automation is a summary plan of engineering networks.

To implement the principle of integrated data processing, a single information base of the system is created, and information links are made through the central service of the system and the computer center interacts with it. At present, the development of the digital economy and systems engineering in construction is prioritized by information cloud technologies aimed at introducing an integrated approach to the construction of buildings and structures at all stages. The use of distributed software systems with BIM technologies at the stage of urban planning design is a new direction of its development.

**References:** 1. *Honcharenko T., Lyashchenko T., Lyashchenko M. Information technologies for 3D modeling for construction and architecture, Sixth international scientific-practical conference "Management of the development of technologies", Kyiv, KNUCA, 2019, pp. 80-82.* 2. *Лященко М., Гончаренко Т., Лященко Т. Автоматизація проектування і візуалізація BIM-моделей інженерних мереж в Autodesk Revit, BUILD-MASTER-CLASS-2020, Ukraine, Kyiv, 25-27 November 2020, Kyiv: KNUCA, pp. 336-337.*

## **МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ВИРОБНИЦТВА ГНУТИХ ПРОФІЛІВ**

*канд. техн. наук, доц. С.О. Губський, канд. техн. наук, доц.  
А.В. Ашкелянець, студ. А.С. Федяй, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Розробка та напрацювання технології виробництва гнутих профілів є складним завданням. Це пов'язано з необхідністю отримання кінцевого виробу без дефектів, але й при цьому оптимізувати витрати металу, зменшити енерговитрати, підвищити стійкість інструменту та інше. Різноманітні системи автоматизованого проектування (CAD/CAE) дозволяють значно підвищити ефективність проектування технологічних процесів виробництва гнутих профілів [1]. В даній роботі розглянуто моделювання процесу виробництва гнутого профілю в вузькоспеціалізованій CAE-системі QForm.

По попередньо розробленій технології виробництва заданого гнутого профілю потрібно розробити 3D-креслення валків та заготовки в CAD-системах. Далі дані креслення необхідно імпортувати QForm в новий процес. Даний процес буде складатися з операцій, що дорівнює кількості числа технологічних переходів необхідних для виробництва заданого гнутого профілю. Тип операції необхідно задати "Деформація" з додатковим параметром "З врахуванням пружньо-пластичних деформацій". Після виконання позиціонування інструменту та заготовки і задання осі обертання валків конкретної операції необхідно задати матеріал заготовки та інструмент. При заданні типу привода інструменту необхідно обрати "Універсальний" з вибором напрямку та швидкості обертання валків. Задасться такий кут повороту обраного валка, щоб при виконанні кожної операції заготовка пересувалася на відстань, що дорівнює міжклітцевій. Для направлення заготовки в наступну кліть можливо використовувати граничну умову, як "Штовхач". Після виконання вищенаведених операцій необхідно запустити розрахунок з подальшим отриманням необхідних результатів.

Отже, для моделювання технології виробництва гнутих профілів можливо використовувати вузькоспеціалізовану CAE-систему QForm. Це дозволить отримати кінцевий виріб при виробництві без дефектів, оптимізувати витрати металу, зменшити енерговитрати, підвищити стійкість інструменту та інше.

**Список літератури:** 1. *Губський С.О.* Порівняння результатів моделювання прокатки в різних CAE-системах / *С.О. Губський, В.Л. Чухліб, М.В. Біба, А.О. Ожунь, С.В. Басова* // Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер.: Технології в машинобудуванні : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2019. – № 19 (1344). – С. 69-72.

## **ПІДВИЩЕННЯ ТОЧНОСТІ ВИМІРЮВАННЯ В'ЯЗКОСТІ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ**

*канд. техн. наук, доц. О.Ф. Даниленко, НТУ "ХПИ", м. Харків*

Розглянуто підходи до підвищення параметрів вимірювання в'язкості харчових продуктів. Найбільша увага приділена побудові і дослідженню пристроїв вимірювання крутячого моменту в досить малих діапазонах зміни коефіцієнта в'язкості, як одного з основних показників, що використовується при дослідженнях харчових продуктів. Обґрунтована і запропонована структура системи управління приладом вимірювання в'язкості.

При дослідженні різних властивостей рідких технологічних харчових продуктів можна використовувати інформацію про їх в'язкість. Проводячи контроль зміни в'язкості можна оцінити вплив різних харчових добавок на споживчі властивості продукту харчування і визначити шляхи щодо подальшого забезпечення необхідних технологічних показників.

Традиційно для вимірювання в'язкості частіше застосовується ротаційний метод вимірювання параметрів в'язкості досліджуваного продукту. Метод вимірювання зрушення рідини здійснюється обертанням внутрішнього циліндра, а зовнішній циліндр при цьому жорстко закріплений. Віскозиметрах даного типу розрізняються за способом організації завдання напруги живлення електродвигуна і оцінки швидкості зсуву[1].

Для забезпечення необхідного алгоритму підтримки швидкості обертання ротора віскозиметра, застосовано мікроконтролер, що дозволяє оптимізувати роботу ШІМ-регулятора, для забезпечення плавності обертання ротора віскозиметра. Для підвищення чутливості віскозиметра застосуємо схему вимірювального підсилювача на основі інтегральних мікросхем AD623 і CD4051 застосовуваних для точних вимірювань розносного сигналу і регульованим коефіцієнтом посилення, що дозволить значно розширити діапазон вимірюваних в'язкості продуктів, що тестуються.

Для збору даних застосування МК з внутрішнім АЦП дозволяє знизити витрати на обладнання і підвищити технічні характеристики приладу, а також дасть можливість проводити збір даних в пам'яті ОЗУ з подальшою архівацією в пам'яті комп'ютера.

**Список літератури:** 1. *А. Ф. Даниленко* Измерение вязкости пищевых продуктов / *А.Г. Дьяков, А. Ф. Даниленко* // Вестник Нац. техн. ун-та "ХПИ" : сб. науч. тр. Темат. вып. : Информатика и моделирование. – Харьков : НТУ "ХПИ". – 2004. – № 46. – С. 69-73.

## МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСІВ ВИСОКОЧАСТОТНОГО НАГРІВУ ПІДЧАС ЗВАРЮВАННЯ ЖИВИХ ТКАНИН

*В.А. Данілова, В.В. Шликов, А.Г. Дубко, Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона, м. Київ*

Високочастотне електрозварювання біологічних тканин є ефективним методом лікування в хірургії. За допомогою цього методу можна проводити такі операції, як зварювання тканин печінки, сітківки, резекція пухлинної тканини. Для операцій в хірургії важливим є знання оптимальних параметрів ВЧ-зварювання, таких як температура зварювання, механічне навантаження на тканини, час зварювання і напруга. Для визначення цих параметрів було проведено моделювання ВЧ-нагріву тканин ізольованої печінки в програмному забезпеченні Comsol. В результаті отримані модельні залежності, які можуть визначати оптимальні параметри зварювання.

Динаміка зміни температури тканин печінки, яка отримана на основі моделі розподілу температури в програмному середовищі Comsol у ділянці накладання розщепленого і монополярного електродів для процесу ВЧ-зварювання представлена на рис. 1. Тривимірний модель розподілу температури у тканинах печінки через 6,0 с. під час ВЧ-зварювання при температурі  $+70^{\circ}\text{C}$  на глибині 4 мм представлена на рис. 2.

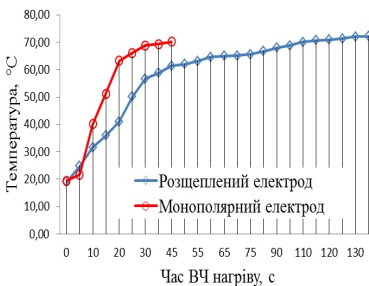


Рис.1. Зміни температури тканин печінки під час ВЧ-нагріву:

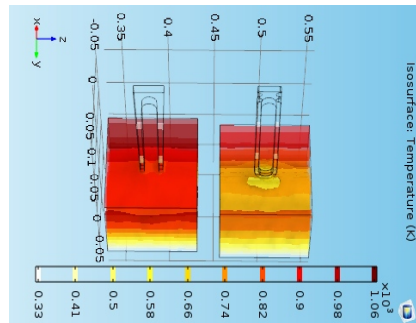


Рис. 2. Тривимірний модель розподілу температури в Comsol:

1 – розщеплений електрод, 2 – монополярний електрод.

Модельні залежності визначають оптимальні параметри для температури ВЧ-зварювання для виконання хірургічних операцій на тканинах печінки. Відновлювальний період після застосування методу ВЧ-зварювання набагато швидше, ніж при терапії іншими методами.

## **АЛГОРИТМИ ТА РОЗРАХУНКОВІ МОДЕЛІ СИНТЕЗУ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ СИГНАЛІВ ДЛЯ ГЕНЕРАТОРІВ СИГНАЛІВ СПЕЦІАЛЬНОЇ ФОРМИ**

*канд. техн. наук, доц. Н.В. Дорош, канд. техн. наук, доц. Г.Л. Кучмії, НУЛП, м. Львів, канд. техн. наук, доц. К.І. Ільканич, ЛНМУ ім. Данила Галицького, м. Львів, н.с. О.І. Дорош, МНУНЦ, м. Київ*

Розробка спеціалізованих генераторів-імітаторів сигналів різної форми є актуальною для різних призначень, у тому числі для проведення медичних досліджень. Алгоритми синтезу медико-біологічних сигналів розробляють на основі відповідних розрахункових моделей, які дозволяють, наприклад, проводити формування сигналу на окремих інтервалах, причому в залежності від типу патології їх форма буде змінюватися тільки на певних ділянках (інтервалах) сигналу. Тому можна не змінювати всю розрахункову модель, а достатньо змінити форму сигналу лише на потрібному інтервалі, що значно економить обчислювальні ресурси системи. Розрахункова модель кардіосигналу (КС) передбачає виконання наступних процедур: після введення амплітудно - часових параметрів біосигналу проводиться розрахунок контрольних точок сигналу, які характеризують початок та закінчення зубців та інтервалів ЕКГ (розрахунок часових меж сигналу). Після цього на кожному з інтервалів формується елемент ЕКГ, згідно із законом зміни його форми (лінійний, елемент сигналу тригонометричної форми та ін.).

Вихідними даними є амплітудні ( $P, Q, R, S, T, U$ ), часові ( $tP, tQ, tR, tS, tT, tU$ ), інтервальні ( $OP, PQ, T0$ ) та сегментні ( $ST$ ) параметри КС, які задаються. На їх основі розраховуються межі інтервалів  $k_1-k_{10}$ , по яких буде проводиться синтез кардіосигналу. При формуванні зубців та інтервалів можна вибирати різні закони зміни функцій: тригонометричні, квадратичні, лінійні або поліноміальні.

Моделювання алгоритму синтезу ЕКГ-сигналу із заданим типом патології проводилось у середовищі пакету прикладних програм MathCAD. Розглянуті методи синтезу КС можна використовувати для проектування цифрових генераторів сигналів спеціальної форми. Структурна організація таких систем передбачає в своєму складі мікропроцесор (мікроконтролер), схеми пам'яті, інтерфейсні схеми, АЦП та ЦАП, а також логічні схеми для керування та синхронізації роботи системи. У пам'ять системи записуються значення відліків КС, або значення параметрів, які згідно алгоритму використовуються для розрахунку відліків. За допомогою спеціальної програми можна змінювати форму сигналів на окремих інтервалах кардіоциклу.

## ФУНКЦІ НАЛЕЖНОСТІ В СИСТЕМАХ НЕЧІТКОГО ЛОГІЧНОГО ВИВЕДЕННЯ ТИПУ-2

*д-р техн. наук, проф. О.Ю. Заковортний, асп. А.О. Харченко, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Системи нечіткого логічного виведення використовуються все частіше в задачах прогнозування, контролю, прийняття рішень в умовах невизначеності та ідентифікації об'єктів. Останнім часом в системах нечіткого контролю використовуються нечіткі множини типу-2, які дають можливість описувати невизначеності, що виникають в умовах неповноти даних, та враховувати різні оцінки експертів щодо об'єкта керування. В сучасних бортових комп'ютерних системах створюються компоненти для обробки інформації в умовах невизначеності. Однією з таких компонент є система нечіткого логічного виводу для оцінки стійкості руху, визначення критичної швидкості та прогнозування її значення.

Найбільш використовуваними функціями належності при розробці систем нечіткого логічного виведення типу-2 є: трикутні, трапецієвидні та гаусові функції належності. Визначення певного типу функцій належності залежить від задачі, яка ставиться перед дослідником та граничними значеннями певних ресурсів, зокрема: швидкість обробки інформації в бортовій комп'ютерній системі, загальна кількість інформації та швидкість обчислення параметрів руху. З урахуванням того, що у даній роботі досліджується стійкість руху дизель-поїзда на нерівних ділянках шляху, з визначенням критичної швидкості руху – доцільно використовувати гаусові функції належності. У цьому випадку нечіткість функцій належності виникає внаслідок використання інтервалів для значень середньоквадратичного відхилення –  $\sigma$ , або середнього значення –  $c$ . Таким чином, гаусова функція належності типу-2 може бути визначена 3 способами:  $\mu_{\tilde{A}} = \{(\sigma_1, \sigma_2, c), (\sigma, c_1, c_2), (\sigma_1, \sigma_2, c_1, c_2)\}$ . Однак, останній спосіб, з 4 змінними – рідко використовується на практиці. Середнє значення  $c$  визначається як значення змінної, при якому функція належності дорівнює 1. Враховуючи результати операції між нечіткими множинами, дане твердження буде вірним при використанні нечіткого середньоквадратичного відхилення. У випадку з нечітким середнім значенням, значення функції належності може набувати інших значень в інтервалі  $[\mu_{\tilde{A}}(L), 1]$ , де  $\mu_{\tilde{A}}(L)$  – мінімальне значення функції належності в інтервалі  $[c_1, c_2]$ . Для швидкості обчислень в комп'ютерних системах необхідно також враховувати кількість змінних, функцій належності, а також – кількість правил в базі знань.

## ЦИФРОВА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ

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

Згідно [1] математичну модель системи керування електроприводу дизель-поїзда можна представити передавальною функцією виду:

$$W(p) = K_1(K_2 + K_3/p)(1/(T_1p + 1))K_4/p.$$

Значення коефіцієнтів  $K_1 - K_4$ ,  $T_1$  визначались в процесі дослідження. Виходячи із використання певного типу мікропроцесорної техніки та враховуючи необхідну швидкість і точність реалізації, розглянута можливість розроблення та застосування рекурентного співвідношення на одному із певних варіантів вибору апроксимуючого співвідношення – прямокутників або трапецій. Для знаходження рекурентних співвідношень використано поняття імпульсної передавальної функції  $H[z]$  та методику використання операторів інтегрування ( $I$ ) і диференціювання ( $D$ ).

Рекурентне співвідношення за методом трапецій з урахуванням значення похідної сигналу, який поступає на блок "задатчика інтенсивності" з передавальною функцією  $W_1(p) = K_4/p$ , визначається у такий спосіб:

$$y_n = 1/(a_{14}T + 1)\{(a_{14}T + 3)y_{n-1} + (a_{14}T - 3)y_{n-2} - (a_{14}T - 1)y_{n-3}\} + T^2\{(a_{16}T + a_{15})x_n + (3a_{16}T + a_{15})x_{n-1} + (3a_{16}T - a_{15})x_{n-2} + (a_{16}T - a_{15})x_{n-3}\},$$

де  $T = \tau/2$ ,  $k_{10} = k_1k_2$ ,  $k_{11} = k_1k_3$ ,  $k_{12} = k_4k_{10}$ ,  $k_{13} = k_4k_{11}$ ,  $a_{14} = 1/T_1$ ,  $a_{15} = k_{12}/T_1$ ,  $a_{16} = k_{13}/T_1$ ,  $\tau$  – крок дискретизації.

Як показали дослідження, значення коефіцієнта  $K_4$  в процесі функціонування системи керування визначається програмно, інші коефіцієнти – постійні.

В процесі дослідження системи керування, в основу якої покладено використання рекурентного співвідношення на основі інтегрування за методом трапецій в замкнутій системі управління, значення кроку дискретизації  $\tau$  становить величину не більше 0.0125 с. за умови максимальної позиції контролера машиніста.

**Список літератури:** 1. Заполовський М.Й. Розробка цифрової моделі системи керування електроприводу дизель-поїзда / М.Й. Заполовський, М.В. Мезенцев, С.О. Саліонович // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей ХХІХ міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2021. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2021. – С. 97.

