

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ НАУК УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
"ХАРКІВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ"  
ОДЕСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ  
ЗВ'ЯЗКУ ІМ. О.С. ПОПОВА**

---

**ПРОБЛЕМИ  
ІНФОРМАТИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ  
(ПІМ-2019)**

**ТЕЗИ ДЕВ'ЯТНАДЦЯТОЇ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
(11 – 16 вересня 2019 року)**

Харків – Одеса

2019

УДК 004.9

Проблеми інформатики та моделювання (ПІМ-2019). Тези дев'ятнадцятої міжнародної науково-технічної конференції. – Харків: НТУ "ХПІ", 2019. – 89 с., російською мовою.

#### **ОРГАНИЗАТОРЫ КОНФЕРЕНЦИИ:**

- Министерство образования и науки Украины
- Национальная Академия наук Украины
- Институт проблем моделирования в энергетике им. Г.Е. Пухова НАНУ
- Национальный технический университет "ХПИ"
- Одесская национальная академия связи им. А.С. Попова
- Национальный аэрокосмический университет "ХАИ"
- Институт радиопизики и электроники НАНУ
- Харьковский национальный университет радиоэлектроники

## **ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ**

### **РОЗРОБКА АПАРАТУРНОГО ТА АЛГОРИТМІЧНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ПРИСТРОЮ КОНТРОЛЮ СТАНУ ПРОМИСЛОВИХ ДИНАМІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ**

*д-р техн. наук, проф. Р.П. Мигуценко, д-р техн. наук,  
доц. О.Ю. Кропачек, асп. І.М. Коржов, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Сучасні засоби контролю реалізують, умовно, два етапи перетворення:

- первинного статичного перетворення, при якому з вхідних вимірювальних сигналів, що відображають фізичні властивості об'єкту контролю, формується цільова функція;

- вторинного статичного перетворення, при якому з отриманої цільової функції формуються вторинні логічні рішення стосовно стану об'єкту контролю.

Зазначені етапи статистичних перетворень, для зручності реалізації, зазвичай, розглядаються окремо.

Для реалізації первинного статистичного перетворення було створено віртуальний прилад у графічному середовищі програмування LabView з відповідною блок-схемою та лицьовою панеллю. Процес тестування та відладки був виконаний в режимі покрокового виконання "Highlighth execution". Для аналізу та дослідження оптимізації простору ознак згідно з цільовою функцією вірогідності  $P_d$  залежно від обсягу  $N$  навчальної вибірки та геометричної відстані між контрольваними станами для реалізації вторинного статистичного перетворення було також створено віртуальний прилад у графічному середовищі програмування LabView.

Безпосередньо сам прототип пристрою контролю основних параметрів об'єкту контролю та діагностування виконаний на базі мікропроцесорної платформи ArduinoNANO та блоків вимірювання температури, вібрації, індикації, управління, інтерфейсів, живлення.

Мікропроцесорна платформа ArduinoNANO – компактна мікропроцесорна платформа для прототипування різноманітних мікроелектронних пристроїв і призначена для реалізації мікропроцесорних приладів. Основою мікропроцесорної платформи ArduinoNano є мікроконтролер на базі ATmega328 – логічна мікросхема для обробки даних з тактовою частотою 16 МГц з 8 аналоговими і 14 цифровими контактами загального призначення, а також інтерфейсами: I2C, SPI і UART.

Розроблений прототип пристрою контролю та діагностування основних параметрів об'єкту контролю дає змогу гнучкого налаштування та управління процесом контролю та діагностування складних промислових динамічних об'єктів.

## **DIAGNOSTICS OF LARGE-SCALE WIRELESS SENSOR NETWORKS USING HYBRID INTELLIGENT SYSTEMS**

*Dr.S., Prof. G.F. Krivoulya, Graduate Stud. V.K. Scherbak, Master Stud. M.V. Hoga, KHNURE, Kharkiv*

Last advances in low-power wireless technologies have enabled us to make use of wireless sensor networks (WSN) as a new class of networked systems. There is a wide variety of WSN applications, such as environment monitoring, scientific observation, emergency detection, field surveillance, structure monitoring, and so on. In those applications, hundreds or even thousands of sensor nodes are assumed to be deployed in the target fields. WSN node faults are usually due to the following causes: the failure of modules (such as communication and sensing module) due to fabrication process problems, environmental factors, enemy attacks and so on; battery power depletion; being out of the communication range of the entire network.

The main purpose of this work is the development of automated methods for intelligent functional diagnosis for WSN. There are mainly two sorts of node faults in WSN. The primary type is function fault, in which the sensor node cannot convey the data packet suitably. The second type is data fault, in which the node can convey the information bundle effectively yet the information gathered by a sensor node is off base.

To evaluate the health of a sensor node, a binary logic function  $X$  is often used with a set of its values  $\{0, 1\}$ . At the same time, if  $x$  is 1, then the node is operational and if  $x$  is 0, then the node is inoperable. However, fuzzy  $X$  values are required to use in the adaptive fuzzy inference systems. For the fuzzification of input the crisp values convert of the input variables  $X$  and output variables  $Y$  into fuzzy, select the appropriate distribution functions and the number and values terms. We consider a crisp variable between "0" and "1" and it has five terms with the following limits: – "0-0.1" - "Very Close to 0"; – "0.1-0.2" - "Close to 0"; – "0.2-0.8" - "Average Value"; "0.8-0.9" – "Close to 1"; – "0.9-1" - "Very Close to 1".

To implement the diagnostic algorithms, we use the MatLab and adaptive-network-based fuzzy inference systems (ANFIS) is used to solve problems related to parameter identification. ANFIS is basically a graphical network representation of Sugeno-type fuzzy systems endowed with the neural learning capabilities. The network is comprised of nodes with specific functions collected in layers. ANFIS is able to construct a network realization of IF / THEN rules. All computations can be presented in a diagram form. ANFIS normally has 5 layers of neurons of which neurons in the same layer are of the same function family (figure).

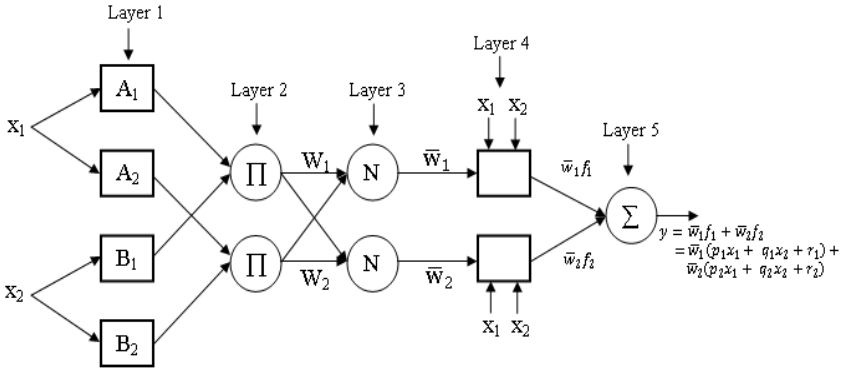


Fig. Adaptive-network-based fuzzy inference systems

**References:** 1. Krivoulya G. Expert diagnosis of computer systems using neuro-fuzzy knowledge base / Krivoulya G., A. Lipchansky, Ye. Sheremet EWDTTS'2016: Proceeding. of international conference., 15-17 September, 2016. – Erevan, – P. 619-622

## **МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ НЕЛИНЕЙНЫХ ВИБРАЦИЙ ТРУБОПРОВОДА ПО ТЕОРИИ ТИМОШЕНКО**

*д-р техн. наук, проф. Б.А. Худаяров, канд. техн. наук, доц.  
О.Р. Кучаров, ТИИИМСХ, г. Ташкент, Узбекистан*

В настоящее время нефть, газ и нефтепродукты являются основой топливно-энергетического комплекса, а трубопроводы имеют большое значение для его эффективного функционирования. Трубопроводы для транспортировки различных жидкостей являются одним из основных факторов экономического развития энергетических отраслей многих стран мира. Безопасная эксплуатация трубопроводов – это ключ к бесперебойному обеспечению энергоресурсами и нормальной работе всех отраслей промышленности.

Задача изучения колебательных процессов вязкоупругих трубопроводов, лежащих на грунтовой основе, представляет большой теоретический и прикладной интерес. На сегодняшний день разработано множество подходов для решения подобных задач, но ни один из них не способен адекватно отразить реальную картину взаимодействия между трубопроводом и подстилающим грунтом. В основном эти подходы описывают отдельные стадии процессов, происходящих в трубопроводе. Поэтому несомненный интерес вызывает построение моделей, позволяющих исследовать динамические процессы трубопроводов с жидкостью.

В работе представлены результаты численного исследования нелинейных вибраций композитных трубопроводов по теории Тимошенко, лежащих на упругом основании, описываемом моделью Винклера. Разработана математическая модель нелинейных вибраций композиционного трубопровода, транспортирующего жидкость. Для описания процессов деформирования вязкоупругих материалов использована интегральная модель Больцмана-Вольтерра со слабо-сингулярными ядрами наследственности. При помощи метода Бубнова-Галеркина задача сведена к исследованию системы обыкновенных интегро-дифференциальных уравнений. Разработан вычислительный алгоритм, основанный на исключении особенностей интегро-дифференциальных уравнений со слабо-сингулярными ядрами, с последующим использованием квадратурных формул [1, 2].

**Список литературы:** 1. *Бадалов Ф.Б.* Исследование влияния ядра наследственности на решение линейных и нелинейных динамических задач наследственно-деформируемых систем / *Ф.Б. Бадалов, Б.А. Худаяров, А. Абдукаримов* // Проблемы машиностроения и надежности машин. – 2007. – № 4. – С. 107-112. 2. *Верлянь А.Ф.* Численное решение нелинейных задач динамики вязкоупругих систем / *А.Ф. Верлянь, Х. Эшматов, Б.А. Худаяров, Ш.П. Бобоназаров* // Электронное моделирование. – 2004. – Т. 26. – № 3. – С. 3-14.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ МЕТОДОВ ДИАГНОСТИКИ ЛЕГКОТЕСТИРУЕМЫХ ЦИФРОВЫХ УСТРОЙСТВ И СИСТЕМ**

*д-р техн. наук, проф. М.А. Мирошник, канд. техн. наук, доц.  
Л.А. Клименко, студ. Д.Д. Федорин, УкрГУЖТ, г. Харьков*

В основе диагностирования цифровых устройств (ЦУ) лежат две группы методов: неразрушающие физические методы и методы, базирующиеся на контрольных логических тестах. Для достоверности определения работоспособного состояния ЦУ наиболее эффективно используются тестовые методы диагностики и контроля. В основе тестового контроля лежит тестовый сигнал, подаваемый на ЦУ и вызывающий такую реакцию на входной сигнал, которая свидетельствует о том, что ЦУ находится в работоспособном состоянии. Контрольный тест формально определяется как последовательность входных наборов и соответствующих им выходных наборов, обеспечивающих контроль исправного состояния цифрового узла. Контрольные тесты составляются таким образом, что позволяют обнаружить одиночные константные неисправности в статическом режиме.

Работоспособность контролируется следующим образом. На вход ЦУ подаются наборы контрольного теста, снимаемые с ЦУ выходные наборы сравниваются с эталонными. При совпадении каждого из выходных наборов теста с эталонными наборами ЦУ считается работоспособным. Контрольные тесты составляются на базе анализа принципиальных схем ЦУ. В случае несовпадения сигналов контрольного и эталонного наборов дальнейшая подача тестов прекращается и на этом наборе диагностируется отказ. Диагностирование отказа начинается с того выхода ЦУ, на котором зафиксировано отличие контрольного и эталонного наборов.

Помимо диагностирования ЦУ по принципиальной схеме широко применяется диагностирование по таблицам. По этой методике для каждого набора контрольного теста составляются диагностические таблицы: полная и сокращенная. Полная диагностическая таблица рассчитана на кратные неисправности, сокращенная таблица – на одиночные неисправности. Сокращенная диагностическая таблица включает только те элементы ИМС, которые не проверены на одном из предыдущих наборов контрольного теста.

Диагностирование отказов по таблице проводится следующим образом. Сокращенная таблица выбирается по номеру набора, на котором обнаружено несовпадение. Начинают диагностирование с того выхода ЦУ, на котором зафиксирован неверный результат, и производят его проверку последовательно по каждой строке диагностической таблицы. Для каждого из элементов строки таблицы сравнивают значения логических сигналов на

входах и выходах в соответствии с контрольными значениями в таблице. На элементе, у которого информация на выходе не совпадает с контрольной, необходимо остановиться. Отказавшим будет либо этот элемент, либо один из элементов, входы которого соединены с выходом этого элемента, либо печатный проводник, соединяющий выход элемента со входами других элементов, источником питания, корпусом и другими узлами.

Оценка эффективности диагностирования РЭС позволяет количественно судить о полезности применения или внедрения СТД. Понятие эффективности связано с использованием изделия по назначению, то есть с получением эффекта в результате работы системы.

Показатели качества систем подразделяют на интегральные, единичные и комплексные.

Интегральный показатель качества близок по смыслу к показателю эффективности использования системы и определяется как отношение суммарного полезного эффекта от эксплуатации системы к суммарным затратам на ее создание и эксплуатацию.