## **РОЗРОБКА МОДЕЛІ ФОРМУВАННЯ РЕКОМЕНДАЦІЙ ПРИ ПОВУДОВІ ПДСИСТЕМИ ПІДБОРУ КОНТЕКСТНОЇ РЕКЛАМИ**

*канд. техн. наук А.Ю. Іваницька, канд. пед. наук, доц. Л.В. Зубик, КНУ, м. Київ, д-р техн. наук, доц., Д.С. Іванов, ІПММ НАНУ, м. Слов'янськ*

Проблема підбору реклами на основі вподобань користувачів є актуальною та важливою для підприємців малого та середнього бізнесу, де кошти на рекламну діяльність мають певні обмеження. Рекомендаційні системи (РС) повинні передбачати інтереси користувачів та рекомендувати товари, які, ймовірно, цікаві для них [1]. Для вирішення задачі підбору реклами, що відповідають інтересам користувача, необхідно створити підсистему, яка на підставі зібраних даних пропонує суміжні та супутні товари чи послуги клієнту, використовуючи методи колаборативної фільтрації. Це дозволить клієнту обрати товар чи послугу на сайті, що використовує такий підхід, та повертатись за подальшими покупками, а власникам бізнесу підвищити дохід.

Для вирішення проблем "холодного старту" та недостатньої кількості й якості вхідних даних для стабільного функціонування РС необхідно розробити модель формування рекомендацій, перевірити її роботу на тестових даних, оцінити адекватність моделі на основі середньоквадратичного відхилення (RMSE) [2]. Модель формування рекомендацій основана на комбінації методів колаборативної фільтрації (КФ).

Для КФ продуктів використані методи Пірсона та обчислення подібності косинусів. Суть методів полягає в тому, що рейтинг присвоюється товару на основі оцінок інших подібних товарів, які вже включені покупцем у замовлення. Ці методи прості в реалізації, тому впровадження підсистеми підбору реклами займає менше часових та фінансових видатків. Алгоритм КФ на основі предметів (item-based) реалізовано в три етапи.

1. Побудова матриці товарів для визначення ступеня подібності між ними.

2. Обчислення нових пропонованих товарів на основі обраного критерію подібності.

3. Пропонування продукції в системі верхнього рівня.

Після того, як отримано прогнози за товарами, можна порівняти отримані результати з результатами фактичних даних тестів, щоб оцінити якість запропонованої моделі.

Критерій на основі подібності косинусів обчислює косинус кута між векторами оцифрованих вподобань двох користувачів. Під час тестування

відсортовано товари по першим 5-и з усіх продуктів, які користувачі оцінили (кількість оцінок – якнайменше 80 разів).

В дослідженні наведено результати оцінки адекватності розробленої моделі на 2023069 діях користувача (оцінка, реакція, покупка, транзакція), що показала підвищення точності на кілька відсотків та швидкості обробки даних на основі тестового набору.

Запропонована модель показала високу точність на тестових даних, проте у майбутніх дослідженнях слід перевірити на складних чи недостовірних даних.

**Список літератури:** 1. *Мелешко С.В.* Проблеми сучасних рекомендаційних систем та методи їх рішення / *С.В. Мелешко* // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2018. – Вип. 4. – С. 120-124. – Режим доступу: [http://nbuv.gov.ua/UJRN/suntz\\_2018\\_4\\_25](http://nbuv.gov.ua/UJRN/suntz_2018_4_25) (дата звернення 18.05.2021). 2. *Koren Ye.* Matrix factorization techniques for recommender systems / *Ye. Koren, R. Bell, Ch. Volinsky* – IEEE COMPUTER Published by the IEEE Computer Society. – 2009. – P. 42-49.

## ПРОЦЕС ФОРМОУТВОРЕННЯ ПОВЕРХНЕВОГО ШАРУ І СТАНУ БАЗОВИХ ПОВЕРХОНЬ ЗУБЧАТОЇ РЕЙКИ

*д-р техн. наук, проф. О.О. Клочко, НТУ "ХПІ", д-р техн. наук, проф. О.Ю. Заковоротний, м. Харків, д-р техн. наук, проф. О.Є Марков, ДДМА, м. Краматорськ, канд. техн. наук, доц. О.Я. Юрчишин, канд. техн. наук, доц. Н.В. Семінська, НТУУ "КПІ" ім. І. Сикорського, м. Київ*

Побудови математичної моделі поверхні зубчатої рейки виникає при описі процесів формоутворення деталей за даними контролю на вимірнувальній машині, при описі поверхневого шару і стану базових поверхонь. Не дивлячись на значні успіхи при розв'язанні цієї задачі, на практиці побудова якісних поверхонь зубчатих рейок, які повинні задовольняти ряду технологічних обмежень, ще далека від оптимальної. Одним з найскладніших факторів при побудові таких математичних моделей є відповідність технологічним обмеженням диференціального типу (неперервність похідних заданих порядків). Тому актуальною є задача побудови і дослідження математичних моделей поверхонь у неявній формі, які точно задовольняють заданим технологічним обмеженням.

Для опису поверхні тіла використовуються:

– явна форма задання поверхні у вигляді

$$z = f(x, y), (x, y) \in D_{xy} \text{ або } y = f(x, z), (x, z) \in D_{xz} \text{ або} \\ x = f(y, z), (y, z) \in D_{yz},$$

де  $z$  – комплексний параметр в умовах тертя і зношування;  $y$  – комплексний параметр в умовах циклічного навантаження;  $x$  – комплексний параметр при підвищеній шорсткості зубів рейок;  $D_{yz}$ ,  $D_{xy}$ ,  $D_{xz}$  – межа міцності при розтягуванні, стисненні, вигині;

– неявна форма задання поверхні у вигляді

$$F(x, y, z) = 0, (x, y, z) \in D_{xyz};$$

– задання поверхні у вигляді точкового каркасу

$$M_k(x_k, t_k, z_k), k = \overline{1, N},$$

де  $x_k$  – середнє арифметичне відхилення профілю;  $t_k$  – середній крок нерівностей по вершинах локальних виступів;  $z_k$  – висота нерівностей профілю по десяти точках;  $k$  – коефіцієнт формування поверхневого шару

при рейкофрезеруванні;  $I$  – інтенсивність зносу зубчатих рейок;  $N$  – поверхнева мікротвердість;

– параметричне задання поверхні у вигляді

$$x = x(u, v), y = y(u, v), z = z(u, v), (u, v) \in D_{uv}$$

де  $u$  – швидкість різання;  $v$  – хвилинна подача.

Найчастіше для розв’язання цієї задачі використовується циліндрична система координат

$$x = x(r, \varphi) = r \cos \varphi, \quad y = y(r, \varphi) = r \sin \varphi, \quad z = z, \\ 0 \leq r < \infty, \quad 0 \leq \varphi < 2\pi, \quad -\infty < z < \infty,$$

в даних залежностях прийнято, що на поверхні тіла  $r = r(\varphi)$ ;

– сферична система координат

$$x = x(r, \varphi, \theta) = r \cos \theta \cos \varphi, \quad y = y(r, \varphi, \theta) = r \cos \theta \sin \varphi, \quad z = z(r, \varphi, \theta) = r \sin \theta, \\ 0 \leq r < \infty, \quad 0 \leq \varphi < 2\pi, \quad -\frac{\pi}{2} \leq \theta \leq \frac{\pi}{2},$$

де  $r$  – радіус скруглення різальної крайки фрези;  $\varphi$  – кут профілю зуба фрези в нормальному перерізі;  $\theta$  – найбільший кут контакту зуба фрези при зубофрезеруванні.

В даних залежностях приймається, що на поверхні тіла  $r = r(\varphi, \theta)$ .

Найбільш розповсюдженими засобами цифрового представлення поверхневого шару є растрове представлення та особлива модель просторових даних (DEM), яка апроксимує поверхневий шар багатогранною поверхнею з відліками висот (хвилястості та шорсткості) у вузлах трикутної сітки [1, 2]. Система DEM є загальноприйнятною при описі поверхневого шару на основі даних замірів. Її недолік: на кожній грані багатогранної поверхні аналітична форма поверхні визначається площиною, що проходить через три точки грані.

При механічній обробці зубчатих рейок, як і при зовнішньому терті, в залежності від умов обробки можуть відбуватися різні явища, що впливають на формування поверхневого шару. Відповідно до теорії контактної взаємодії деталей при формоутворенні поверхонь механічним способом, в зоні контакту інструмента із заготівкою в загальному випадку мають місце пружні, пружно-пластичні, і пластичні деформації шарів металу і відносний зсув пластично деформованого поверхневого шару щодо оброблюваної поверхні заготовки. Проведені теоретичні та експериментальні дослідження дозволяють визначити оптимальні кути ковзання  $\Psi_{ск}$ , при яких встановлюється стабільність процесу зубофрезерування, необхідні умови по стійкості інструменту і якості

оброблюваної поверхні по відношенню до найбільшого кута контакту зуба фрези  $\Psi_{\max}$  із зубчастим виробом, що обробляється. Співвідношення між кутом ковзання  $\Psi_{\text{ск}}$  і найбільшим кутом контакту зуба фрези  $\Psi_{\max}$  із зубчастим виробом, що обробляється дозволяє встановити ефективність процесу формоутворення через коефіцієнт  $K_{\text{фр}}$  без застосування МОР та із МОР:

$$K_{\text{фр}} = \frac{\sin \Psi_{\max} - \sin \Psi_{\text{ск}}}{\sin \Psi_{\max}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Підставляючи в формулу (1) технологічні параметри обробки, отримаємо зручний для теоретичних і експериментальних досліджень вираз коефіцієнта ефективності формоутворення (4):

$$K_{\text{фр}} = \left( 1 - \frac{a \cdot \sin(K_{\text{мор}} \cdot \frac{\rho_i \cdot Z \cdot 10^3 \cdot V}{S_{mi} \cdot \pi \cdot D \cdot \sin \phi})}{a \cdot \sin \frac{2 \cdot \sqrt{H \cdot (D-H)}}{D}} \right) \cdot 100\% \quad (2)$$

де  $S_{mi}$  – хвилинна подача фрези;  $D$  – діаметр фрези;  $\phi$  – кут вихідного профілю зуба рейки;  $\rho$  – радіус скруглення ріжучої кромки фрези;  $Z$  – число зубів фрези;  $V$  – швидкість різання;  $H$  – висота профіля зуба.

**Список літератури:** 1. *Пермяков О.А.* Синтез технологічних параметрів високопродуктивної обробки зубчастих рейок спареними фрезами / *О.А. Пермяков, О.О. Клочко, Ю.О. Синица* // Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Технології в машинобудуванні. – Х.: НТУ "ХПІ", 2017. – № 17 (1239). – С. 71-77. 2. *Мироненко Е.В.* Взаимосвязь мощности и крутящего момента при формообразовании зубьев колес и реек / *Е.В. Мироненко, А.А. Клочко* // Надежность инструмента и оптимизация технологических систем: сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2007. – Вып. 22. – С. 30-34.

## СПОСОБ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Ковалев, д-р техн. наук, проф.*

*Е.В. Мироненко, ДГМА, г. Краматорск, д-р техн. наук, проф.*

*М.И. Гасанов, д-р техн. наук, проф. А.А. Клочко, асп. Е.В. Перминов,  
НТУ "ХПИ", г. Харьков*

Недостатком существующих зубчатых передач является отсутствие полного взаимного контактирования всех зубьев друг с другом, Каждый зуб шестерни входит в контакт или контактирует только с одним и тем же зубом колеса или с группой одних и тех же зубьев зацепляемого зубчатого колеса в определенной последовательности. В процессе приработки и эксплуатации все погрешности, отклонения зуба шестерни будут проявляться при контактировании с погрешностями и отклонениями с сопрягаемым зубом колеса. Возникает циклическая составляющая динамической нагрузки и как следствие: повышенный шум, вибрации. С целью снижения негативных факторов необходимо повышать степень точности цилиндрических зубчатых передач, что значительно увеличивает затраты на их изготовление и не снимает полностью вопросы снижения шума, вибраций, плавности зацепления. В результате исследования эксплуатационных характеристик зубчатых зацеплений предложена методика расчёта повышения износостойкости, долговечности и повышения плавности работы за счёт создания и прогнозирования определённых передаточных чисел, которые определяют некрatность зацепления и обеспечивают работу зубьев ведущего зубчатого колеса со всеми зубьями ведомого зубчатого колеса. Для уменьшения образования микропиттнга, необходимо использовать зубчатые пары с некрatным передаточным отношением. Некрatность зубчатого зацепления характеризуется контактированием каждого зуба шестерни с каждым зубом зацепляемого зубчатого колеса в определенной последовательности и обеспечивает ускоренную равномерную прирабатываемость сопрягаемых зубчатых колес, исправление дефектов при изготовлении и сборки зубчатых передач, уменьшение вибраций, шума, повышение износостойкости и повышения плавности работы зубчатых колес, долговечности. Недостатком существующего зубчатого зацепления есть то, что каждый зуб шестерни входит в контакт или контактирует только с одним и тем же зубом колеса или с группой одних и тех же зубьев зацепляемого зубчатого колеса в определенной последовательности. Например: зубчатая передача с  $i=1.0$ , число зубьев  $z_{1,2}=20/20$ , каждый зуб шестерни будет контактировать только с одним зубом колеса

В процессе приработки и эксплуатации все погрешности, отклонения зуба шестерни будут проявляться при контактировании с погрешностями и

отклонениями с сопрягаемым зубом колеса [1, 2]. Возникает циклическая составляющая динамической нагрузки и как следствие: повышенный шум, вибрации.

С целью снижения негативных факторов необходимо повышать степень точности цилиндрических зубчатых передач, что значительно увеличивает затраты на их изготовление и не снимает полностью вопросы снижения шума, вибраций, плавности зацепления. Посредством изучения основных геометрических и кинематических параметров скоростных и высокоточных зубчатых передач установлено, что зубчатые колеса подвергаются неравномерному изнашиванию, вследствие чего имеют низкую плавность и долговечность.

При больших скоростях скольжения возможность заедания определяется соотношением времени, необходимого для взаимодействия смазочной среды с микроучастками чистого металла, и среднего времени прохождения микроучастков, одновременно обнажаемых на поверхности трения, между последовательными актами их контактирования с микроучастками сопряженной поверхности [1]. Поэтому превышение критических для конкретного случая тяжело нагруженного контакта значений нагрузки, скорости или температуры всегда вызывает недопустимо интенсивное изнашивание и заедание из-за отсутствия равномерного износа. Разрушения зубчатых колес зачастую происходят в связи с неравномерным изнашиванием зубьев вследствие применения стандартных передаточных отношений. Для обеспечения долговечности, повышения износостойкости и повышения плавности работы зубчатых колес необходимо создать такие условия их контактирования, при которых каждый зуб ведущего колеса в процессе работы входил бы в зацепление с каждым зубом ведомого колеса в определенной последовательности.

**Список литературы:** 1. Наукові основи підвищення ефективності виробництва крупногабаритних редукторів / В.Д. Ковальов, Я.В. Васильченко, В.С. Антонюк, О.І. Волошин, О.О. Клочко, С.В. Рябченко // Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: Материалы международной научно-практической конференции. 20–22 сентября 2017, Харьков – Одеса.: ОНПУ, 2017. – С. 59-61. 2. Kovalev Viktor D., Vasilchenko Yana V., Klochko Alexander A., Gasanov Magomedemin I. Technology of restoration of large gear boxes. Dašić, P. (editor): *Modern trends in metalworking*, Vol. 1: Vrnjačka Banja: SaTCIP Publisher Ltd., 2018. – P. 43-63.

## **ЗАДАЧИ МОДЕЛИРОВАНИЯ ИЗДЕЛИЙ ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ**

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Ковалев, д-р техн. наук, проф.,  
Я.В. Васильченко, канд. техн. наук, доц. М.В. Шаповалов, канд. техн.  
наук, доц. В.В. Хорошайло, ДГМА, канд. техн. наук., доц.  
А. Анциферова, НТУ "ХПИ", г. Харьков*

При разработке и проектировании изделий тяжелого машиностроения возникают задачи математического моделирования, основанные на решении так называемых "связанных" задач. Даже в статической постановке часто необходимо анализировать работоспособность деталей и узлов под воздействием одновременно силовых и тепловых нагрузок, гидравлических явлений и др. Существующие стандартные системы и программные средства не позволяют решать такие задачи при взаимном влиянии разнородных факторов, поэтому разрабатываются оригинальные математические модели.