Комплексный показатель качества системы характеризует совместно несколько простых свойств или одно сложное свойство системы.

Основным выражением для  $K_э$  является определение эффективности использования СТД, поэтому, для представления  $K_э$  в чистом виде должны быть сформулированы оцениваемые элементы полезного эффекта СТД. Такими элементами полезного эффекта от применения СТД могут являться: повышение безотказности РЭС, сокращение времени восстановления РЭС, увеличение коэффициента технического использования, уменьшения вероятности отказов РЭС в период функционального использования, повышение надежности РЭС в целом, улучшение точностных характеристик РЭС за счет своевременных регулировок, повышение объема информации в системе информационного обеспечения средств управления. Из приведенного перечня очевидно, что совокупность оцениваемых элементов полезного эффекта почти полностью определяется назначением РЭС, ее ПФИ и ТП.

Другим характерным показателем оценки эффективности СТД является коэффициент технического использования РЭС при наличии диагностирования и его отсутствии.

**Список литературы:** 1. *Мирошник М.А.* Проектирование диагностической инфраструктуры вычислительных систем и устройств на ПЛИС: монография / *М.А. Мирошник.* – Х.: ХУПС, 2012. – 188 с. 2. *Мирошник М.А.* Методи автоматизованого комп'ютерного проектування цифрового пристрою локального управління / *М.А. Мирошник, Л.А. Клименко* // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2019. – № 1. – С. 11-18. 3. *Мирошник М.А.* Методи автоматизації проектування легкотестованих комп'ютерних систем і пристроїв на основі цифрових автоматів. / *М.А. Мирошник, Л.А. Клименко, Ю.В. Пахомов* // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті. – 2018. – № 4. – С. 3-10.

## **EXTRACTION OF FETAL HEART RATE FROM MATERNAL SURFACE ELECTROCARDIOGRAM**

*Dr. Tetiana Biloborodova, Prof. Inna Skarga-Bandurova, Viktoriia Derevyanchenko, V.Dahl EUNU, Severodonetsk*

The fetal electrocardiogram (fECG) is a source of complex diagnostic information which can be analyzed by obstetricians for the assessment of fetal well-being. Since in most cases the maternal electrocardiogram (mECG) amplitude significantly exceeds that of the fetal ECG, an essential problem is the efficient suppression of this prevailing component. The main challenge with obtaining the fECG is no clear frequency in which the fECG can be separated from the other signals. The fECG lies in the same frequency domain as the mECG and some muscular noise. As the main approach to deal with fECG, the real-time implementation of Principle Component Analysis (PCA) with Singular value decomposition is proposed. The PCA is relatively simple and can be used for continuous monitoring. For the experiment, maternal and fetal ECG data from PhisioNet were used. These records have labels with the correct position of the R-peaks of the fECG, which allows evaluating the result. The abdominal signal was preprocessed by removing the baseline wander and higher frequency components. The input signal is presented as a data matrix containing the several signals of  $n$  samples. The output of the PCA is the first principal component, which represents the linear combination of all the channels of that yield's maximum variance. The mECG was accurately detected by finding the maxima of the cross-correlation between the signal and ECG template. One of the mECG time series was selected as being the reference time-series. After that, the current mECG is removed by subtracting from the signal the template, scaled by a constant which minimizes the mean square difference between the current ECG and the template. The fECG was detected on the fECG by finding the maxima of the cross-correlation between the signal and a fetal ECG template. At the final stage, the fetal QRS complex was detected. To determine the position of the fetal QRS complexes Shannon's entropy is used. QRS fetus search is produced by the absolute value of the transformed signal. The detection criteria were peak height not less than 200 and the distance between peaks of at least 300 ms. The RR-intervals time series and corresponding FHR was score using the root mean squared error and compared with the labeled fetal ECG signal. As a result, the recognition error varied from 6% to 80% and depends on the stages of pregnancy or high noise rate.

## ПОИСК РЕШЕНИЙ СИСТЕМЫ УРАВНЕНИЙ В ЧАСТНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ МЕТОДОМ ГРУППОВОГО УЧЕТА АРГУМЕНТОВ

*д-р техн. наук, проф В.Д. Дмитриенко, д-р техн. наук, проф. А.Ю. Заковоротный, д-р техн. наук, проф. С.Ю. Леонов, асп. Д.М. Главчев, Национальный технический университет "Харьковский политехнический институт", г. Харьков*

Многорядные алгоритмы метода группового учета аргументов (МГУА) используются как для синтеза разнообразных математических моделей, так и для поиска приемлемых решений с помощью уже имеющихся сложных моделей, например, когда объект или процесс описывается системой дифференциальных уравнений в частных производных (СДУЧП). Одна из таких задач возникает в геометрической теории управления (ГТУ), которая требует модели объектов управления, описываемые системами нелинейных обыкновенных дифференциальных уравнений (ДУ), преобразовывать в эквивалентные линейные модели в форме Бруновского. Затем с помощью линейных моделей определять оптимальные законы управления линейными объектами, а потом с помощью специальных преобразований переносить эти законы управления на модели исходных нелинейных объектов. Для определения функций преобразования (ФП), связывающих переменные линейных и нелинейных моделей, необходимо решать СДУЧП. Решение этих систем уравнений не является тривиальной задачей и ее сложность зависит от сложности правых частей ДУ, описывающих исходный объект управления. В связи с этим авторы, использующие ГТУ, стремятся описывать объект управления таким образом, чтобы правые части почти всех ДУ содержали минимальное число одночленов – один или два, и только потом нелинейную модель преобразовывать к линейной форме Бруновского. В этом случае удастся простым методом определять ФП. Если же правые части обыкновенных ДУ исходного объекта содержат более двух одночленов, то в настоящее время отсутствуют общие конструктивные алгоритмы определения ФП. В связи с этим для поиска ФП и предложен переборный многорядный алгоритм МГУА. Поиск начинается на первом ряду селекции с простейших ФП вида  $T_i = x_k$ ,  $k = \overline{1, n}$ , где  $n$  – число переменных  $x_1, \dots, x_n$  в исходном объекте управления. На втором ряду селекции проверяются ФП, содержащие линейные комбинации из ФП первого ряда селекции, и т. д.

**ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ТРЕХМЕРНОГО  
ГЕОМЕТРИЧЕСКОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ  
НЕГАРМОНИЧЕСКИХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ  
ДЕТЕРМИНИРОВАННЫХ ПРОЦЕССОВ В ЛИНЕЙНЫХ  
ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ЦЕПЯХ С ПЕРЕМЕННЫМИ  
ПАРАМЕТРАМИ**

*канд. техн. наук, с.н.с. М.Н. Горбачев, Институт Электродинамики  
НАН Украины, г. Киев, д-р техн. наук, проф. А.Н. Борисенко, канд.  
техн. наук, Е.А. Борисенко, НТУ "ХПИ", г. Харьков*

Геометрическое моделирование негармонических энергетических детерминированных (НЭД) процессов является новым научным направлением в области электротехники и радиоэлектроники. Оно отличается от традиционного одномерного моделирования НЭД процессов на основе активной  $P$ , реактивной  $Q$  мощностей и мощности искажения  $T$ , являющихся составляющими полной мощности  $S$  на входе электрических цепей. Трехмерные геометрические модели (ТГМ) представляют собой режимные траектории (РТ) в виде пространственных кривых, расположенных на сфере единичного радиуса. Для расчета и построения указанных ТГМ необходимо перейти от одномерного пространства к трехмерному евклидовому пространству. Этот переход осуществляется на основе векторного представления скалярных величин  $P$ ,  $Q$ ,  $T$  и  $S$  в декартовой системе координат, их нормировке по величине  $S$  и применения известного уравнения энергетического баланса:  $P^2 + Q^2 + T^2 = S^2$ . В докладе приведены результаты геометрического моделирования НЭД процессов в линейных электрических цепях 1-го и 2-го порядка с переменными параметрами, на входах которых действуют негармонические знакопеременные периодические сигналы в виде напряжений прямоугольной (импульсной), треугольной и трапецеидальной формы. В результате установлены достоинства и особенности трехмерных геометрических моделей НЭД процессов в этих цепях: 1) универсальность; 2) высокая эффективность за счет связи электрических параметров с геометрическими, что позволяет решать задачи сравнительного анализа исследуемых НЭД процессов и режимов; 3) значительно расширяет возможности исследователей за счет дополнительного применения математического аппарата аналитической и дифференциальной геометрии; 4) простота и наглядность геометрических моделей в виде РТ. В целом указанные особенности и достоинства значительно расширяют перспективы применения трехмерного геометрического моделирования указанных процессов в электрических цепях.

## К АВТОМАТИЗАЦИИ РАСЧЕТА ПРОЦЕССОВ ТЕПЛОВЛОГО ОБМЕНА В ЗАМКНУТЫХ АППАРАТАХ СЛОЖНОЙ СТРУКТУРЫ

канд. техн. наук, доц. К.Г. Касумов, АГУНП, г. Баку

Рассматривается процесс теплового обмена, происходящий в системе конкретного замкнутого аппарата.

Пусть данная сеть, состоящая из линий тока, элементов конструкции и объемов заполнена теплоносителем (жидкостью, газом, воздухом и т. д.). В набор элементов сети могут входить так же элементы автоматики: клапаны, регуляторы, смесители – разделители, датчики и др.

Комплексная математическая модель процессов теплового обмена в подобных сетях описывается совместными системами обыкновенных дифференциальных уравнений, уравнений в частных производных и алгебраических уравнений. Решение таких задач связано с определенными вычислительными трудностями.

Предлагается подход, позволяющий выбирать устойчивые разностные схемы аппроксимации систем дифференциальных уравнений, значительно уменьшить размерность задачи. Разработан алгоритм для полной автоматизации процесса построения дискретного варианта комплексной математической модели теплового обмена в сложных замкнутых аппаратах.

Для моделирования процесса теплообмена в  $k$ -ой линии тока используется математическая модель:

$$C_k \rho_k \left( \frac{\partial T_k}{\partial t} + U_k \frac{\partial T_k}{\partial V_k} \right) = q_k,$$

$$T_k(V_k, 0) = C, \quad (C = const), \quad T_k(0, t) = T_{k-1}(L_{k-1}, t),$$

$$\text{где } q_k = \frac{Q_k}{L_k \frac{V_k}{U_k}}, \quad 0 \leq |V_k| \leq L_k.$$

Процесс теплообмена в  $k$ -ом объеме описывается в следующем виде:

$$C_k \rho_k V_k \frac{dT_k}{dt} = C_k \rho_k \left[ \sum_{j_{ex}} \left( U_{j_{ex}} T_k - T_k \sum_{j_{вых}} U_{j_{вых}} \right) \right] + \sum_j Q_j + \sum_k Q_k,$$

$$Q_k = \sum_{l=1}^2 F_{l,k} (T_l - T_k), \quad T_k(t)|_{t=0} = C.$$

Изменение теплосодержания  $k$ -го элемента конструкции или приборно–агрегатного оборудования описывается задачей:

$$C_k \frac{dT_k}{dt} = F_{l,k}(T_k - T_l) + \sum_l Q_l + \sum_k Q_k ,$$

$$T_k(t)|_{t=0} = C_0 .$$

Здесь:  $q_k, U_k, V_k, L_k, C_k, \rho_k$  – заданные физические величины;  $F_{l,k}, Q_k, Q_l$  – вычисляемые параметры;  $T_k$  – температура  $k$ -го элемента.

Разработан алгоритм для автоматизации создания дискретных аналогов математических моделей. На основе этих данных строятся таблицы связей, которые и являются основой информационной базы для автоматической генерации конечно-разностных схем для дальнейшего расчета.

**Список литературы:** 1. *Молоземов В.В.* Тепловой режим космических аппаратов / *В.В. Молоземов.* – М.: Машиностроение, 1980. – 230 с. 2. *Патанкар С.* Численные методы решения задач теплообмена и динамика жидкости / *С. Патанкар.* – М.: Энергоиздат, 1984.

## **МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ДЛЯ ПРОЕКТУВАННЯ ВАЖКИХ ВЕРСТАТІВ В КОНЦЕПЦІЇ "ІНДУСТРІЯ 4.0"**

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Ковальов, д-р техн. наук, доц.  
Я.В. Васильченко, канд. техн. наук М.О. Шаповалов, ДДМА,  
м. Краматорськ*

Стратегія впровадження концепції "Індустрія 4.0" полягає в зміні промислового виробництва для завершення інтелектуальної автоматизації, що означає впровадження методів адаптивного управління, самоконфігурації, самодіагностики проблем і їх усунення, розумне прийняття рішень. Сучасні тенденції в концепції "Індустрія 4.0" це – розробка стратегії побудови інтегрованих систем і технологічних змін у виробничих процесах; застосування принципів агрегатно-модульної побудови конструкції обладнання нового покоління; використання штучного інтелекту та ін.

Основою для пошуку і впровадження нових рішень стали мехатронні технології. Мехатронні модулі та системи об'єднують силові (енергетичні) компоненти, механізми переміщення та інформаційні елементи. Проектування верстатів на основі мехатронних модулів і систем вимагає серйозної інформації та теоретичної підготовки процесу моделювання при створенні мехатронних вузлів і інтеграції їх в конструкцію верстата. Створюються умови для отримання принципово нових конструкторських і дизайнерських рішень.