Например, при моделировании опор жидкостного трения реализуются задачи гидродинамической теории смазки с учетом упругих и тепловых деформаций, температурных режимов рабочих процессов (термоупругогидродинамическая теория). Эти явления описываются дифференциальными уравнениями в частных производных второго порядка эллиптического типа с краевыми условиями второго и третьего рода, которые решаются численными методами (конечных разностей, конечных элементов, граничных элементов). Опоры жидкостного трения требуют тщательного расчета эксплуатационных характеристик, обоснования геометрических параметров, проработки конструкции, высококвалифицированного обслуживания. Даже незначительная ошибка при конструировании может превратить преимущества опор в недостатки, так как область работоспособности опор жидкостного трения при обеспечении точности, долговечности, надежности лежит в относительно узком диапазоне изменения сочетания конструктивных параметров опор и систем их питания.

Накоплен обширный опыт разработки и реализации таких моделей при разработке и изготовлении изделий тяжелого машиностроения и станкостроения. Например, при разработке тяжелых станков нового поколения необходима тщательная проработка конструкции указанными методами, так как такой станок предназначен для обработки деталей диаметром до 5 м, длиной – несколько десятков метров, массой – до 400 т. При этом допуски на обработку детали на станке – сотые доли миллиметра, что значительно меньше возникающих упругих и тепловых деформаций.

## **ПІДХІД ДО РОЗПІЗНАВАННЯ ЗОБРАЖЕНЬ В УМОВАХ НЕЗБАЛАНСОВАНOSTІ ДАНИХ**

*асп. М.О. Коверга, СНУ ім. В. Даля, м. Северодонецьк, канд. техн. наук, доц. Т.О. Білобородова, ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України, м. Київ*

Розвиток інформаційних технологій, таких як інтернет речей, комп'ютерний зір, глибоке навчання, в поєднанні з сучасними медичними інформаційними системами робить можливим віддалений моніторинг, автоматизацію оцінки стану багатьох хронічних захворювань. Одним з таких захворювань є акне, довготривале захворювання шкіри, що характеризується різного типу шкірними висипами, контроль за розвитком яких, з етою діагностування ступеня тяжкості, можна здійснювати віддалено з використанням фотографій, зробленим хворим самостійно на смартфон.

Аналіз стану шкіри з використанням глибокого навчання має деякі обмеження у вигляді незбалансованості даних, тобто коли дані для навчання моделі містять об'єктів одного класу значно більше, ніж іншого. За результатами аналізу досліджень в області класифікації ступеня тяжкості акне з використанням фото визначено, що вища точність розпізнавання досягається з використанням саме збалансованих даних для навчання моделі. Цей факт обумовлює актуальність досліджень за напрямом підвищення точності класифікації ступеня тяжкості акне шляхом усунення негативного впливу незбалансованого розподілу даних. Одним з методів усунення незбалансованості даних є дублювання об'єктів міноритарного класу, який дозволяє зберегти усі важливі концепції в даних, на відміну від методу видалення об'єктів мажоритарного класу.

Запропонований підхід автоматичного розпізнавання ступеня тяжкості акне з використання технології глибокого навчання, включає наступні етапи: вилучення патчів з використанням моделі `shape_predictor_68_face_landmarks`, збільшення даних з використанням ковзної трансляції, вилучення ознак з використанням моделі ResNet-152, дублювання об'єктів міноритарного класу, навчання моделі з використання згорткової нейронної мережі, застосування отриманої моделі на тестових даних з оцінкою якості моделі.

Для проведення експерименту використано набір даних, що має незбалансований розподіл об'єктів по класах. За результатами застосування зазначених етапів, отримано точність моделі 85%, що на 5% вище, ніж класифікація ступеня без етапу усунення незбалансованості даних запропонованого підходу.

## **МЕТОД СИНТЕЗУ ОПТИМАЛЬНИХ ТРАЄКТОРІЙ СХВАТУ МАНІПУЛЯТОРА АВТОНОМНОГО МОБІЛЬНОГО РОБОТА**

*д-р техн. наук, проф. М.Д. Кошевий, НАУ "ХАІ" ім. М. Жуковського, м. Харків; канд. техн. наук, доц. Н.С. Ащепкова, асп. А.С. Лучко, ДНУ ім. О. Гончара, м. Дніпро*

При експлуатації автономного мобільного робота (АМР) маніпулятор рухається відносно платформи, змінюючи геометрію мас системи. При плануванні траєкторій схвату маніпулятора АМР необхідно враховувати рух платформи вздовж траєкторії або зсув зупиненої платформи. Актуальність розглянутої науково-прикладної задачі обумовлена розширенням області застосування маніпуляторів і АМР, ускладненням їх технологічних операцій [1, 2].

Запропоновано метод синтезу оптимальної траєкторії схвату як послідовностей переміщень по узагальненим координатам маніпулятора АМР. Метод передбачає на етапі проектування розробку бази даних, що містить оптимальні послідовності переміщень по узагальнених координатах, які забезпечують пересування схвату між заданими початковими і кінцевими точками робочого простору. Оптимізація здійснюється на основі оцінки якісних показників виконання маніпулятором АМР технологічних операцій. Обчислення точності позиціонування схвату, перегулювання та часу перехідного процесу проведено з застосуванням Mathcad при визначених конфігураціях  $M$  для кожної послідовності переміщень по узагальненим координатам [3]. Корекція точності позиціонування схвату враховує зсув платформи АМР обумовлений приростом будь-якої узагальненої координати  $\Delta q_i$ .

Застосування запропонованого методу дозволяє програмно проводити синтез оптимальної траєкторії схвату маніпулятора АМР, яка реалізується при визначеній послідовності переміщень по узагальненим координатам  $M$  і забезпечує задані значення якісних показників при виконанні технологічних операцій.

**Список літератури:** 1. *Юревич Е.И.* Основы робототехники: учеб. пособие / *Е.И. Юревич* – СПб.: БХВ-Петербург, 2017. – 304 с. 2. *Колобин С.А.* Динамика робототехнических систем. Уч. пособие / *С.А. Колобин* – СПб.: Университет ИТМО, 2017. – 117 с. 3. *Ащепкова Н.С.* Метод кинематического и динамического анализа манипулятора с использованием Mathcad / *Н.С. Ащепкова* // Восточно-Европейский журнал передовых технологий – Харьков: – 2015. – № 5/7 (77). – С. 54-63.

## **ПІДХІД ДО ІДЕНТИФІКАЦІЇ КЛАСІВ НЕБЕЗПЕКИ ВІДХОДІВ НА ОСНОВІ МОДЕЛЮВАННЯ**

*д-р філософії Я.О. Критська, СНУ ім. В. Даля, м. Севе́родонецьк, канд. техн. наук, доц. Т.О. Білородова, ІПМЕ ім. Г.Є.Пухова НАН України, м. Київ*

Згідно Національної стратегії управління відходами в Україні до 2030 року, в країні існує необхідність вирішення критичної ситуації, що склалася з накопиченням, переробленням та утилізацією відходів. Основними негативними тенденціями є здійснення неналежним чином утилізації небезпечних відходів. Раціональна утилізація відходів стосується безпосередньо побутового споживача та може бути складною діяльністю для звичайних людей, що призводить до застосування спільної утилізації всіх відходів без їх попереднього та правильного сортування.

Існуючі програмні рішення, направлені на аналітику відходів, є недостатньо комплексними, потребують спеціалізованих знань, що призводить до неможливості побутового споживача швидко та легко ідентифікувати тип відходів та визначити подальшу стратегію їх утилізації. Також, перехід України до європейських стандартів призводить до браку знань щодо стратегії утилізації. Це обумовлює актуальність розробки програмного рішення для визначення класу небезпечності відходу з урахуванням національних та європейських стандартів.

Запропоноване рішення направлене на розробку системи ідентифікації класу небезпечності відходів. Запропонований підхід ідентифікації класу безпеки відходів включає наступні етапи: отримання інформації про складові та зовнішні характеристики, визначення класу безпеки у відповідності до європейських стандартів за наявності відходу у базі даних небезпечних відходів; за відсутності інформації у базі даних, визначення профілю відходу за кількістю шкідливих речовин у відповідності до даних токсикологічного впливу на людину ( $LD_{50}/LC_{50}$ ), ідентифікація класу безпеки відходів у відповідності до чотирьох класів безпеки; генерація рекомендації щодо утилізації.

Результати застосування запропонованого підходу до ідентифікації класу небезпечності відходів показали повну відповідність визначеного класу безпеки відходу, що підтверджується експертної оцінкою отриманих результатів.

## **ВЛИЯНИЕ УПРОЧНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ОБРАБАТЫВАЕМОГО МАТЕРИАЛА НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОЦЕССА РЕЗАНИЯ ПРИ МНОГОПРОХОДНОМ ФРЕЗЕРОВАНИИ ЗАКАЛЕННОЙ СТАЛИ**

*канд. техн. наук, А.С. Манохин, С.А. Клименко, С.Ан. Клименко,  
М.Ю. Копейкина, Ю.А. Мельничук, А.А. Чумак, Институт  
сверхтвердых материалов НАН Украины, г. Киев*

Предметом изучения является влияние явления предварительной деформации срезаемого слоя обрабатываемого материала на характеристики пластической деформации, напряжения в поверхностном слое и силы резания при обработке закаленных сталей инструментами с ПСТМ на основе КНБ. При моделировании применялся многоцелевой конечно-элементный расчетный пакет DEFORM-2D.

Определяющее уравнение в форме уравнения Джонсона-Кука задано для стали AISI 52100 (53 HRC). Явление упрочнения обрабатываемой поверхности в данном случае обусловлено тем, что средняя толщина срезаемого слоя при чистовом фрезеровании мала (10-20 мкм) и глубина, на которую распространяются остаточные напряжения в приповерхностном слое при больших силах резания существенно выше (до 100 мкм), соответственно. Для учета данного фактора модель предполагает реализацию трех последовательных проходов, на каждом из которых срезается 20 мкм и после каждого прохода инструмент перемещается на толщину среза вниз по оси Y. Условия обработки и геометрические параметры инструмента: скорость резания  $v = 2$  м/с, толщина срезаемого слоя  $a = 0,020$  мм (ширина среза 1 мм), передний и задний углы  $\gamma = 0^\circ$  и  $\alpha = 10^\circ$ , радиус округления режущей кромки  $\rho = 10$  мкм. Анализ результатов моделирования показывает, что среднее значение  $P_z$  на первом проходе составляет 78 Н, на последующих - 68 Н;  $P_y$  - 38 Н и 40 Н соответственно. Как и в предыдущем случае данная контактная характеристика на первом проходе ( $\zeta = 2,12$ ) существенно отличается от последующих итераций процесса ( $\zeta = 1,78$ ) при толщине стружек соответственно 0,0423 мм и 0,0356 мм. Длина контакта стружки с передней поверхностью резца меняется при этом очень существенно: от 0,034 мм до 0,023 мм после первого прохода инструмента.

Указанное демонстрирует, что стабилизация контактных характеристик параметров напряженно-деформированного состояния обрабатываемого слоя изделия происходит уже после первого реза инструментом, при этом силовые характеристики процесса могут иметь значения до 15% ниже рассчитанных, без учета упрочнения величин.

## ОСОБЕННОСТИ РЕШЕНИЯ БАЗОВЫХ ЗАДАЧ ОПТИМИЗАЦИИ ЗАМКНУТЫХ МАРШРУТОВ

канд. техн. наук, доц. О.Б. Мацый, ХНАДУ, г. Харьков

Решения большинства задач маршрутизации состоят в построении одного или нескольких циклов, проходящих по всем вершинам графа  $H=(V, U)$ , который служит базовой моделью транспортной сети. Вершина  $i \in V$  графа  $H$  может быть представлена потребителем груза, населенным пунктом или перекрестком дорог. В графе  $H$  вершины  $i$  и  $j$  соединены ребром  $\{i, j\} \in U$ , если они соответствуют соседним на трассе населенным пунктам или соседним перекресткам улиц города. Граф не содержит петель. Каждое ребро  $\{i, j\}$  имеет вес  $d_{ij} \in R_0^+$ , равный расстоянию или стоимости перемещения из  $i$  в  $j$ ,  $d_{ij} = d_{ji}$ ,  $i, j=1, n$ ,  $d_{ii} = \infty$ ,  $i, j=1, n$ ,  $R_0^+$  – множество действительных неотрицательных чисел. Для описания маршрутов транспортных средств, проходящих по участкам дорог с односторонним движением, используется смешанный граф  $(V, U, A)$  с множеством  $V$  вершин, множеством ребер  $U$  и множеством дуг.

Главная особенность большинства задач маршрутизации состоит в том, что они с необходимостью сводятся к задаче коммивояжера, для которой применяется наиболее совершенная на сегодняшний день схема поиска точного решения, лежащая в основе классического алгоритма Литтла [1, 2]. Она включает: 1) процедуру построения дерева перебора; 2) процедуру вычисления в каждой вершине дерева оценки снизу стоимости частично построенного маршрута; 3) блок выбора в нем такого ребра, что все возможные варианты маршрутов разбиваются на две группы: одна из которых содержит выбранное ребро, причем для каждой группы формируется своя матрица стоимостей; 4) способ хранения данных в дереве перебора. Выбор ребра, инициирующего ветвление, выполняется таким образом, чтобы оно было наиболее подходящим для включения в искомый обход [1, 2, 3, 4]. Работа алгоритма Литтла может быть существенно ускорена в результате повышения быстродействия всех включенных в него процедур и предельно экономной организации оперативной памяти.

**Список литературы:** 1. Литтл Д.Ж. Алгоритм для решения задачи коммивояжера / Д.Ж. Литтл, К. Мурти, Д. Суини, К. Кэрел // Экономика и математические методы. – 1965. – Т. 1, вып. 1. – С. 90–107. 2. Панишев А.В. Модели и методы оптимизации замкнутых маршрутов на транспортных сетях / А.В. Панишев, А.В. Морозов. – Житомир: ЖГТУ, 2014. – 324 с. 3. Костюк Ю.Л. Задача коммивояжера: улучшенная нижняя оценка в методе ветвей и границ / Ю.Л. Костюк // Прикладная дискретная математика. – 2013. – № 4 (22). – С. 74–81. 4. Костюк Ю.Л. Эффективная реализация алгоритма решения задачи коммивояжера методом ветвей и границ / Ю.Л. Костюк // Прикладная дискретная математика. – 2013. – № 2 (20). – С. 78–90.

## **ПРОГРАМНО-ТЕХНІЧНЕ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТА УПРАВЛІННЯ ДОСТУПОМ**

*д-р техн. наук, проф. М.А. Мірошник, ас. А.М. Мірошник, студ.-бакалавр Дубов І.Г., студ.-бакалавр Сорокін Я.С., ХНУРЕ, м. Харків,*

В роботі розроблений прототип автоматизованої системи двофакторної автентифікації на основі технологій радіочастотної ідентифікації та введення пароля через клавіатуру. Розроблена система може значно підвищити рівень безпеки на підприємствах та інших об'єктах різної форми власності. Система повністю автоматизована, має модульну структуру та не потребує великої кількості часу та бюджету на реалізацію [1].

Підсистема радіочастотної ідентифікації реалізована на основі радіочастотного зчитувача RFID-RC522; підсистема введення пароля реалізована на основі матричної клавіатури 4x4. Головний контролер, який керує усією системою, реалізовано за допомогою мікроконтролера AVR ATmega328P. Програмна реалізація алгоритму керування системою здійснена на мові програмування C++ середовища розробки Arduino IDE. Моделювання розробленого пристрою керування проводилося на макетному зразку пристрою [2].

Для підвищення рівня безпеки доцільно використовувати автоматизовані системи безпеки з кількома рівнями захисту. Така система повністю автоматизована; не вимагає наявності людини; не допускає помилок; працює швидше і точніше, ніж людина; і цю систему набагато складніше обдурити, ніж людину [3].

Системи багатофакторної автентифікації вже використовуються у сучасному світі, але найбільше застосування вони отримали у сфері захисту електронної інформації, наприклад система авторизації у соціальних мережах та "месенджерах". Для захисту матеріальних речей та коштовностей зазвичай використовуються більш прості методи, такі як сейфи з ключем, або з паролем. У банківських сховищах використовують системи багатофакторної автентифікації, але комерційні рішення, які існують на ринку сьогодні, дуже дорогі.

Рішенням проблеми є розробка більш дешевої системи з використанням простішої апаратної платформи, а також самостійна розробка програмного забезпечення, яка дозволить інтегрувати автоматизовані системи багатофакторної автентифікації до охоронних систем будь-яких об'єктів. Не потрібно буде наймати охоронців; речі і коштовності будуть надійно захищені; зловмисники не зможуть обманути таку систему, а навіть якщо зможуть пройти автентифікацію за одним фактором, то інші рівні безпеки їм пройти не вдасться, а користувач у будь-який момент зможе поміняти налаштування.