Вирішено проблему балансування експлуатаційних властивостей конструктивних елементів і забезпечення усвідомленого вибору компонентів (елементи несучої системи, приводи, опори і передачі, датчики і т. д.). Розроблено основи проектування нових важких верстатів з адаптивним управлінням, орієнтованих на потреби підприємств важкого машинобудування. Кожен верстат повинен реалізовувати необхідну і достатню кількість функцій, мати раціональні технологічні можливості і споживчі властивості (вартість, розміри і т. д.). Досліджено залежності технологічної насиченості верстатів з ЧПУ від геометричних, технологічних і організаційно-планових показників деталей і технології їх обробки. Розроблено метод поетапної угруповання деталей на основі згортки класифікаційних груп і кластерного аналізу в залежності від складності деталей за кількістю формотворчих рухів.

Створені системи адаптивного оптимального управління важкими токарними верстатами з використанням програмованих логічних контролерів і мехатронних елементів для реалізації багаторівневої системи прийняття рішень з елементами штучного інтелекту.

## **ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ МАММОГРАФИЧЕСКИХ ОБСЛЕДОВАНИЙ**

*д-р техн. наук, проф. А.И. Поворознюк, асп. Х. Шехна, НТУ "ХПИ", г. Харьков*

В работе рассмотрена формализация этапов маммографических обследований при проектировании медицинских компьютерных систем поддержки принятия решений (СППР). Процесс маммографического обследования представляется в виде обобщенной модели  $M_g$  вида:  $M_g = \{M_F, M_I, M_S, M_M\}$ , где  $M_F$ ,  $M_I$ ,  $M_S$ ,  $M_M$  – функциональная, информационная, структурная и математическая модели соответственно.

Рассмотрим более подробно функциональную модель. Представим функциональную модель  $M_F$  с помощью методологии функционального моделирования IDEF0. Для построения контекстной диаграммы, которая представляет маммографическое обследование как единое целое и показывает связь с внешним миром, определены входы, выходы, управление и механизмы.

Выполняется функциональная декомпозиция контекстной диаграммы модели  $M_F$ . Для этого выделены четыре основных функциональных блока (работы): 1 – зарегистрировать пациента; 2 – выполнить регистрацию и анализ маммограмм; 3 – выполнить диагностику; 4 – сформировать протокол обследования.

Первая и четвертая работы легко автоматизируются при наличии стандартов ведения медицинских карт и оформления протоколов обследования. Поэтому была выполнена дальнейшая декомпозиция функциональных блоков 2 и 3. При декомпозиции блока 2 были выделены следующие блоки: 21 – зарегистрировать маммограмму; 22 – выполнить предварительную обработку, которая обеспечивает повышение качества визуализации; 23 – выполнить морфологический анализ, т.е. выделить информативные структурные элементы (СЭ) на фоне помех; 24 – проанализировать параметры СЭ с целью формирования множества диагностических признаков.

Вследствие декомпозиции блока 3 "Выполнить диагностику" были выделены следующие блоки: 31 – проанализировать предыдущие обследования; 32 – оценить динамику; 33 – оценить эффективность лечения; 34 – принять решение.

Предложенная функциональная модель  $M_F$  маммографического обследования являются основой для разработки информационной, структурной и математической моделей, а также структуры медицинской СППР, что в конечном итоге приводит к повышению эффективности оказания медицинских услуг.

## О ПОСТРОЕНИИ ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА ДЕСКРИПТОРОВ НА ОСНОВЕ МОДИФИЦИРОВАННОГО КООПЕРАТИВНОГО АЛГОРИТМА РОЯ ЧАСТИЦ С ВЕСОМ ИНЕРЦИИ

*д-р техн. наук Г.А. Самигулина, PhD докторант Ж.А. Масимканова\**,  
*Институт информационных и вычислительных технологий,*  
*\*Казахский национальный университет им. аль-Фараби, г. Алматы,*  
*Казахстан*

В настоящее время многие исследования доказывают перспективность совместного использования алгоритмов роевого интеллекта и искусственных иммунных систем для разработки и внедрения инновационных Smart-технологий прогнозирования и управления сложными объектами. Для обработки многомерных данных и выделения информативных дескрипторов предлагается модифицированный кооперативный алгоритм роя частиц с весом инерции (Cooperative Particle Swarm Optimization with Inertia Weight, CPSOIW) [1] построенный на основе кооперативного алгоритма роя частиц CPSO (Cooperative particle swarm optimization) [2] и алгоритма роя частиц с весом инерции IWPSO (Inertia Weight Particle Swarm Optimization) [3], который протестирован на стандартных наборах данных UCI (UCI Machine Learning Repository).

Предложенный CPSOIW алгоритм позволяет строить оптимальный набор данных для дальнейшего распознавания на основе искусственных иммунных систем.

Исследования проводятся по гранту №AP05130018 КН МОН РК (2018-2020 гг.) по теме: Разработка когнитивной Smart-технологии для интеллектуальных систем управления сложными объектами на основе подходов искусственного интеллекта.

**Список литературы:** 1. Самигулина Г.А., Масимканова Ж.А. Разработка программного обеспечения кооперативного алгоритма роя частиц с весом инерции для многофункциональной искусственной иммунной системы // Сборник статей XLIX междунар. науч. чтений. – М., 2019. – С. 19-22. 2. Sun S., Li J. A two-swarm cooperative particle swarms optimization // Swarm and Evolutionary Computation. – 2014. – Vol. 15. – P. 1-18. 3. Umaphathy P., Venkateshaiah C., Senthil Arumugam M. Particle Swarm Optimization with Various Inertia Weight Variants for Optimal Power Flow Solution // Discrete Dynamics in Nature and Society. – URL: <http://dx.doi.org/10.1155/2010/462145>. (Дата обращения: 31.05.2019).

## АРХИТЕКТУРА ИНТЕРНЕТА БУДУЩЕГО И МОДЕЛЬ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ОТКРЫТЫХ СИСТЕМ

*проф. В.И. Тихонов, преп. Е.В. Тихонова, студ. Д. Нвоба, ОНАС  
им. А.С. Попова, г. Одесса, с.н.с. А.И. Радкевич, ДП НДИ МП, г. Киев*

В работе анализируются особенности трех основных известных моделей взаимодействия открытых систем в архитектуре глобальной пакетной сети Интернет (TCP/IP, OSI, NGN). Изложены базовые принципы построения архитектуры Интернета будущего. Предложена оригинальная инновационная модель Интернета в виде системы из трех вложенных друг в друга открытых колец (транспортная инфраструктура Интернет, сети доступа, приложения).

Всемирная сеть Интернет, в основе которой лежит принцип коммутации пакетов Леонарда Кляйнрока и децентрализованное управление Пауля Бэрна, берет свое начало в 60-х годах прошлого столетия. Одним из важных аспектов архитектуры Интернета является т.н. *модель взаимодействия открытых систем*. На сегодняшний день известны три основные модели такого рода, рис.:

- четырехуровневая модель стека протоколов TCP/IP, история создания которого начинается с Управления перспективных исследовательских проектов Министерства обороны США (DARPA, 1958) и выхода первой спецификации DARPA по протоколу TCP для управления передачей пакетных данных (1974);
- эталонная семиуровневая модель OSI, предложенная международной организацией по стандартизации ISO в 1984 г.;
- трехуровневая модель пакетной мультимедийной сети будущих поколений NGN, предложенная Международным союзом электросвязи (ITU, рекомендация Y.2001, 2004).

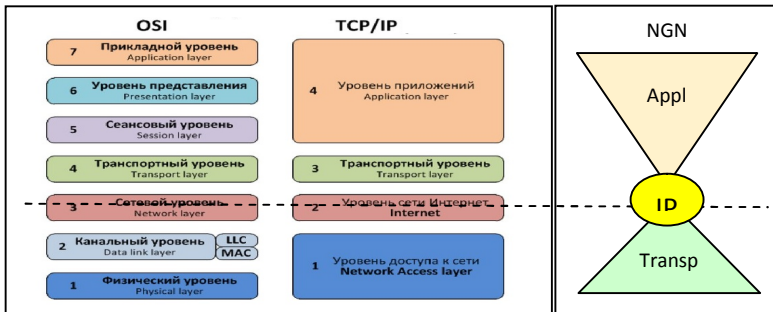


Рис. Сравнительная диаграмма трех моделей Интернет

Анализируя указанные выше три модели Интернета с позиций сегодняшнего дня, следует, *во-первых*, отметить, что архитектура глобальной сети прошла определенный путь эволюции в смысле количества уровней системной иерархии:

4 (TCP/IP) → 7 (OSI) → 3 (NGN).

Последний переход к трем уровням иерархии системы является, на наш взгляд, закономерным и оправданным, поскольку число 3 играет ключевую роль в общей теории познания, методологии системного анализа и в общей теории систем. Достаточно вспомнить представления древних о Земле, которая якобы покоится на "трех китах" или "трех слонах"; изумрудные скрижали Гермеса-Трисмегиста ("трижды величайшего", поскольку он познал три самых важных "стихий"); доктрина Христианства о "святой Троице"; логическая триада одесского философа А.И. Умова "Вещи-свойства-отношения" как основа его общей теории систем; доказательство фон Нейманом того факта, что число 3 является наилучшим целым основанием для системы счисления.

*Во-вторых*, все три модели Интернет предложены разными организациями. Модель (TCP/IP) создана специальным управлением оборонного ведомства США в разгар холодной войны с СССР. В 90-е годы ведомственная пакетная сеть стала коммерческой, а функция "опеки" над Интернетом перешла к международной целевой группе по стандартизации Интернет IETF (созданной в 1986 г.). Не случайно, что действующие ныне протоколы сети Интернет, в основном, опираются на базовую модель стека TCP/IP. Модель (OSI) разработана неспециализированной международной организацией по стандартизации, которая охватывает практически все сферы деятельности человечества. Создание этой модели явилось ответом на новые вызовы времени 90-х годов – стремление применить относительно недорогие средства пакетной коммутации для передачи мультимедийных данных (голос, видео). Именно с этой целью в модель OSI были добавлены два уровня (сеансовый и представительский). Кроме того, уровень доступа в модели TCP/IP имеет два четко выраженных подуровня (MAC – управление доступом к физической среде и LLC – управление логическим соединением). Попытка отобразить подуровни MAC и LLC в виде самостоятельных уровней модели, привела к разделению одного уровня доступа на два уровня – физический и канальный. Тем не менее, семиуровневая модель OSI сегодня рассматривается специалистами, в основном, как некий терминологический базис для описания процессов взаимодействия, нежели как релевантная архитектура сети Интернет.

Модель (NGN) создана организацией ITU, которая имеет наибольший исторический и практический опыт в области электросвязи (телеграф, телефон, радио), и которая в настоящий момент активно конкурирует с

IETF на рынке телекоммуникационных услуг. Общей плоскостью соприкосновения всех названных трех моделей является уровень пакетного представления по протоколу IP, который на сегодня уже имеет две версии: IPv4 (1974) и IPv6 (1998). Модель NGN делит всю сеть Интернет на две функциональные части – все, что "ниже IP" (т.е. транспорт IP-пакетов), и все, что "выше IP" (т.е. сетевые приложения на базе IP).

Модель NGN является, по-видимому, наиболее адекватной с точки зрения ближайшего будущего сети Интернет (5 – 15 лет) в концепции мультимедийной платформы IMS. Вместе с тем, ориентация на единственный протокол межсетевого стыка IP, по мнению ряда специалистов, является неоправданным в далекой перспективе, поскольку даже в версии IPv6 протокол IP является морально устаревшим (жизненный путь протокола IPv4 приближается к 50 годам, а IPv6 – к 25 годам). По своей природе протокол IP не приспособлен для оптимальной передачи потоковых данных и диалогового взаимодействия в реальном масштабе времени. Избыточность заголовков при инкапсуляции пакетов реального времени в стеке TCP/IP, а также сложность межуровневых взаимодействий, настоятельно требуют принципиального усовершенствования архитектуры Интернета будущего.

На наш взгляд, основными принципами новой архитектуры Интернета будущего являются:

1) Сохранение преемственности для модели NGN на основе IP для плавного перехода к модели Интернета будущего.

2) Поэтапное введение двух новых протоколов на уровне межсетевого взаимодействия: а) протокол LCP ускоренной передачи потоковых пакетных данных по коммутируемым логическим соединениям (наподобие известной технологии коммутации по меткам MPLS); б) протокол VCP пакетного диалогового взаимодействия в режиме реального времени по динамически устанавливаемым виртуальным соединениям с детерминированным контролем времени.

На основе изложенных принципов в работе предложена новая трехуровневая модель Интернета будущего. Эта модель содержит три вложенные друг в друга "открытые кольца иерархии": внутреннее кольцо – транспортная инфраструктура Интернет с тремя типами интерфейсов (IP, LCP, VCP); среднее кольцо – сети доступа; внешнее кольцо – аппаратно-программные сетевые приложения.