Таким чином, об'єктом розробки є автоматизована система багатофакторної автентифікації. А мета розробки – створення програмно-технічного забезпечення автоматизованої системи багатофакторної автентифікації.

Після запуску програмного забезпечення системи двофакторної автентифікації, система активується та виводить на дисплей інформацію про стан системи і кожного з двох факторів автентифікації. Разом з дисплеєм активується реле, яке виступає у ролі виконавчого пристрою, спочатку реле "відкрите", тобто напруга комутується. Далі система знаходиться в режимі очікування, доки користувач не пройде автентифікацію. RFID-підсистема також активується з самого початку, і хоча цього не видно на схемі, але підсистема RFID готова у будь-який момент зчитати радіочастотну мітку. У разі безпроблемного підключення усіх елементів системи, програма виводить на дисплей повідомлення. Якщо все ж виникли якісь проблеми з підключенням, наприклад, між RFID-системою та контролером, тобто не вдається становити зв'язок між RFID-підсистемою та платою Arduino UNO, про це також повідомляється. Результати тестів показали, що система працює так, як це передбачає ПЗ. Відгук системи знаходиться в межах норми. Найбільший інтервал часу займає перший запуск системи та введення пароля, адже користувачу потрібно звикнути до нестандартної клавіатури. Подальші дії та робота підсистеми радіочастотної ідентифікації проходять дуже швидко. З огляду на технічні характеристики макетного стенду, слід зазначити, що в реальних умовах продуктивність системи може відрізнитися.

За час тестування збоїв в роботі системи не виявлено. Система справляється з усіма функціями. Багаторазове проходження автентифікації і зміна користувачів так само працюють правильно. Усі таймаути та умови функціонування відпрацьовуються. Усі виключення з функціоналу також правильно відпрацьовуються. В ході виконання роботи розроблено програмно-технічне забезпечення системи двофакторної автентифікації на основі технологій радіочастотної ідентифікації та введення пароля. Розробка виконана з метою впровадження таких систем на підприємствах, так і у побутовій сфері життя людей.

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 вони мають вищий рівень безпеки та дозволяють економити багато часу та фінансів на реалізації охоронної системи. Після, на основі технічних характеристик існуючих на ринку аналогів, була розроблена структурна схема і підібрана апаратна платформа пристрою, на основі існуючих технічних рішень, 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 відпрацьовування виключень. Проведене моделювання показало, що система працює правильно і відпрацьовує всі ситуації.

**Список літератури:** 1. *Крылова В.А.* Оценка частотной эффективности метода формирования широкополосных сигналов / *В.А. Крылова, А.Н. Мирошник, Е.Е. Тверитникова* // Актуальні проблеми автоматизації та приладобудування, Матеріали III Міжнародної науково-технічної конференції, 03-04 грудня, Харків, 2020. – С. 21-22. 2. *Крылова В.А.* Унифицированные методы защиты информации в информационных системах связи / *В.А. Крылова, А.Н. Мирошник, Е.Е. Тверитникова* // Тези XXVIII міжнародної науково-практичної конференції: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2020), 28-30 жовтня, Харків, 2020. – С. 30. 3. *Крылова В.А.* Аппаратная реализация временных конечных автоматов / *А.Н. Мирошник, В.А. Крылова* // XX международная конференция "Проблемы информатики и моделирования" (ПІМ-2020), 11–16 сентября, Харьков, 2020. – С. 48-51.

## **МІКРОКОНТРОЛЕРНА СИСТЕМА ДВОФАКТОРНОЇ АВТЕНТИФІКАЦІЇ НА БАЗІ ARDUINO**

*д-р техн. наук, проф. П.О. Качанов, канд. техн. наук, доц.  
Крилова В.А., асист. Деменкова С.Д., асп. А.Н. Мірошник, НТУ "ХП",  
м. Харків*

В роботі розроблений прототип автоматизованої системи контролю і управління доступом на основі технології радіочастотної ідентифікації, який значно підвищує рівень безпеки на підприємствах. Система повністю автоматизована, має модульну структуру та не потребує великої кількості часу та бюджету на реалізацію.

Підсистема радіочастотної ідентифікації реалізована на основі мікроконтролера AVR ATmega328P та радіочастотного зчитувача RFID-RC522. Головний контролер реалізовано за допомогою повноцінного комп'ютера. Програмна реалізація алгоритму керування системи здійснена на мові програмування Python у середовищі розробки Python IDLE. Моделювання розробленого пристрою керування проводилося на макетному зразку пристрою [1, 2].

Об'єктом розробки є автоматизована система контролю і управління доступом. А мета розробки – створення програмного-технічного забезпечення системи контролю і управління доступом.

Моделювання роботи системи відбувається в умовах, наближених до умов експлуатації. Програмне забезпечення було запущено і тестується на апаратній платформі, характеристики якої подібні до тих, які необхідні для створення терміналу. В ході виконання роботи розроблено програмно-технічне забезпечення системи контролю і управління доступом на основі технології радіочастотної ідентифікації. Ця розробка виконана з метою впровадження таких систем в охоронні системи на підприємствах [2, 3].

Розробка проходила в декілька етапів. Спочатку було проведено дослідження предметної області та проведений огляд існуючих комерційних рішень. На основі технічних характеристик існуючих на ринку аналогів, була розроблена структурна схема і підібрана апаратна платформа пристрою, на основі існуючих технічних рішень, яка відповідає усім вимогам, що пред'являються до таких систем. Під внутрішню апаратуру системи було реалізовано програмне забезпечення на мові програмування Python, яке описує роботу даної системи. Далі проводилось моделювання роботи тестового зразка, на якому система піддавалася тестам різного характеру, від перевірки основного функціоналу, до перевірки відпрацьовування виключень. яке показало, що система працює правильно і відпрацьовує всі ситуації.

**Список літератури:** 1. *Качанов П.О.* Методи аналізу коректності графових моделей керуючих автоматів / *А.М. Мірошник* // XXIX МНПК інформаційні технології: наука, техніка, технологія,

освіта, здоров'я (MicroCAD-2021), 13 травня, Харків, 2021. – С. 28., **2.** *Крылова В.А.* Оценка частотной эффективности метода формирования широкополосных сигналов / *В.А. Крылова, А.Н. Мирошник, Е.Е. Тверитникова* // Актуальні проблеми автоматики та приладобудування, Матеріали III МНТК, 03-04 грудня, Харків, 2020. – С. 21-22., **3.** *Крылова В.А.* Унифицированные методы защиты информации в информационных системах связи / *В.А. Крылова, А.Н. Мирошник, Е.Е. Тверитникова* // Тези XXVIII МНПК: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я (MicroCAD-2020), 28-30 жовтня, Харків, 2020. – С. 30.

## **РОЗРОБЛЕННЯ СИСТЕМИ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ЦІЛОСТНОСТІ ІНФОРМАЦІЇ В ПРОМИСЛОВИХ МЕРЕЖАХ**

*д-р техн. наук, проф. М.А. Мірошник, студ.- бакалавр  
А.О. Артмоменко, УкрДУЗТ, м. Харків*

Об'єкт дослідження – система забезпечення цілісності інформації, що передається в мережах передачі даних промислового значення.

Мета роботи - розробка система забезпечення цілісності інформації, що передається в мережах передачі даних промислового значення.

При виконанні роботи було виконано підрахунок хеш-суми за допомогою алгоритму хешування MD5. В результаті виконання роботи синтезована експериментальна комп'ютерна модель алгоритму хешування [1 – 3].

Моделювання комп'ютерної моделі, описаної за допомогою мови C #, проведено в середовищі розробки програмного забезпечення Visual Studio. Результати випробувань показують високу ефективність запропонованого рішення в порівнянні з існуючими аналогами.

При виконанні роботи була розроблена система забезпечення цілісності інформації, що передається в мережах передачі даних промислового значення, яка відповідає таким вимогам: система забезпечення цілісності інформації повинна виявляти, що дані не були змінені при виконанні будь-якої операції над ними, будь то передача, зберігання або подання. Подання інформації в системі повинно бути організовано найбільш однозначно і економічно, система забезпечення цілісності інформації повинна бути ефективна. Взаємодія користувачів з системою повинно бути ергономічним і зручним (на основі екранних форм вводу-виводу даних). Система повинна бути економічна, повинна витрачати мінімальну кількість енергії і ресурсів, повинна займати не більше 20% ресурсів, використовуваних основною цифровою системою. Система повинна задовольняти вимогам і стандартам мереж промислової передачі даних по швидкодії. Система забезпечення цілісності інформації повинна бути вбудованої і масштабованої.

Система забезпечення цілісності інформації не повинна сприяти розкриттю інформації про пристрій функціонально-основної частини програми, сприяти її "злому" або порушення працездатності.

В даній роботі була розроблена та реалізована модель потокового шифрування даних на основі каскадного використання безключових функцій хешування та принципу диверсності. Залізниці України вступають в період глобальної автоматизації і оптимізації управління перевезеннями. Було створено програмне забезпечення, що дозволяє автоматизувати виконання розробленої моделі та здійснювати шифрування і розшифрування текстових даних у відповідності з нею, яке написано для

операційних систем Windows з використанням технологій Framework. Мовою програмування створеного проекту є мова C#. Також було проведено функціональне тестування та налагодження програми. Для написання і налагодження програми було використано середовище розробки Visual Studio. Проведено порівняльний аналіз швидкодії процедур шифрування і дешифрування.

**Список літератури:** 1. *Мирошник М.А.* Проектирование диагностической инфраструктуры вычислительных систем и устройств на ПЛИС: монография / *М.А. Мирошник*. – Х.: ХУПС, 2012. – 188 с. 2. Криптографическая стойкость методов защиты информации в стандарте сотовой связи GSM // Компьютеры, сети, программирование. – 2006. – № 4. – С. 8-14. 3. *Лысенко И.В., Филиппов Д.А.* Модели обеспечения конфиденциальности сообщений средствами криптографии на основе принципа диверсности// Системы обробки інформації. – Харків: ХУПС.– 2006. – Вип. 2 (51). – С. 76-80.

## ANALYSIS OF MODERN SIMULATION AND OPTIMIZATION SYSTEMS

*PhD, ass. Prof. Nataliia Miroshnichenko, PhD, Prof. Olena Chernikh, stud. Ali Yilmaz, stud. Maksim Lagota, NTU "KhPI", s. Kharkiv, Ukraine*

The modern development of the production of chemicals poses more and more complex tasks for scientists. These problems must be solved immediately without carrying out lengthy theoretical or experimental research and calculations. Modern chemical–technological processes have a high degree of complexity of organization, functioning, implementation, which complicates the use of analytical research methods. Therefore, it becomes necessary to use simulation modeling, which allows research, design and optimization of the technological process more efficiently, that is, take into account the influence of a large number of parameters on the process and identify qualitative and quantitative characteristics with less time and financial resources [1].

Simulation modeling combines the advantages of both theory and experiment. The work takes place not with the physical object itself, but with its model, it makes it possible to study its properties and behavior in any situations [2]. Simulation studies with models of objects allow you to study objects in sufficient completeness, which cannot be reproduced during experiments.

Today, there are a large number of software systems for simulating technological processes, which are programs for performing engineering calculations for various technological processes with a minimum set of computing tools for modeling static and dynamic processes, such as: *HYSYS, ASPEN PLUS, CHEMCAD, DESIGN II, PRO/II, PROMAX, "КОМФОРТ"*.

Each of the listed software products includes ready-made modules that describe technological devices, physical and chemical properties of components, which make it possible to simplify the construction of technical solutions of the technological process for their calculations.

The use of software systems is aimed at improving the technological process and obtaining reliable forecasts of parameters, as well as at solving problems associated with the stay of the optimal way to implement the technological process in a short time and with a minimum probability of making mistakes.

A key feature of any software is a user-friendly graphical interface that reduces labor costs for performing certain functions and provides the result in an intuitive way for the user. The presence in the program of such features as graphical construction, an interactive debugger, documentation, allows you to reduce the time for the development of circuits.

Analysis of software packages showed that the existing software has great potential for modeling, but most software packages have a number of limitations: lack of structural identification and optimization modules, small functionality of

interactive debuggers, a small number of standard models, large calculation error and others. These restrictions require the consumer to have special knowledge in the field of mathematical description of processes and in programming. The limitations in terms of real-time modeling and the possibility of optimization taking into account various factors do not provide accurate and timely information, which is especially important for improving the management process in a tough competition in terms of price / quality / quantity, energy consumption and equipment efficiency.

The analysis performed allows us to identify the main requirement for software: the software should combine the functions of modeling the technological process and optimization of the process in real time.

Analyzing the information presented above, of course, there is no perfect tool for optimizing a specific production. As the analysis shows, each software package is used in various industries. The most common use in nuclear, gas, fuel, chemical, pharmaceutical and other industries. such software systems as *CHEMCAD*, *ASPEN PLUS*, "*КОМФОРТ*" are widely used in the chemical industry. *PRO/II*, *PROMAX* and "*КОМФОРТ*" are widely used for modeling in the gas industry.

Most of the software presented is very powerful and expensive, making it impossible for small businesses to use it. Based on its tasks and capabilities, any software for process optimization is needed to minimize financial and time costs, but no software tool will give guaranteed results without specialists with knowledge in technology, mathematics, physics, chemistry and programming.

Thus, when trying to optimize and simulate a specific production, the problem arises of choosing software for these purposes or attracting specialists to write software specifically for the existing task [3].

**Список літератури:** 1. *Бочкарев В.В.* Оптимизация химико-технологических процессов: учебное пособие / *В.В. Бочкарев.* – Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2014. – 264 с. 2. *Баженов Р.И.* Интеллектуальные информационные технологии. – Биробиджан: ПГУ им. Шолом-Алейхема, 2011. – 176 с. 3. *Лагота М.С., Мірошніченко Н.М., Соловей Л.В.* Дослідження методів багатовимірної оптимізації хімічної системи // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей ХХІХ міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2021, 18-20 травня 2021р.: у 5 ч. Ч. IV. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ "ХПІ". – 273 с. – С. 109.

## **МЕТОД ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ АТРИБУТИВНИХ МЕТАГРАФІВ ДЛЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ ВІДДАЛЕНОГО МОНІТОРИНГУ**

*ст. викл. О.В. Мнушка, ХНАДУ, м. Харків, д-р техн. наук, проф.  
С.Ю. Леонов, канд. техн. наук, НТУ "ХПІ", доц. О.П. Шапошнікова,  
ХНАДУ, м. Харків, канд. техн. наук В.М. Савченко, Globallogic  
Ukraine, м. Харків*

Веб-орієнтовані SCADA забезпечують постійний моніторинг за станом технологічних процесів або об'єктів і поступово замінюють традиційні системи керування [1].

Пропонується метод для формування інформації про актуальний стан процесів та об'єктів та прогнозування стану обладнання у середньо- та довготерміновій перспективі.

Основні етапи: 1) побудова моделі багаторівневої інформаційної системи віддаленого моніторингу та керування на основі атрибутивних метаграфів, в якій інформаційну систему представлено у вигляді атрибутивного метаграфу і на основі цього формується база знань системи; 2) накопичення даних про стан складових інформаційної системи; 3) класифікація та обробка даних у відповідності до категорій у базі знань, перевірка на відповідність стандартним паттернам; 4) паттернами у базі знань є відомі форми та параметри сигналів (даних, що збираються із обладнання), які отримують на основі аналізу експериментальних даних або в результаті імітаційного моделювання процесів та систем; 5) за умови невідповідності сигналів паттернам формують: попередження про вихід параметрів за визначені границі; попередження про передаварійний стан; попередження про аварійний стан; рекомендації про зміну режимів роботи. Попередження та рекомендації передається на рівень НМІ оператору та експертам в зручному для аналізу виді – мнемосхеми, таблиці або графіки; 6) для складних систем, які працюють в умовах невизначеності етап порівняння на відповідності паттернам замінюють аналізом за допомогою методів нечіткої логіки або штучного інтелекту; 6) довгостроковий прогноз стану обладнання формують за допомогою статистичної обробки даних у системі

Метод використовують на рівні серверів накопичення та обробки даних, управління в режимі реального часу забезпечують програмовані логічні контролери у складі технологічного обладнання.

**Список літератури:** 1. *Мнушка О.В.* Архітектура веб-орієнтованої SCADA-системи // Вісник НТУ "ХПІ". Зб. наук. праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – № 24 (1300). – С 117-128. – doi: 10.20998/2411-0558.2018.24.10.

## **STOCHASTIC MODELING OF FINANCIAL ASSETS MARKETS**

*PhD, prof. Volodymyr Moroz, ONU, Odesa, BSc Dmytro Moroz,  
CoherentMind Ltd., Odesa*

Market imbalances are the only recognized source of profit in the financial asset markets in the absence of unfair redistribution of labor. One of the assumptions of financial mathematics is the assumption that the market takes into account all economic information. To predict asset prices, especially in cryptocurrency markets, technical analysis based on candles is used quite successfully, many strategies have been developed, neural networks are used. But despite the fact that they give a good result, the result of their work is only an approximation of the time series. Such models belong to the class of predictive modeling, which is based on statistical analysis. They are effective for regression/classification, segmentation/clustering, and time series analysis tasks.

In this paper, real market price fluctuations are modeled on the assumption of their absolute randomness. Consider a time series in terms of an experiment that involves a probabilistic description, and the goal will be to calculate the mathematical expectation of income from the purchase and sale of an asset. Long-term research proves that strategies are possible for which it is possible to obtain a positive mathematical expectation of income. Gaining market income from modeling short-term price fluctuations is possible on the basis of a model such as geometric Brownian motion – the price is considered as a continuous random process that satisfies the stochastic differential equation. But probabilistic patterns can only be local. Therefore, due to the fact that the price of the asset changes little in a short time, so the income will also be small. The computational tests was executed and the results analyzed. The model will be tested in real time market as a bot and modified for random singular jump.

**References:** **1.** *Grunspan, Cyril*, Asymptotic Expansions of the Lognormal Implied Volatility: A Model Free Approach (November 29, 2011). Available at <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.1965977>. **2.** *Andersen, Leif BG and Piterbarg, Vladimir* Moment Explosions in Stochastic Volatility Models, 2005. Available at <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.559481> **3.** *Huu Tue Huynh, Van Son Lai, Issouf Soumare*. Stochastic Simulation and Applications in Finance with MATLAB Programs. Wiley, 2008. 360 p. **4.** *Suren Islyayev*, Stochastic models with random parameters for financial markets. PhD thesis, Department of Mathematical Sciences, Brunel University, London, 2014. **5.** Sandhya Devi Asymmetric Tsallis distributions for modeling financial market dynamics, 2021. Available at <http://dx.doi.org/10.1016/j.physa.2021.126109>.

## **ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ІТ ПРОЕКТАМИ**

*В.І. Стефанчак, ас. К.П. Газдюк, ЧНУ ім. Ю. Федьковича, канд. фіз.-мат. наук, О.М. Нікітіна, Лицей №1, А.В. Телішевська, ЗОШ №24, м. Чернівці*

Наслідком входження людства в нову цифрову еру є те, що майже всі повсякденні процеси в житті людини відбуваються за допомогою цифрових технологій, які в свою чергу, виконують певні програми. Програм стає все більше, відповідно й розширюється коло компаній. Кожна компанія прагне максимально ефективно та систематизовано розробляти програмні продукти. На допомогу приходять системи управління проектами, які дозволяють досягати поставленої мети.

Актуальність роботи полягає в тому, що аналоги часто є складними в використанні, перевантажені зайвим функціоналом та не сприяють ефективній роботі з ними, що відштовхує користувача. Основною метою роботи є створення системи управління ІТ проектами. Розроблена система є центром управління проектом, в якому всі завдання розподіляються на робочі процеси. Це робить командну роботу більш прозорою та дозволяє бачити стан кожної задачі, які мають пройти всі стадії процесу до свого завершення. Налаштування прав доступу дозволяє адміністраторам визначати, яким користувачам будуть доступні певні дії в межах проекту.

Програмній реалізації системи управління ІТ проектами передувало детальне дослідження аналогів програмного продукту. Для кожного аналогу окремо було розроблено матриці вагомості функціональних вимог, на основі яких було виділено найвагоміший функціонал, який реалізовано у програмному продукті. Для розробки веб-застосунків використовувались актуальні технології, що дозволило забезпечити максимальну простоту та інтуїтивну зрозумілість при користуванні системою.

В роботі використано декілька сучасних бібліотек та фреймворків, за допомогою яких, вирішено такі задачі:

1. Проектування архітектури бази даних.
2. Проектування та створення інтерфейсу за допомогою мов програмування Java та JavaScript.
3. Розробка серверної частини методами мови програмування Java
4. Визначення інструкцій для розгортання та налаштування системи на хостингу Amazon Web Services.

## **КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРІВ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДА В СТАЦІОНАРНИХ РЕЖИМАХ**

*д.т.н., проф. В.І. Носков, к.т.н., проф. В.В. Скородєлов, к.т.н., доц. Г.В. Гейко, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Контроль і діагностика стану рухомого складу в процесі його експлуатації є актуальною проблемою, що підтверджується великою кількістю публікацій. При цьому, основна увага авторів приділяється питанням створення бортових систем контролю і діагностики (СКД), які забезпечують необхідною інформацією обслуговуючий персонал про роботу основних систем локомотива, а також систем з дистанційним контролем окремих вузлів при русі локомотива по перегону [1 – 3]. До складу мікропроцесорної системи автоматизованого регулювання (САР) вітчизняного дизель-поїзда ДЭЛ-02 з тяговими асинхронними двигунами (ТАД) введена СКД, яка здійснює постійний контроль роботи систем дизель-поїзда. У той же час, потрібна перевірка і, при необхідності, налаштування характеристик дизель-поїзда в стаціонарних режимах.

Із цією метою було виконано: аналіз системи електропередачі з урахуванням реалізації заданих режимів роботи; можливість використання САР і СКД при виконанні перевірки; розробка методів перевірки характеристик тягової електропередачі в замкнутій САР без використання додаткового устаткування.

Особливістю схеми дизель-поїзда ДЕЛ-02 є наявність електричного гальма, що дає можливість виконувати перевірку характеристик дизель-генератора при навантаженні на гальмовий резистор, а перетворювач частоти навантажити на загальмовані ТАД. При цьому, САР є замкнутою, а реєстрація процесів в електроприводі та контроль параметрів виконується СКД із виводом інформації на екран машиніста. Додаткове устаткування (водяний реостат, контрольно-вимірювальні прилади) при проведенні зазначених робіт не потрібно. Розроблений метод контролю параметрів тягового електропривода в стаціонарних режимах використовується при експлуатації дизель-поїздів ДЕЛ-02 на Одеській залізниці.

**Список літератури:** 1. *Боднар С.Б.* Основні вимоги та принципи створення бортових систем діагностування локомотивів / *С.Б. Боднар.* – Наука та прогрес транспорту. Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту, 2014, № 1 (49). – С. 68 – 74. 2. *Мельников В.* Диагностирование тепловозов по данным бортовых микропроцессорных систем / *В. Мельников* // Мир транспорта. – № 03, 2014. 3. *Нургулжанова А.Н.* Анализ систем диагностики технического состояния локомотивов и вагонов при движении железнодорожных составов / *А.Н. Нургулжанова, Э.А. Багыбаева* // Материалы ХLI Международной науч.-практ. конф. КазАТК им. М.Тынышпаева на тему: "Инновационные технологии на транспорте: образование, наука, практика". – 2017. – Том 2. – С. 169-171.

## **АНАЛИТИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ В АНТИКРИЗИСНОМ УПРАВЛЕНИИ ПРЕДПРИЯТИЙ**

*д-р эконом. наук, проф. О.И. Маслак, инженер 1-й категории  
Т.А. Орлова, канд. техн. наук О.А. Анцыферова, Д.М. Орлов,  
НТУ "ХПИ", г. Харьков*

В условиях антикризисного управления предприятием, использование аналитических методов финансового исследования, может помочь руководству спрогнозировать наступление финансового кризиса, а также разработать механизмы и методы оптимального выхода из кризисной ситуации [1 – 3].

Кризисные явления в работе предприятия являются результатом повышения до критического состояния внутренних проблем, нарушения баланса в функциональных структурах и, что особенно важно – несостоятельность возобновить этот баланс самостоятельно. Кризис развивается поэтапно, имеет свои внешние признаки и стадии [4, 5].

Первая стадия (нарушение безубыточной деятельности предприятия) – ухудшение финансового положения (снижение прибыли и рентабельности капитала).

Вторая стадия (нарушение финансового баланса) – невозможность обеспечения своевременного поступления денежных средств в объемах, необходимых для финансирования операционных и инвестиционных расходов предприятия.

Третья стадия (снижение объема собственных средств и ликвидности предприятия) – переориентирование денежных потоков на погашение убытков и банковских займов, а также обслуживание кредиторской задолженности.

Проводится анализ финансового состояния – как общего индикатора устойчивого функционирования предприятия. Учитывая все показатели операционной, инвестиционной и финансовой деятельности предприятия, можно систематизировать возможные варианты развития кризиса организации.

На основе разных показателей составляются математические модели, которые дают возможность определить:

- потенциальную угрозу кризиса,
- степень и масштабы критической ситуации,
- ожидаемое время банкротства,
- потенциал предприятия по недопущению/преодолению кризиса,
- разработать сценарий по выходу из кризиса и стабилизации работы предприятия.

К преимуществам математического моделирования в антикризисном управлении предприятий можно отнести:

высокий уровень аргументации решений,  
уменьшение времени на формирование решений,  
допустимость выполнения обратной операции.

Руководитель, применяющий математическое моделирование в системе антикризисного управления, может выяснить:

- причинно-следственные связи внутрипроизводственных процессов (с помощью количественных показателей) и спрогнозировать вероятность их модификации,

- нарушения в структурах системы,

- степень влияния факторов кризиса на работу и развитие предприятия,

- смоделировать условное состояние предприятия под влиянием внутренних, внешних факторов на данный момент и принятых управленческих решений.

Таким образом, использование полученных математических моделей и прогнозов в антикризисном управлении дает руководству возможность предупредить, нейтрализовать и побороть кризис, а также свести к минимуму потери.

**Список литературы:** 1. *Васильева Т.А.* Держава, підприємства та банки в системі антикризового управління: монографія / *Т.А. Васильєва, О.Б. Афанасьєва.* – Суми: Вид. "Ярославна", 2013. – 488 с. 2. *Гринько Т.В.* Стратегія як інструмент антикризового управління на підприємстві / *Т.В. Гринько* // Економіст. – 2013. – № 8. – С. 51-53. 3. *Данілов О.Д.* Фінанси підприємств у запитаннях і відповідях: [навч. посіб.] / *О.Д. Данілов, Т.В. Паситко.* – К.: Центр навчальної літератури, 2011. – 256 с. 4. *Shembel', Yu.S.* (2012), Prohnozuvannya kryzovoho stanu pidpryyemstva u obgruntuvannya kompleksu zakhodiv antykryzovoho upravlinnya [Prediction crisis condition enterprises and study the complex anticrisis management measures], NMAU, Dnipropetrovs'k, Ukraine. 5. *Шагеева А.Х.* Математическое моделирование в антикризисном управлении / *А.Х. Шагеева* // Национальная безопасность / nota bene. – 2015. – № 3. – С. 349-358. 6. *Ладунка І.С.* Антикризове управління підприємством / *І.С. Ладунка, О.І. Андріюшина* // Економіка і суспільство. – 2017. – № 8. – С. 278-281.

## **СИСТЕМА КОНТРОЛЮ РОБОТИ ДВИГУНА НА БАЗІ МІКРОКОНТРОЛЕРА ARDUINO**

*ст. викл. В.І. Панченко, студ. О.Д. Сторожук, НТУ "ХПИ", м. Харків*

У сучасному ринку автомобілів спостерігається значний ріст застосування мікроконтролерних пристроїв у його ключових вузлах керування. Такий ріст обумовлюється посиленням вимог до рівня безпеки та викидів транспортного засобу, в яких саме застосування мікроконтролерних систем дозволяє задовольнити цим вимогам, уникаючи значного подорожчання вартості розробки та збірки автомобілю. Зокрема, варто відмітити систему "старт-стоп", яка зупиняє роботу двигуна, таким чином зменшуючи витрати палива. Однак, до такої системи висувуються вимоги щодо безперебійної роботи при живленні від бортової системи, в якій наявні електромагнітні перешкоди та різкі стрибки напруги струму. Сама безвідмовність такої системи повинна бути не більше 1 відмови на 1 млн. одиниць продукції та працювати у температурному діапазоні від – 30 до +60 °С.

Сучасні системи "старт-стоп" нараховують багато реалізацій, однак кожна з цих реалізацій не враховує особисту поведінку водія автомобіля, що змушує їх уникати використання цієї системи.

В даній роботі виконано розробку власної системи "старт-стоп" для автомобілів на базі мікроконтролерної плати Arduino UNO, що базується на мікроконтролері Atmega328p. Алгоритм роботи пристрою полягає у навчальному записі часових інтервалів між натисканням педалей акселератору та гальма, що дозволяє системі підлаштуватися під режим керування. Після навчання система переходить до розпізнавання часових проміжків між натисканням двох педалей, під час якого вона приймає рішення про необхідність зупинки двигуна.

Живлення мікроконтролера виконується через понижуючий DC/DC перетворювач. Найбільш відомим є схема XL4005. Завдяки її застосуванню забезпечується безперебійне живлення при стрибках напруги до 50 В.

**Список літератури:** 1. *Хоровиц П., Хилл У.* Искусство схемотехники. / П. Хоровиц, У. Хилл. – М.: Издательство БИНОМ, 2014. – 704 с. 2. *Deloitte.* Semiconductors – the Next Wave. Opportunity and winning strategies for semiconductor companies. / *Deloitte* // Deloitte China, 2019. – 58 p. 3. *Highlights of the Automotive Trends Report:* [Електронний ресурс] // Режим доступу [www URL: https://www.epa.gov/automotive-trends/highlights-automotive-trends-report](https://www.epa.gov/automotive-trends/highlights-automotive-trends-report) (дата звернення 25.06.2021).

## **ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ НАРЕЗАНИЯ КРУПНОМОДУЛЬНЫХ ШЕВРОННЫХ КОЛЕС**

*д-р техн. наук, проф. А.А. Пермяков, д-р техн. наук, проф.  
А.Ю. Заковоротный, канд. техн. наук, О.А. Анцыферова, ас.  
Е.В. Камчатная-Степанова, НТУ "ХПИ", г. Харьков*

Зубонарезной инструмент для лезвийной обработки закалённых крупномодульных шевронных колес применяется как предварительная операция для уменьшения припуска под зубошлифование [1, 2]. Впервые на мировом рынке были представлены червячные твердосплавные фрезы фирмы "Azumi" Япония [3]. Фрезы предназначены для обработки закалённых шевронных колёс с модулем зубьев  $m = 2-25$  мм. У фрез до  $m = 12$  мм режущие элементы выполнены в виде трапецидальных твердосплавных пластин, напаянных на винтовые выступы корпуса, а у фрез  $m = 12-25$  мм на винтовые выступы напаяны полосы твёрдого сплава.

Отличительной особенностью фрез является наличие отрицательного угла наклона режущих кромок  $\lambda = -30^\circ$ , что обеспечивает инструментам условия косоугольного резания, повышает их стойкость и улучшает качество обработки зубьев шевронных колёс. К недостаткам конструкции следует отнести то, что профиль её зубьев криволинейный, и это затрудняет процесс шлифовки профиля и обеспечение необходимой точности инструмента. Большие размеры твердосплавных пластин усложняют процесс напайки и заточки зубьев. Фрезы обрабатывают только боковые поверхности закалённых зубьев, поэтому черновое нарезание зубьев под закалку осуществляется червячными фрезами с модифицированным профилем зубьев – с "протуберанцем". Заточка фрез фирмы "Azumi" производится высокопрочными алмазными шлифовальными кругами на специальном заточном станке, имеющем устройство глубокого шлифования.

Фрезы различной конструкции разработаны фирмой "Fette" ФРГ. Первоначально были представлены фрезы сборной конструкции  $m = 5 \div 20$  мм со вставными зубчатыми рейками, на передних гранях которых напаяны твердосплавные пластинки трапецидальной формы. В дальнейшем фирмой предложены более совершенные фрезы, оснащённые твердосплавными неперетачиваемыми поворотными пластинками [4, 5].

Фреза такой конструкции состоит из корпуса с винтовой базирующей канавкой, на котором закреплены несколько зубчатых сегментов так же винтовой формы. На боковых поверхностях сегментов и вершинах в квадратных гнёздах расположены твердосплавные неперетачиваемые пластинки 4-х гранной формы. Фрезы могут быть как однозаходными, так и многозаходными, и применяются для черновой и чистовой обработки закалённых и незакалённых колёс.

Традиційно стандартні конструкції черв'ячних фрез, где розміри режущих кромок інструмента зависят від розмірів модуля оброблюваних зубців колеса, не дозволяють збільшити кількість режущих елементів і, таким образом, знизити навантаження на режущі кромки. Конструктивні недоліки стандартних черв'ячних фрез особливо проявляються при бажанні оснастити фрезу твердим сплавом. Из-за великих розмірів режущих кромок ускладнюється процес напайки зубців твердим сплавом, заточка зубців, забезпечення точності інструмента і др.