## **СЕКЦИОННЫЕ ДОКЛАДЫ**

### **К ВОПРОСУ ОБ АЭРОДИНАМИКЕ НОСОВОЙ ПОЛОСТИ**

*д-р техн. наук, проф. О.Г. Аврунин, канд. техн. наук, асс. Я.В. Носова, студ. С.А. Худаева, ХНУРЭ, г. Харьков*

Архитектоника полости носа обусловлена сложностью происходящих в ней физиологических процессов, среди которых выделяются дыхательная, обонятельная, кондиционирующая, фильтрующая и резонаторные функции [1, 2]. Основной задачей специалистов при этом является изучение влияния внутриносовых структур на приведенные выше функции, причем не в качественном плане, а на основе количественных соотношений, позволяющих проводить компьютерное планирование хирургических операций [3, 4]. Полость носа рассматривается как воздушный канал со сложной анатомической конфигурацией [4]. При этом вводятся допущения, такие как условное разделение на носовые ходы, исключение из рассмотрения придаточных пазух, учет потерь по длине и на локальных сопротивлениях. Основными аэродинамическими показателями являются: эквивалентный диаметр, коэффициент аэродинамического носового сопротивления, перепад давления и скорость воздушного потока при различных физиологических расходах воздуха. Знание этой информации позволяет выполнять планирование ринохирургических вмешательств, то есть осуществлять прогнозирование результатов операций на основе виртуального моделирования конфигурации внутриносовых структур. Это позволяет проводить малоинвазивные органосохраняющие оперативные вмешательства, связанные с коррекцией девиаций носовой перегородки, различных форм хронических риносинуситов и некоторых других патологических состояний. Авторами предлагается подход, позволяющий на основе математического моделирования проводить компьютерное планирование оперативных вмешательств с учетом оценки пристеночного течения воздуха в носовой полости, которое влияет на функции слизистой оболочки.

**Список литературы:** 1. *Avrunin O. Olfactometry diagnostic at the modern stage / O. Avrunin, N. Shushlyapina, Y. Nosova, O. Bogdan // Bulletin of NTU "KhPI". Series: New solutions in modern technologies. – Kharkiv, NTU "KhPI". – 2016. – № 12 (1184). – P. 95-100.* 2. *Аврунин О.Г. Возможности доказательного тестирования обонятельной функции на основе риноманометрических данных / О.Г. Аврунин, Я.В. Носова // Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах: Матеріали XVII міжнар. наук.-техн. конференції; Одес. нац. акад. зв'язку ім. О.С. Попова. – Одеса – Хмельницький: ХНУ, 2017. – С. 127.* 3. *Аврунин О.Г. Определение степени инвазивности хирургического доступа при компьютерном планировании оперативных вмешательств / О.Г. Аврунин, М.Ю. Тымкович., Х. Фарук // Бионика интеллекта. – 2013. – № 2 (81). – С. 101 – 104.* 4. *Аврунин О.Г. Методы и средства функциональной диагностики внешнего дыхания: монография / О.Г. Аврунин, Р.С. Томашевский, Х.И. Фарук. – Харьков, ХНАДУ. – 2015. – 208 с.*

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ИСПЫТАНИЙ КОНСТРУКЦИЙ СЛОЖНЫХ ОБЪЕКТОВ**

*канд. техн. наук, доц. В.И. Азаренков, НТУ "ХПИ", г. Харьков*

В процессе разработки новых конструкций и серийного выпуска сложных технических изделий в авиационной и космической отраслях промышленности последние подвергаются динамическим испытаниям на предельных нагрузках, приводящих к разрушению или необратимым деформациям объектов. Учитывая стоимость изделий (ракетоноситель с полезной нагрузкой) испытания оказываются чрезмерно затратными, т. к. готовое изделие не может в дальнейшем безопасно эксплуатироваться и подлежит утилизации. Но отказаться от диагностики конструкции нового или серийно изготовленного изделия нельзя.

Предлагается методика для проведения динамических испытаний надежности конструкций сложных объектов, позволяющая проводить диагностику на предельных (а при необходимости и запредельных) нагрузках, без разрушения дорогостоящих изделий. При этом появляется возможность дальнейшего проведения иных испытаний (температурных, радиационных и пр.) на этих же изделиях, а при определенных условиях и опытной эксплуатации этих же исследуемых объектов.

Суть методики заключается в следующем:

1. С помощью автоматизированной системы вибрационных испытаний проводится полный цикл динамических испытаний в диапазоне возможных частотных воздействий на диагностируемую конструкцию с фиксацией фаза-частотных характеристик объекта при заданных минимальных (не вызывающих разрушение) внешних нагрузках.

2. Строится амплитудно-частотная характеристика (АЧХ) исследуемой конструкции.

3. Выявляются резонансные частоты объекта.

4. Для каждой резонансной частоты в области резонанса строится математическая модель управления вибростендом (уменьшается воздействующая внешняя нагрузка до величины, не приводящей к разрушению конструкции в каждой частоте области резонанса).

5. Повторяется пункт 1 с учетом построенных моделей управления вибростендом в каждой резонансной области при полной заданной (интересующей) нагрузке изделия.

6. Пересчитывается полученная в п. 5 АЧХ с учетом построенных в п. 4 моделей резонансных областей конструкции на любую нагрузку.

7. Анализируются возможные воздействия динамических нагрузок на конструкцию и их последствия для изделия; принимаются решения.

Т.о. получают результаты значений интересующих воздействий предельных и запредельных нагрузок на изделия без их разрушения.

## NONLINEAR STATISTICAL MODELS IN THE DYNAMICS OF TIME SERIES

*PhD Tech., Associate Prof. I.V. Antonova, PhD Tech., Associate Prof. N.A. Chikina, NTU "KhPI", Kharkov*

Both traditional methods of statistical analysis and methods of nonlinear dynamics are widely used for the analysis of random processes. One of the directions in the methodology for studying the dynamics of time series by nonlinear dynamics methods is Tonis Vaga's nonlinear statistical model of the Social Imitation Theory for modeling of public opinion polarization. This theory generated a certain interest in the scientific circles thanks to W. Weidlich's publication, who expanded the well-known model of ferromagnetism to polarize opinions in social groups. The models built within this theory can be applied to systems with a state determined by the level of internal clustering and the influence of external factors.

We introduce the following assumptions to adapt T. Vaga's model to the time series characterizing the incidence of some skin infections. Let  $f$  be the number of factors affecting the incidence rate. At the same time, some of the factors  $\{f_1\}$  form the parameter  $h$  which is the result of an external control action limiting the illness incidence, and the other factors  $\{f_2\}$  form the parameter  $k$  of "crowd behavior" that contributes to an incidence rate increasing. T. Vaga did not suppose that it is possible to find out the range of the parameters  $h$  and  $k$  in concept. However, a method was proposed later that makes it possible to analyze the values of the parameter  $k$ . Estimation of the parameter  $h$  value because of the influence of external conditions can be evaluated by a significant change in the behavior of the time series.