Між тим, аналізи схеми різання зубців черв'ячної фрези при отриманні чистового зубофрезерування показує, що в цьому випадку немає необхідності виконувати режущі кромки інструмента співмірними з розмірами оброблюваних зубців шевронних коліс, т.к. не всієї довжини кромки беруть участь у різанні.

**Список літератури:** 1. *Заковоротний О.Ю., Клочко О.О., Старченко О.П., Камчатна-Степанова К.В., Анциферова О.О.* Підвищення точності, якості та продуктивності обробки великогабаритних евольвентних шліцевих поверхонь. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 04 – 07 липня 2019 року / Під заг. ред. В.Д. Ковальова. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – С. 36-37. 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 (FIT), 2020, pp. 223–246. 3. *Беловол А.В., Гасанов М.І., Клочко О.О., Набока О.В., Скоркин А.О., Шелковой О.М.* Імітаційне моделювання в задачах машинобудівного виробництва: навч. пос. / за ред. О.М. Шелкового. Харків: НТУ "ХПІ", 2019. – 500 с. 4. *Клочко О.О., Анциферова О.А., Камчатна-Степанова К.В., Антоненко Я.С.* Чистове нарізання загартованих шевронних коліс обкатувальними різцями. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 21 – 24 грудня 2020 року / За заг. ред. В.Д. Ковальова. – Краматорськ: ДДМА, 2020. – С. 45. 5. О патріархе зубообробки А.К. Сидоренко / *В.Ф. Шаповалов, В.И. Печеный, А.А. Клочко, А.Н. Коротун, Г.И. Михайлов* // Вісник Національного технічного університету "ХПІ": зб. наук. пр. Тематичний випуск: Проблеми механічного приводу. – Харків: НТУ ХПІ, 2009. – № 20. – С. 3-7.

## **ANALYSIS AND CLASSIFICATION POWER QUALITY (PQ) DISTURBANCES**

*c.t.s., ass. prof. Povorozniuk N.I., third-year student Trynus N.V., National Technical University of Ukraine "Igor Sikorsky Kyiv Polytechnic Institute", Kyiv*

Electricity quality problems have recently become important [1]. The decrease in the level of electricity quality is due to the presence of distortions of the sinusoidal shape of currents and voltages and the deviation of the parameters from the nominal ones. The deterioration of power quality is due to both the mass introduction of powerful nonlinear semiconductor devices and renewable energy sources. Low quality of electric energy negatively affects the operation of sensitive electronic and microprocessor devices and leads to significant economic losses. To prevent these losses and reduce the impact of negative factors on the quality of electricity, it is necessary to monitor the power quality.

Monitoring of electricity quality consists of several successive stages. In the first stage, the signals carrying information about currents and voltages of the network are perceived by sensors and normalized. To detect distortions, it is necessary to feature extraction from the normalized signals. Feature extraction is an important stage of monitoring and for this purpose various methods of signal processing are used [2]. The flexible and effective method of wavelet analysis is used in the work to feature extraction.

A set of distortion parameters obtained in the previous step are classified for recognition of the type of distortion. Artificial intelligence methods are widely used to classify distortions of currents and voltages of electrical networks [3]. One of the effective methods of classification is the method of support vector machine (SVM), which is used in this work to recognize the type of distortion. To verify the correctness of the theoretical positions in the Matlab / Simulink environment, a model for generating typical distortions was created. The signals generated by the model are processed by a wavelet analysis program and significant feature of distortion are removed and fed to the classifier. The classifier, based on the method of support vector machine, recognizes the type of distortion by a set of extracted essential features.

**References:** 1. *Bharat Bhushan Sharma et al*, Classification of Power Quality Events - An Inclusive Review, 2021, J. Phys.: Conf. Ser. 1854 012020 2. *Shaik A.G. and Mahela O.P*, "Power quality assessment and event detection in hybrid power system," Electr. Power Syst. Res., vol. 161, pp. 26-44, Aug. 2018. 3.

## ПИТАННЯ АВТОМОРФІЗМУ ДЕЯКИХ ТИПІВ ЛОГІЧНИХ ДЕРЕВ

*д-р техн. наук, доц. І.Ф. Повхан, ДВНЗ "Ужгородський національний університет", м. Ужгород*

Станом на зараз з профільної літератури відомо, що кількість різних регулярних логічних дерев дорівнює кількості  $n$  - розстановок з  $n$  елементів, тобто  $n!$ . Очевидно, що серед цих  $n!$  однорідних дерев (випадок неоднорідних дерев не розглядається) знаходиться і те логічне дерево, яке відповідає мінімальній (або близької до мінімальної) дужкової форми. Тут слід відмітити – що загальний пошук таких логічних дерев шляхом прямого перебору  $n!$  елементів досить складна задача і не може бути просто та ефективно вирішена навіть сучасними програмними та апаратними засобами [1, 2].

Під неоднорідним логічним деревом будемо розуміти дерево у якого на певних ярусах можуть розташовуватись змінні різних індексів. Для однорідного дерева можлива лише структура в якій розташовані на фіксованому ярусі змінні одного індексу.

Зауважимо, що  $n!$  перестановок можна завжди деяким чином розбити на підмножини які не перетинаються, причому загальна кількість міток на логічному дереві при цьому не міняється.

Зрозуміло, що пошук таких підмножин в загальному випадку також є доволі проблематичним. Тому тут буде розглянутий розв'язок даної задачі для деяких часткових випадків логічних дерев. Нехай на першому етапі маємо  $D$  - деяке логічне дерево, тоді через  $G_D$  позначимо групу автоморфізмів логічного дерева  $D$ .  $G_D$  - це множина всіх можливих перестановок ярусів в структурі логічного дерева, які не міняють дане дерево  $D$ . Через  $G$  позначимо групу всіх перестановок ярусів логічного дерева. Зрозуміло, що дерево  $D$  тоді і тільки тоді буде представляти симетричну функцію коли  $G_D = G$ .

На наступному етапі нехай маємо, що  $G/G_D$  - система правих суміжних класів по  $G_D$ . Введемо додатково позначення  $[B]$ , де  $[B]$  - загальна кількість елементів (потужність) множини  $B$ . Тоді за теоремою Лагранжа будемо мати наступну ситуацію:

$$G/G_D = \frac{|G|}{|G_D|} = \frac{n!}{|G_D|} \quad (1)$$

Зауважимо, тут  $n$  загальна кількість ярусів логічного дерева  $D$ . З формули (1) слідує, що знаючи порядок групи  $G_D$ , можна знати число  $|G/G_D|$ . Так число  $|G/G_D|$  представляє собою інтерес для даного

дослідження при використанні логічного дерева в задачах мінімізації (оптимізації структури): для знаходження самої ефективної перестановки на логічному дереві  $D$  - достатньо перебрати  $|G/G_D|$  перестановок. Відмітимо також, що знаходження порядку  $G_D \in$  в загальному випадку також досить складною задачею.

На наступному етапі дослідження розглянемо дану задачу для знаходження деяких часткових випадків.

1) Припустимо, що логічне дерево задовольняє наступному співвідношенню:  $a_{i,4k+1} = a_{i,4k+2}$ . Зауважимо, що дане співвідношення має виконуватися для всіх  $i = 2, 3, \dots, n-1$  та  $k = 0, 1, 2, \dots, 2^{i-2}$ . В цьому випадку довільна перестановка в ярусах  $0, 1, 2, \dots, n-2$  не міняє структурну складність логічного дерева  $D$ . Звідси можна зробити наступний висновок, що група  $G_D$  містить хоча би  $(n-1)!$  елементів. Отже, будемо мати наступну ситуацію:

$$|G/G_D| \leq \frac{n!}{(n-1)!} = n. \quad (2)$$

Таким чином, в даному випадку для знаходження оптимальної перестановки потрібно не більше ніж  $n$  кроків.

2) Припустимо, що логічне дерево задовольняє наступному співвідношенню  $a_{i,4k+1} = a_{i,4k+2}$ .

Зауважимо, що дане співвідношення має виконуватися для всіх  $i = 2, 3, \dots, n$  та  $k = 0, 1, 2, \dots, 2^{i-2}$ , де  $i \leq p \leq n-1$ . Тоді розглянемо дві сукупності ярусів  $\{0, 1, 2, 3, \dots, p-2\}$  та  $\{p, p+1, \dots, n\}$ .

Відмітимо, що перша сукупність містить  $p-1$ , а друга  $n-p$  ярусів логічного дерева. Група  $G_1$  перестановок ярусів  $\{0, 1, 2, \dots, p-2\}$ , складається з  $(p-1)!$  елементів. Група  $G_2$  перестановок ярусів логічного дерева  $\{p, p+1, \dots, n\}$  містить  $(n-p+1)!$  елементів. Розглянемо групу  $G^* = G_1 * G_2$ . Ця група представляє собою прямий добуток груп  $G_1$  та  $G_2$ . Отже можна зробити висновок, що:

$$|G^*| = |G_1| * |G_2| = (p-1)! * (n-p+1)! \quad (3)$$

Отже на останньому етапі будемо мати, що  $G^* \subset G_D$ . Тому можна зробити висновок, що:

$$|G_D| \geq (p-1)! * (n-p+1)! \quad (4)$$

Звідси маємо наступну ситуацію:

$$|G/G_D| = \frac{n!}{(p-1)!*(n-p+1)!} = C_n^{p-1}. \quad (5)$$

**Висновки.** Отже зважаючи на все вище сказане можна зафіксувати наступне – що в даному випадку для знаходження оптимальної перестановки ярусів деякого однорідного логічного дерева (розгляд даного питання стосується лише однорідних структур логічних дерев) потрібно провести не більше ніж  $C_n^{p-1}$  кроків (перестановок ярусів в структурі даного дерева).

**Список літератури:** 1. *Povhan I.* General scheme for constructing the most complex logical tree of classification in pattern recognition discrete objects / *I. Povhan* // Електроніка та інформаційні технології : зб. наук. пр. – Львів, 2019. – Вип. 11. – С. 112-117. 2. *Srikant R.* Mining generalized association rules / *R. Srikant, R. Agrawal* // Future Generation Computer Systems. – 1997. – Vol. 13. - № 2. – P. 161-180. 3. *Василенко Ю. А.* Концептуальна основа систем розпізнавання образів на основі метода розгалуженого вибору ознак / *Ю.А. Василенко, Е.Ю. Василенко, І.Ф. Повхан* // European Journal of Enterprise Technologies. – 2004. – № 7 (1). – С. 13-15. 4. *Повхан І. Ф.* Особливості синтезу узагальнених ознак при побудові систем розпізнавання за методом логічного дерева / *І.Ф. Повхан* // Інформаційні технології та комп'ютерне моделювання ІТКМ-2019: матеріали міжнародної науково-практичної конференції, Івано-Франківськ, 2019. – С. 169-174. 5. *Povhan I.* Designing of recognition system of discrete objects / *I. Povhan* // 2016 IEEE First International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP), Lviv, 2016, Ukraine. – Lviv, 2016. – P. 226-231.

## **ТЕОРІЇ ЕВРИСТИЧНОЇ САМООРГАНІЗАЦІЇ В ІМІТАЦІЙНОМУ МОДЕЛЮВАННІ УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСАМИ**

*д-р техн. наук, проф. Н.С. Равська, канд. техн. наук, доц. Є.В. Корбут, канд. техн. наук, доц. О.А. Івановський, канд. техн. наук, с.н.с. Р.П. Родин, канд. техн. наук, ст. викладач В.С. Парненко, Національний технічний університет України "КПІ ім. І. Сікорського", м. Київ, д-р техн. наук, проф. О.Ю. Заковортний, д-р техн. наук, проф. О.О. Ключко, Національний технічний університет України "ХПІ", м. Харків, канд. техн. наук, доц. С.П. Сапон, Національний університет «Чернігівська політехніка» м. Чернігів, dr. Rolahd Loroch, Loroch GmbH, Morlenbach, Germany*

Ефективність будь-якого процесу залежить від управління процесами. Імітаційне моделювання відкриває широкі можливості оптимального управління ними і забезпечує побудову моделей, описуючих діючий процес.

Серед різноманітності видів імітаційного моделювання систем і методів заслуговують методи, засновані на теорії евристичної самоорганізації. Теорія самоорганізації базується на принципах самоорганізації і масової селекції [1, 2, 4] та реалізується в алгоритмах методу групового врахування аргументів (МГВА).

Існує багато видів алгоритмів МГВА, проте всі вони характеризуються структурною спільністю на принципі самоорганізації, який в алгоритмах МГВА реалізується наступними основними положеннями:

- принцип зовнішнього доповнення;
- Геделевський підхід при самоорганізації моделей;
- зовнішні критерії селекції;
- розподіл таблиці експериментальних даних на дві частини;
- гіпотеза селекції;
- принцип збереження свободи вибору;
- застосування евристичних методів;
- одночасне моделювання на рівній спільності мови математичного моделювання.

Самоорганізація потребує незначних вимог до апріорної інформації, щоб здійснити перебір безкінечно великої кількості варіантів.

Перевагою алгоритму в порівнянні з іншими алгоритмами цього класу є: наявність можливостей розширення вектора вихідних даних, що приводить до спрощення розрахунків та одержання більш точного математичного опису. Крім того, ця особливість дозволяє більш повно враховувати накопичений досвід, заздалегідь задаючи найбільш вірогідний масштабний простір, в якому здійснюють пошук математичної моделі та наявність апарату для усунення колінеарності - прийому ортогоналізації.

Даний прийом спрощує вид опису, зводить рішення системи рівнянь Гауса (для визначення коефіцієнтів) до розрахунку оцінки одного коефіцієнта, дозволяє використовувати неоптимальні статистичні плани і дані пасивного експерименту.

Основна структура спрощеного модифікованого алгоритму МГВА характеризується блоками:

- попередня обробка спостережень з врахуванням системи вибраних опорних функцій;

- розрахунок претендентів селекції - зовнішніх доповнень та вибір моделі оптимальної складності. Для управління технологічними процесами використовують штучні нейронні мережі (ШНМ), які являють собою математичні моделі з їх програмним апаратним комплексом [5].

Слід зазначити, що побудова моделей ШНМ базується на теорії евристичної самоорганізації. В зв'язку з цим виникає можливість на основі моделей, одержаних з використанням алгоритмів МГВА створювати ШНМ з включенням цих моделей в мережу і подальшою корекцією системи управління. Так, враховуючи спільність основних положень теорії самоорганізації ШНМ та МГВА, до змінних мережі додати модель в якості змінної  $Z$ . В результаті одержимо нейронну мережу, яка списує фізичні явища, що супроводжують процес. Це дозволить значно підвищити ефективність та точність управління процесом [3, 5].

**Список літератури:** 1. *Ивахненко А.Г.* Системы эвристической самоорганизации в технической кибернетике / *А.Г. Ивахненко.* – К.: Техніка, 1971. – 372 с. 2. *Ковалева Л.И.* Основные положения алгоритма для моделирования процесса резания с учетом физических явлений, его сопровождающих / *Л.И. Ковалева; Л.Г. Дюбнер, П.В. Скрынник* // Надійність інструменту та оптимізація технологічних систем. ДДМА. – 2004. – № 15. – С. 241-246. 3. *Равская Н.С.* Применение методов самоорганизации для идентификации процессов и объектов / *Н.С. Равская, Л.И. Ковалева* // Lucrarile stiintifice all simpozion lui international, Universitaro Ropet. – 2002. Inginerie Mecanica, Petrosani, Focus. 4. *Джимми У.Ки.* Искусственные нейронные сети управления технологическими процессами. Часть 1, Control Engineering. - 2016. – №3 (63). – С. 62-66. 5. *Равская Н.С.* Нейронные сети, учитывающие физические явления, сопровождающие процесс резания / *Н.С. Равская, А.А. Клочко, А.Ю. Заковоротный, Е.В. Корбут, Р.П. Родин* // Mechanics and Advanced Technologies. – 2020. – № 2 (89). – С. 155-162.

## МЕТОД ЗАВАДОСТІЙКОГО КОДУВАННЯ ДВІЙКОВИХ СИГНАЛІВ В КАНАЛАХ ЗВ'ЯЗКУ З ШУМАМИ

*д-р техн. наук, проф. О.А. Серков, асп. Б.О. Лазуренко, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Для систем цифрового зв'язку найбільш важливою є модель каналу з адитивним гаусовим шумом (AWGN). Комплекс, що включає модулятор, демодулятор та шумове середовище розповсюдження сигналів моделюється як симетричний канал з імовірністю похибки на біт інформації для двійкового сигналу у вигляді [1]:

$$P = Q(x) \left( \sqrt{\frac{2E_D}{N_0}} \right),$$

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^{\infty} \exp\left(-\frac{z^2}{2}\right) dz - \text{Гаусів інтеграл похибок};$$

де  $E_D / N_0$  – відношення сигнал/ шум (SNR) на біт інформації.

Пристрій кодування системи безпроводного цифрового зв'язку отримує двійкові інформаційні символи від джерела, додає до них надлишкові символи для виправлення більшої частини похибок, які виникають під час модуляції сигналів, їх передачі по каналу з AWGN та подальшою демодуляцією. Аналіз існуючих методів завадостійкого кодування [2] показав переважне застосування послідовного кодування та модуляції інформаційного двійкового сигналу. Однак їх одночасне провадження забезпечує більш високу ефективність та енергетичний вигравш від кодування [3]. Причому, вигравш від кодування визначають як різницю між відношенням SNR системи з кодуванням та без нього за умов однакової швидкості передачі інформації та імовірності похибки. Таким чином при випромінюванні інформаційного сигналу до вільного простору застосовано принцип одночасного кодування кожного інформаційного біту кількома сотнями надкоротких імпульсів, що надходять з певною послідовністю та їх модуляцію двійковими інформаційними сигналами шляхом зсуву у часі на чверть тривалості імпульсу відносно його основного положення [4, 5]. При цьому умовна функція щільності імовірності (ФЩІ) послідовності сигналів у на виході каналу за умов, що на його вході передавалася послідовність  $x$  дорівнює:

$$P(y|x) = P_n(y-x) = \frac{\prod_{i=0}^{n-1} \frac{1}{\sqrt{nN_0}} \exp(y_i - x_i)^2}{N_0},$$

де:  $P(y|x)$  – є ФЩІ  $n$  статистично незалежних та однаково розподілених відліків шуму з нульовим середнім та дисперсією, яка дорівнює  $N_0/2$ . Величина  $N_0$  є односторонньою спектральною щільністю потужності шуму. Декодування здійснюють за максимумом правдоподібності що відповідає обранню послідовності  $x^*$ , яка мінімізує квадрат Евклідової відстані між прийнятою послідовністю  $y$  та  $x^*$ :

$$D^2(x, y) = \sum_{i=0}^{n-1} (x_i - y_i)^2.$$

**Список літератури:** 1. *Серков О.А.* Метод оцінки імовірності бітової похибки в системах надширокопосмугового зв'язку / *О.А. Серков, Б.О. Лазуренко, К.А. Трубочанінова* // Системи управління, навігації та зв'язку. – 2019. – Вип. 6 (58). – С.111-114. 2. *Морелос-Сарагоса Р.* Искусство помехоустойчивого кодирования. Методы, алгоритмы, применение. – М.: Техносфера, 2005. – 320 с. 3. *Massey J.L.* Coding and Modulation in Digital Communications // Proc. Int. Zurich Seminar on Dig. Comm., pp. E2(1)-E2(4), Zurich, Switzerland, 1974. 4. Спосіб передачі інформації надширокопосмуговими імпульсними сигналами: патент на винахід UA 123519 Україна - a2019 05980: МПК H04B 1/02 / *Б.О. Лазуренко, О.А. Серков*, та ін.; заявл. 30.05.2019; опубл. 14.04.2021. Бюл. № 15. 5. *Lazurenko B.A.* Security Improvement Techniques for mobile applications of Industrial Internet of Things / *B.A. Lazurenko, A.A. Serkov, K.A. Trubchaninova, A.E. Horiushkina* // IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security. – Vol. 20. – No. 5. – P. 145-149.

## **ОБЩАЯ КОНЦЕПЦИЯ ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕИНЖЕНИРИНГА МЕТАЛЛОРЕЖУЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ В ПЕРЕДОВЫХ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАНАХ**

*д-р техн. наук, проф. А.А. Пермяков, ст. преп. Н.П. Скидан, НТУ "ХПИ", г. Харьков, канд. техн. наук, доц. А.О. Скоркин, магистр Л.В. Пивень, УИПА, г. Харьков*

В передовых промышленно развитых странах система организации обслуживания и реинжиниринга (ТОР) называется: в Европе, США, Канаде – система обслуживания, в Японии, Южной Корее – система сохранения. Как правило, на предприятиях нет специальных подразделений по ремонту (ремонтно-строительного управления, отделов главного механика, главного энергетика и др.). Такие службы возглавляет на основе принципа единоначалия технический руководитель фирмы по оборудованию, а работами руководят непосредственно мастера (механики). Порядок выполнения работ по ТОР, текущему и капитальному ремонтам разрабатывается заводами – изготовителями оборудования. Этот порядок определяется в инструкциях по эксплуатации соответствующих машин и неукоснительно выполняется на производственных предприятиях [1].

В США существует система плано-предупредительного обслуживания основных фондов, которая предусматривает содержание основных фондов в работоспособном состоянии путем замены любого сменного элемента, если есть опасность выхода оборудования из строя. Для обеспечения возможности восстановления оборудования путем замены отдельных агрегатов, узлов и деталей предприятия-изготовители резервируют до 25 % своих производственных мощностей для выпуска такой продукции. В США доля выполнения ремонтных работ так называемым "фирменным ремонтом" (силами специализированных ремонтных фирм) не превышает 10 % всего объема ремонтов в стране. Преимущественно это наладка, испытания, реинжиниринг, сложные регулировочные работы, реже – замена сложных агрегатов.

**Список литературы:** 1. *Яцура А.И.* Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования. Справочник. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2005.

## **АНАЛІТИЧНИЙ СЕРВІС З ПІДБОРУ АКТУАЛЬНИХ ТОВАРІВ**

*Б.В. Дацко, О.Ю. Тарновецька, Л.М. Шумиляк, Чернівецький національний університет імені Юрія Федьковича, м. Чернівці*

В сучасному споживчому суспільстві у покупців є величезний вибір товарів, але кожен з нас віддає перевагу певним маркам або конкретним товарам в залежності від наших вподобань. Зараз, коли існують сотні інтернет-магазинів, знайти потрібний товар відповідно до наших вподобань по прийнятній ціні дуже непросто. Тому класифікація покупців по певним характеристикам і знаходження закономірностей в їх поведінкових вподобаннях для рекомендації конкретних товарів, які є популярними в певній групі людей, є актуальною для сьогодення. Для вирішення задачі аналітики було використано нейронні мережі, бо сучасні технології досягли значного прогресу в їх використанні.

Розроблений аналітичний сервіс дає можливість оцінки профілю користувача для рекомендацій і пошуку актуальних товарів та оптимального підбору найкращого товару завдяки використанню нейронних мереж. Програмна розробка складається з двох частин. Клієнтська частина представляє собою систему, яка дозволяє оперативно вносити інформацію про користувача, за потребою корегувати, переглядати та здійснювати пошук необхідних товарів по заданим сайтам. Базуючись на цих даних нейронна мережа дає рекомендації товарів для покупки. Друга частина – адміністративна панель, яка дозволяє додавати нові сайти для пошуку, а також задавати навчальні дані для нейронної мережі.

Даний програмний продукт є актуальним як для інтернет магазинів, які можуть бути додані в систему парсингу, так і для звичайних користувачів, зокрема, може використовуватись для аналізу товарів серед певних категорій людей, а розроблений зручний інтерфейс оптимізує взаємодію користувача з інформаційною системою. Застосування даної інформаційної системи автоматизує підбір та спрощує аналіз даних. Перевагою створеного ПЗ є оптимізація процесу аналізу статистичних даних та скорочення часу його виконання.

## **ТЕХНОЛОГІЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БАГАТОКАНАЛЬНОГО ДОСТУПУ ТА ЗАХИСТУ ІНФОРМАЦІЇ В РУХОМИХ КОМП'ЮТЕРНИХ СИСТЕМАХ**

*д-р техн. наук, доц. К.А. Трубчанінова, УкрДУЗТ, м. Харків*

Існує низка методів отримання необхідного рівня захищеності інформації, які базуються на розподілі між окремими засобами рухомих комп'ютерних систем (КС) таких параметрів, як частота, час, код і простір із мінімумом взаємних завад та максимальним використанням характеристик середовища передачі [1 – 3]. Однак основним методом забезпечення якості передачі інформації у рухомих КС є зниження рівня електромагнітних полів, що дозволяє забезпечити багатоканальний доступ (БД) та високий рівень захисту інформації у рухомих КС. Існуючі технології БД використовують для безпроводних рухомих КС випромінювання гармонічних сигналів, модульованих тим чи іншим чином. Це обмежує можливості і не дозволяє суттєво підвищити обсяг, швидкість та захищеність інформації завдяки переважаності радіочастотного спектру. Натомість, запропонована технологія передбачає випромінювання безпосередньо до вільного простору без несної частоти надкоротких імпульсних сигналів невеликої постійної амплітуди з надширокою смугою частот. Використання одиничних НШС імпульсів неефективно завдяки їх низькій енергії, тому інформаційний біт кодується послідовністю НШС імпульсів за допомогою часової позиційно-імпульсної модуляції. Випромінювання сигналів нижче рівня білого шуму у широкому частотному діапазоні дає змогу ущільнити канали доступу, підвищити обсяг, швидкість, захищеність інформації та надати можливість працювати в одній смузі частот із традиційними вузькосмуговими пристроями. Аналітичні, фізичні моделі та методи, які створюють розроблену технологію, у сукупності вирішують проблему забезпечення БД та захисту інформації в рухомих КС.

**Список літератури:** 1. *Serkov A.* Electromagnetic Compatibility of Mobile Telecommunication Systems. / *A. Serkov, K. Trubchaninova, V. Kniyazev, I. Yakovenko* // 2020 IEEE Ukrainian Microwave Week (UkrMW). – 2020. – No. 149. – P. 1041-1044. 2. *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. – 2020. – P. 145-149. 3. *Серков О.А., Бреславець В.С., Перова І.Г., Толкачов М.Ю., Чурюмов Г.І.* "Спосіб генерації широкосмугового імпульсного сигналу та антена для його реалізації" Патент України на корисну модель № 12554 С2, МПК Н01Q 21/06, Н01Q 13/08, Опубл. 26.12.2019, Бюл. № 24, заявка № а 2018 03104; від 26.03.2018; Опубл. 26.11.2018, Бюл. № 22.

## ДОСЛІДЖЕННЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕХІДНОГО ПРОЦЕСУ В СИСТЕМІ АНТИПОМПАЖНОГО КЕРУВАННЯ ГАЗОПЕРЕКАЧУВАЛЬНИМ АГРЕГАТОМ З ГАЗОТУРБІННИМ ПРИВОДОМ

канд. техн. наук, доц. Л.І. Фешанич, асистент Є.П. Майкович,  
магістр В.М. Кобрій, Івано-Франківський національний технічний  
університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

Швидкодія системи антипомпажного керування газоперекачувальним агрегатом – це основний напрямок до підвищення надійності роботи компресорних станцій. Однак ця задача має окремо розглядається для кожного газоперекачувального агрегату, так як функції передачі кожного з них мають унікальні параметрами [1]. Таким чином актуальним залишається визначення оптимального перехідного процесу в реальній системі антипомпажного керування газоперекачувальним агрегатом з газотурбінним приводом.

Для вирішення даної задачі необхідно визначити моменти перемикання залежностей  $t_1 = f_1(t_2)$  та  $t_1 = f_2(t_2)$ , а також побудувати оптимальний перехідний процес на першому та другому інтервалах.

Розглядається задача оптимального керування Майєра за умови, коли критерієм є функціонал виду

$$I = I_0 [x(t_0), x(t_k), t_0, t_k], \quad (1)$$

який залежить від граничних умов

$$x = 0; \dot{x} = 0 \text{ при } t = 0,$$

$$x = x_n; \dot{x} = 0 \text{ при } t = t_k \quad (2)$$

і вирішується задача оптимальної швидкодії за критерієм

$$I = \int_0^{t_k} dk = t_k - t_0 = T \rightarrow \min, \quad (3)$$

де  $t_0, t_k$  – фіксований початковий і кінцевий момент часу,  $x(t)$  – керована величина,  $u(t)$  – керувальна дія.

На керувальні дії  $u_{\min} \in \{0, u_{\max}\}$  об'єкта керування покладені технологічні обмеження

$$u_{i_{\min}} \leq u_i \leq u_{i_{\max}}. \quad (4)$$

Об'єкт керування є нелінійним і його статична помпажна характеристика наведена на рис.1.

Отже задача синтезу оптимальної за швидкодією системи керування формулюється так: визначити алгоритм керування  $u(x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, t)$ , що

забезпечує перехід об'єкта керування із початкового стану в заданий за мінімальний можливий час при наявності обмежень на керувальні дії.

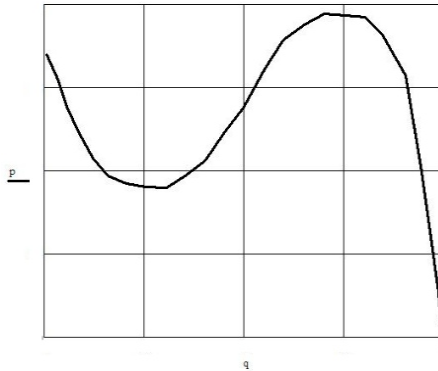


Рис. 1. Статична помпажна характеристика нелінійного об'єкту

Відзначимо, що у загальному випадку оптимальне за швидкодією керування визначається процедурою припущення максимуму Понтрягіна [2]. Проте під час вирішення цієї задачі, особливо з нелінійними об'єктами керування, виникає ряд труднощів. Це зв'язано з тим, що принцип максимуму у загальному випадку є лише необхідною умовою оптимальності і дозволяє знайти деяку сукупність траєкторій, серед яких можуть бути і оптимальні. В результаті виникає складна задача дослідження топології багатовимірного фазового простору системи керування.

У загальному випадку вирішення задачі оптимального за швидкодією керування нелінійним об'єктом зводиться до розрахунку моментів перемикання керуючих впливів для отримання оптимальної програми керування  $u^*(t)$ . Існуючі методи розв'язання цієї задачі обмежуються, як правило, об'єктами не вище третього порядку.

**Список літератури: 1.** Лагойда А.І. Визначення оптимального перехідного процесу в системі антипомпажного регулювання газоперекачувальним агрегатом / А.І. Лагойда, Г.Н. Семенцов // Восточно-Европейский журнал передовых технологий. – 2014. – № 5/8(71). – С. 26-30.  
**2.** Ладієва Л.Р. Оптимальне керування системами.: Навчальний посібник. – К.:НМЦ ВО, 2000, – 187с.

## GENERAL APPROCHES TO LAB ANIMAL DETECTION AND TRACKING

*M. Shvandt, MSc, Odesa I.I. Mechnikov National University, V. Moroz, PhD, Prof., Odesa I.I. Mechnikov National University*

Strong development of technologies and equipment had to their widespread implementation in all areas of human life. One of such technologies is image processing and visual analysis. Object detection and tracking are the key tasks of visual analysis and computer vision, as they allow one to gather consecutive information about the object which later can be analyzed. The problem of tracking/detection can be quite challenging due to some factors like object occlusions and shape changes, chaotic unpredictable movements, image noise or background change. In addition the tracking algorithm must be applicable for real-time video processing.

The problem of object detection and tracking can be studied on the particular example. In biology there often is a necessity to study the life processes and behavior of some lab animals like mice or fish. In the first case the test environment is represented by a box with circle holes in the bottom for mice study and in the second case there is an aquarium for fish study. In both cases the task is quite similar: to track animal movements and behavior in the test environment and notice their contacts. In both cases the camera is placed above the test environment. In order to solve these tasks several categories of detection and tracking methods have been examined and tested.

The key task that appears during the object tracking process on video stream is their detection. Some methods require full object detection only on the first frame, some use continuous full detection on each frame. First type of detection is Segmentation-based detection. *Image segmentation* is a process of digital image division on multiple sets of pixels. This process can also assign special markers to each pixel, so that the pixels with similar markers could have common visual characteristics. This approach can be based on the Watershed Transform and results in the Watershed Algorithm combined with the Distance Transform. It results in the highlighting of the borders and object itself. This method is easy to use when the objects significantly differ from the background by some parameter, but it has low versatility, is sensitive to lighting conditions and requires too accurate algorithm parameters setup. Another segmentation-based approach is *Template Matching*. The algorithm compares the given object template with the sub-regions of processed image. At each location the algorithm calculates a metric that allows one to understand how similar the patch is to that particular area of the source image. This approach can be used in case of static camera/background and when the objects of interest look almost identical, but it is unstable in case of rotation or scaling and when an object is partially occluded, and thus needs additional modifications. The second type of detection is

*Feature-based detection.* A feature is some element or part that is more distinguished than the other parts/elements like corners or borders. The search for the object in this case is based on the comparison of the characteristic features of the processed frame and a template showing the object one is looking for. To identify those characteristic features several detectors such as Harris (corner) detector or *LoG* (The Laplacian of Gaussian) blob detector are used. Feature-based detection is invariant to small turns and changes in stage lighting, but it cannot define an object as instance of some class and fails in case of dynamic shape changes. The final type of detection is *Categorical recognition*. This approach consists of two main elements: the definition of a set of features or descriptors and machine learning of the classifier. As a set of features the Histogram of Oriented Gradients (*HOG*) or Haar features can be used. The HOG method highlights well mostly only the objects with multiple details. The Haar approach on the other hand is suitable for face detection and recognition, but still needs a pre-trained classifier.

The process of tracking is one of the components of many real-time systems such as observation systems, video analysis and others. The input data of any tracking algorithm is a sequence of images. The task of tracking is to construct the trajectories of the target objects on the input sequence of frames. First type of trackers is *Color-based tracking approaches*. The idea of simple color-based tracking is to track some object by its color. The RGB image is converted to HSV, than one sets a color range filter in order to filter out everything except selected colors at each frame. The approach advantages: target object gets detected automatically, handles well object shape changes, fine performance. Disadvantages: fails in case of occlusions, non-static background, object merging, foreground and background color similarity. Another approach is the *Background subtraction*. Its idea is similar to color tracking, but this time we subtract the static background from each frame to detect the difference, i.e. the object of interest. The advantages and disadvantages are similar to color-based tracking, but this approach is can be more suitable as one does not need to set the color range filter. As addition to Background subtraction, if no background image is presented it can be estimated using the Approximation Median Algorithm. This approach is called *Background estimation*.

Another type of tracking is *Kernel tracking & optical flow*. A kernel component is the shape of an object. In the simplest case, the component can be represented by a rectangular or oval shape. Component tracking is an iterative localization procedure based on maximizing some similarity criterion. In practice, it is realized using Mean Shift and its continuous modification (Continuous Adaptive Mean Shift, CAM Shift). *Optical flow* can be described as a trace of visible object movement between two consecutive frames. It works with several assumptions: the pixel intensities of an object do not change between consecutive frames and pixels in neighborhood must have similar

motion. Examples of optical flow: Lucas-Kanade and Farneback algorithms. Advantages: object of interest can be found by its motion, but this approach fails in case of occlusions and static background is also required. The *Point tracking methods* assume that the position of the object is determined by the location of a set of characteristic points. *The Kalman filter* is an example. It is able to estimate with a certain probability the complete internal state of the system, i.e. the position of object on the next frame. This method can be used to track single objects in noisy images, but requires some complex calculations. The final type of object tracking is *Interactive tracking*. It consists of group of special tracking algorithms that use the motion and appearance models. These algorithms are BOOSTING, MIL, KCF, TLD, MEDIANFLOW, MOSSE and CSRT. These methods also require some complex calculations and do not handle well object shape changes, but most of them can perform fine in case of partial occlusions and non-static background.

The experiment had show that interactive trackers may perform well under certain conditions, but all of them require manual object selection and none of them managed to demonstrate any stable work at current test conditions. The other methods can be used well in particular cases, but in case of lab animal behaviour some more complex approaches are required. Thus our further research will include the usage combination of interactive trackers and the simple approaches to receive more fluent functionality. Also neural network based tracking is planned to be applied in attempt to create a completely stable tracker.

**References:** **1.** *Smith A. R.* Color Gamut Transform Pairs / *A. R. Smith.* – In SIGGRAPH '78: Proceedings of the 5th annual conference on Computer graphics and interactive techniques, 1978. – pp. 12-19. **2.** *Pratt W. K.* Digital Image Processing 4th Edition / *W. K. Pratt.* – Wiley-Interscience, A John Wiley & Sons, Inc., Publication, 2007. – 807 P. **3.** *Beucher S.* The Watershed Transformation Applied to Image Segmentation / *S. Beucher.* – Scanning microscopy, Vol. 6, 2000. – 26 P. **4.** *Brunelli R.* Template Matching Techniques in Computer Vision. Theory and Practice / *R. Brunelli.* – Wiley, 2009. – 339 P. **5.** Template Matching, Available: [https://docs.opencv.org/3.4/de/da9/tutorial\\_template\\_.html](https://docs.opencv.org/3.4/de/da9/tutorial_template_.html). **6.** *Lowe D.G.* Object recognition from local scale-invariant features, International Conference on Computer Vision / *D. G. Lowe.* – ICCV, 1999, Vol. 2, pp. 1150-1157. **7.** *Kong H.* A Generalized Laplacian of Gaussian Filter for Blob Detection and Its Applications / *H. Kong, H. C. Akakin, S. E. Sarma.* - IEEE Transactions on Cybernetics, Vol. 43(6), 2013, pp. 1719-1733. **8.** *Kobayashi T.* Selection of Histograms of Oriented Gradients Features for Pedestrian Detection / *T. Kobayashi, A. Hidaka, T. Kurita.* – Neural Information Processing, 14th International Conference, ICONIP 2007, Kitakyushu, Japan, November 13-16, 2007, Revised Selected Papers, Part II, 2007, pp. 598-607. **9.** *Hunud H.* Colour-based Object Detection and Tracking for Autonomous Quadrotor UAV / *H. Hunud, A. Kadouf, Y. M. Mustafah.* – 2013 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. Vol. 53(9), 2013. – 9 P. **10.** *Moroz V.V.* Study of movement and behavior of laboratory animals by methods of object detection and tracking / *V.V. Moroz, M.A. Shvandt.* – Herald of the National Technical University 'KhPI', Series of Informatics and Modeling, Kharkiv: NTU 'KhPI', Kharkiv, Vol. 13(1338), 2019, pp. 93-103. **11.** *Joshi P., Escrivá D. M., Godoy V.* OpenCV By Example / *P. Joshi, D. M. Escrivá, V. Godoy.* – Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2016. – 297 P. **12.** *Cheung S.-C. S.* Robust Background Subtraction with Foreground Validation for Urban Traffic Video / *S.-C. S. Cheung, C. Kamath.* – EURASIP Journal on Applied

Signal Processing, Hindawi Publishing Corporation, Vol. 14, 2005. pp. 2330-2340. **13. Alawi M.A** Performance Comparison of Background Estimation Algorithms for Detecting Moving Vehicle / *M.A. Alawi, O.O. Khalifa, M.D.R. Islam.* – World Applied Sciences Journal 21 (Mathematical Applications in Engineering), IDOSI Publications, 2013. – pp. 109-114. **14. Lucas B.** An iterative image registration technique with an application to stereo vision / *B. Lucas, T. Kanade.* – In Proceedings of the 7th International Joint Conference on Artificial Intelligence (IJCAI '81), 1981. – pp. 674-679. **15. Farneback G.** Two-Frame Motion Estimation Based on Polynomial Expansion / *G. Farneback.* – Lecture Notes in Computer Science, 2003. – 8 P. **16. Veenman C.** Resolving motion correspondence for densely moving points / *C. Veenman, M. Reinders, E. Backer.* – IEEE Transactions on Pattern Analysis Machine Intelligence. – 2001. – Vol. 23 (1). – pp. 54-72. **17. Salarpour A.** Vehicle tracking using Kalman filter and features / *A. Salarpour, A. Salarpour, M. Fathi, M.H. Dezfoulian.* – Signal and Image Processing: An International Journal (SIPIJ). – 2011. - Vol. 2 (2). – pp. 45-67. **18. Mallick S.** Object Tracking using OpenCV (C++/Python) / *S. Mallick.* - 2017, Available: <https://learnopencv.com/object-tracking-using-opencv-cpp-python/>. **19. Kalal Z.** Forward-Backward Error: Automatic Detection of Tracking Failures / *Z. Kalal, K. Mikolajczyk, J. Matas.* – In Proceedings of International Conference on Pattern Recognition, 23-26 August, 2010. Istanbul, Turkey, 2010.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

<i>Mygushchenko R.P., Kropachek O.Yu.</i> Control of the state at industrial facilities .....	3
<i>Вавіленкова А.І.</i> Реалізація життєвого циклу Agile Testing в Microsoft Test Manager .....	4
<i>Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Хорошайло В.В., Воронцов Б.С.</i> Забезпечення властивостей зубчастих коліс .....	5
<i>Гамзаев Х.М., Джафарова Э.</i> Моделирование нестационарного течения вязкоупругой жидкости в трубе .....	7
<i>Дмитрієва О.А.</i> Розробка паралельного середовища для моделювання, інтелектуального аналізу та візуалізації даних .....	8
<i>Дмитрієнко В.Д., Мезенцев М.В.</i> Проактивне управління рухомим складом з тяговими асинхронним приводом .....	9
<i>Крюк Ю.Е.</i> Методы математического моделирования в регулировании ядерных объектов .....	10
<i>Кучаров О.Р., Комилова Х.М.</i> Вычислительный алгоритм решения нелинейных интегродифференциальных уравнений с сингулярными ядрами наследственности .....	11
<i>Павленко В.Д., Чорі В.В., Шаманіна Т.В.</i> Моделі, методи та засоби ідентифікації особистості на основі технології айтрекінгу .....	13
<i>Поворознюк А.И., Поворознюк О.А.</i> Разработка комбинированного решающего правила в медицинских системах поддержки принятия решений .....	14
<i>Самигулина Г.А., Самигулина З.И.</i> Разработка унифицированной искусственной иммунной системы на основе принципов иммунологического гомеостаза для управления сложными объектами нефтегазовой отрасли .....	15
<i>Скарга-Бандурова І.С., Болтов Є.В., Зубарев Д.В.</i> Аналіз підходів до безпечного використання технологій глибокого навчання при проектуванні систем критичного призначення .....	16

**Филатова А.Е., Фахс М.** Разработка метода автоматического расчета электрической оси сердца для кардиологических систем поддержки принятия решений ..... 17

## СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ

**Бондаренко Г.В., Газдюк К.П., Дяченко Л.І., Нікітіна О.М.** Дослідження особливостей роботи віртуальної приватної мережі та створення VPN для IOS ..... 18

**Нончаренко Т., Lyashchenko Т., Liashchenko М.** Application of software technologies at the stage of urban planning design ..... 19

**Губський С.О., Ашкелянець А.В., Федяй А.Є.** Моделювання процесу виробництва гнутих профілів ..... 20

**Даниленко О.Ф.** Підвищення точності вимірювання в'язкості харчових продуктів ..... 21

**Данілова В.А., Шликов В.В., Дубко А.Г.** Моделювання процесів високочастотного нагріву підчас зварювання живих тканин ..... 22

**Дорош Н.В., Кучмій Г.Л., Ільканич К.І., Дорош О.І.** Алгоритми та розрахункові моделі синтезу медико-біологічних сигналів для генераторів сигналів спеціальної форми ..... 23

**Заковоротний О.Ю., Харченко А.О.** Функції належності в системах нечіткого логічного виведення типу-2 ..... 24

**Запововський М.Й., Мезенцев М.В.** Цифрова модель системи керування ..... 25

**Іваницька А.Ю., Зубик Л.В., Іванов Д.Є.** Розробка моделі формування рекомендацій при побудові підсистеми підбору контекстної реклами ..... 26

**Клочко О.О., Заковоротний О.Ю., Марков О.Є., Юрчишин О.Я., Семінська Н.В.** Процес формоутворення поверхневого шару і стану базових поверхонь зубчатої рейки ..... 28

**Ковалев В.Д., Мироненко Е.В., Гасанов М.И., Клочко А.А., Перминов Е.В.** Способ повышения эффективности эксплуатации зубчатых передач ..... 31

**Ковалев В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.В., Хорошайло В.В., Анциферова А.** Задачи моделирования изделий тяжелого машиностроения ..... 33

<b>Коверга М.О., Білобородова Т.О.</b> Підхід до розпізнавання зображень в умовах незбалансованості даних .....	34
<b>Кошевий М.Д., Ащепкова Н.С., Лучко А.С.</b> Метод синтезу оптимальних траєкторій схвату маніпулятора автономного мобільного робота .....	35
<b>Критська Я.О., Білобородова Т.О.</b> Підхід до ідентифікації класів небезпеки відходів на основі моделювання .....	36
<b>Манохин А.С., Клименко С.А., Клименко С.Ан., Копейкина М.Ю., Мельничук Ю.А., Чумак А.А.</b> Влияние упрочнения поверхностного слоя обрабатываемого материала на характеристики процесса резания при многопроходном фрезеровании закаленной стали .....	37
<b>Мацій О.Б.</b> Особенности решения базовых задач оптимизации замкнутых маршрутов .....	38
<b>Мірошник М.А., Мірошник А.М., Дубов І.Г., Сорокін Я.С.</b> Програмно-технічне забезпечення системи контролю та управління доступом .....	39
<b>Качанов П.О., Крилова В.А., Деменкова С.Д., Мірошник А.Н.</b> Мікроконтролерна система двофакторної автентифікації на базі ARDUINO .....	42
<b>Мірошник М.А., Артюменко А.О.</b> Розроблення системи забезпечення цілостності інформації в промислових мережах .....	44
<b>Miroshnichenko N., Chernikh O., Yilmaz Ali, Lagota M.</b> Analysis of modern simulation and optimization systems .....	46
<b>Мнушка О.В., Леонов С.Ю., Шапошнікова О.П., Савченко В.М.</b> Метод прийняття рішень на основі атрибутивних метаграфів для інформаційної технології віддаленого моніторингу .....	48
<b>Moroz Volodymyr, Moroz Dmytro</b> Stochastic modeling of financial assets markets .....	49
<b>Стефанчак В.І., Газдюк К.П., Нікітіна О.М., Телішевська А.В.</b> Особливості створення системи управління ІТ проектами .....	50
<b>Носков В.І., Скородєлов В.В., Гейко Г.В.</b> Контроль параметрів тягового електропривода в стаціонарних режимах .....	51
<b>Маслак О.И., Орлова Т.А., Анцыферова О.А., Орлов Д.М.</b> Аналитические методы в антикризисном управлении предприятий .....	52

---

<b>Панченко В.І., Сторожук О.Д.</b> Система контролю роботи двигуна на базі мікроконтролера ARDUINO .....	54
<b>Пермяков А.А., Заковоротный А.Ю., Анцыферова О.А., Камчатная-Степанова Е.В.</b> Инструмент для нарезания крупномодульных шевронных колес .....	55
<b>Povorozniuk N.I., Trypus N.V.</b> Analysis and classification power quality (PQ) disturbances .....	57
<b>Повхан І.Ф.</b> Питання автоморфізму деяких типів логічних дерев .....	58
<b>Равська Н.С., Корбут Є.В., Івановський О.А., Родин Р.П., Парненко В.С., Заковоротний О.Ю., Клочко О.О., Сапон С.П., Loroch Rolahd</b> Теорії евристичної самоорганізації в імітаційному моделюванні управління процесами .....	61
<b>Серков О.А., Лазуренко Б.О.</b> Метод завадостійкого кодування двійкових сигналів в каналах зв'язку з шумами .....	63
<b>Пермяков А.А., Скидан Н.П., Скоркин А.О., Пивень Л.В.</b> Общая концепция обслуживания и реинжиниринга металлорежущего оборудования в передовых зарубежных странах .....	65
<b>Дацко Б.В., Тарновецька О.Ю., Шумиляк Л.М</b> Аналітичний сервіс з підбору актуальних товарів .....	66
<b>Трубчанінова К.А.</b> Технологія забезпечення багатоканального доступу та захисту інформації в рухомих комп'ютерних системах .....	67
<b>Фешанич Л.І., Майкович Є.П., Кобрій В.М.</b> Дослідження оптимального перехідного процесу в системі антипомпажного керування газоперекачувальним агрегатом з газотурбінним приводом .....	68
<b>Shvandt M., Moroz V.</b> General approaches to lab animal detection and tracking .....	70

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ТЕЗИ ДВАДЦЯТЬ ПЕРШОЇ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
"ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ"  
(ПІМ-2021)**

*Відповідальний за випуск к.т.н. М.Й. Заполовський*

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

Підп. до друку 29.08.2021 р. Формат 60x84 1/16. Папір Сору Рарер.  
Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 5,3. Облік. вид. арк. 5,2. Наклад 120  
прим. Ціна договірною

---

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

Видавничий центр НТУ "ХП"  
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