There is an empirical connection between the Hurst indicator  $H$  and the indicator  $k$ :  $H = k - 1,3$ . Since there are several methods for reliable calculation of the Hurst index, it is possible to estimate the value of the parameter  $k$ . The value  $k = 1,8$  corresponds to a completely random time series ( $H = 0,5$ ).

Researches in this direction show that combinations of the values of parameters  $h$  and  $k$  determine the basic states in the dynamics of the considered time series: 1) a random time series, which, therefore, cannot be predicted; 2) transition states with some shift in the external factors influence; 3) a chaotic time series; 4) a coherent time series where the fundamental trends of the influence of external factors with a pronounced trend are indicated; 5) an anti-persistent time series where the probability of a trend change is greater than the probability of its continuation.

## **USING COZMO ROBOT FOR EDUCATION**

*Master Stud. Bako Barnabas, Sokowonci (Nigeria), DrS., Prof.  
G.F. Krivoulya, KNURE, Kharkiv*

Robots are part of artificial intelligence (AI) and becoming increasingly popular as an educational platform. Cozmo's little mobile robot was designed by former Pixar animators. This robot will allow you to enter directly into the world of human interaction with the robot and AI. This mobile robot explores the environment, learns, plans its actions, reacts like a living creature. It allows the student to discover and learn robotic programming using the Code Lab, a simple and intuitive visual programming language based on Scratch Blocks. Programmers will be able to develop complex human behaviors and third-party applications using their Python SDK.

In education, robotics kits allow student to work with real hardware in order to be prepared for the challenges of the real physical work. The recent developments in AI and robotics gave developers an opportunity to teach a computer to perform complicated tasks by their own. The algorithm progresses by self-teaching. That's how computers imitate people, to some extent, however, we have to admit that the capabilities of AI and robotics in education are still limited.

The system can't substitute professionals but it can perfect teachers' skills and education process. Presently a lot of AI innovations exist with applications in various socio-economic fields. In education the benefits of AI to the students and to the Teachers are numerous among others, Firstly Mobile Education: this enables Education at any time and any place, A student can study when and where it is convenient in a real time mode and get feedback all the time, Secondly Adaptive Education; the use of AI enables the educational platform to adapt according to the students' needs for example, The AI software development system helps scholars to work on their weaknesses. During the process the program discovers where the student has difficulties and sends needed materials to improve his/her skills. This adaptive education uses AI basic algorithm to analyze data that was received after the teacher uploaded training materials into the system and a student did his homework, thirdly virtual mentors: Teachers all over the world object the automatization of an entire education process, insisting on the idea that we can't refuse teachers. As they believe, that only a professional can understand all the needs of a scholar and only a human can harmonize a training program. Yet the experience with the platform Thinker Math, that utilizes a great deal of AI has proven quite the opposite.

## **АПАРАТНО-ПРОГРАМНИЙ КОМПЛЕКС ДЛЯ МОНІТОРИНГУ ТА УПРАВЛІННЯ ГЛІКЕМІЧНИМ ПРОФІЛЕМ**

*асп. Д.М. Барановський, ВНТУ, м. Вінниця*

Однією із значимих проблем суспільної охорони здоров'я залишається проблема цукрового діабету. Протягом останніх декількох десятиліть число випадків і поширеність діабету неухильно росла. Апарати "Штучна бета клітина" та "Штучна підшлункова залоза" є технічними регуляторами і дозволяють здійснювати моніторинг поточного рівня глікемії та керування процесом введення інсуліну [1]. Загальна структура таких апаратів складається з трьох основних функціональних модулів включених послідовно: модуля моніторингу глікемії; модуля керування глікемією; модуля інфузії інсуліну [2]. Розроблений апаратно-програмний комплекс для моніторингу та управління глікемічним профілем дозволяє суттєво (на 3 – 11% в порівнянні з аналогами) підвищити інформативність процесу моніторингу та управління глікемічним профілем у хворих на цукровий діабет I типу. Це досягається за рахунок розробленого методу визначення психологічного персоніфікованого стану пацієнта та комбінованого методу моніторингу. Комбінований метод являє собою сукупність методів: визначення рівня глюкози у повітрі, що видихає пацієнт, методу оцінювання емоційного стресу за параметрами фотоплетизмограми і методу подібності форми фотоплетизмограми зразковим шаблонам. Це дозволяє зробити моніторинг глікемічного профілю неінвазивним і більш комфортним для пацієнта. Також в ході роботи було удосконалено математичну модель процесу моніторингу та управління глікемічним профілем хворого на цукровий діабет I типу, мінімізовано часову затримку надходження сигналу про зміни дози інсуліну до 3 – 4 хвилин шляхом неперервного контролю показників біосенсора глюкози в моніторинговому режимі. Такі вдосконалення дозволили швидше визначати і здійснювати подачу інсуліновою помпою доз інсуліну та забезпечити ефективну підтримку концентрації глюкози в крові хворого в діапазоні "норми" протягом тривалого часу.

**Список літератури:** 1. Злепко С.М. Медична апаратура спеціального призначення. Біокібернетична концепція "Штучна бета-клітина", навч. пос. / С.М. Злепко, Л.Г. Коваль, Н.М. Гаєрілова, І.С. Тимчик // [Електронний ресурс] – Режим доступу: [http://posibnyky.vntu.edu.ua/masp/roz6\\_1.htm](http://posibnyky.vntu.edu.ua/masp/roz6_1.htm) 2. Барановський Д.М. Аналіз апарату "Штучна бета клітина" / Д.М. Барановський // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я. – 2018. – Ч. III. – MicroCAD-2017. – С. 37

## **МЕТОД МАСКУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ПОВІДОМЛЕНЬ НА ОСНОВІ НЕПРЯМОЇ МОДИФІКАЦІЇ ФАЗОВОГО СПЕКТРУ АУДІОКОНТЕЙНЕРУ**

*канд. техн. наук, ст. викл. А.Е. Бекіров, ХНУПС, м. Харків,  
канд. техн. наук, ст. викл. Т.Г. Рожнова, магістр Т.Г. Левочко,  
ХНУРЭ, м. Харків*

На теперішній день завдання забезпечення захищеності інформації в інфокомунікаційних системах вирішується на основі застосування криптографічних алгоритмів [1]. Іншим актуальним напрямком підвищення безпеки обміну даними є використання методів комп'ютерної стеганографії. В першу чергу це пов'язано з широким розповсюдженням медіафайлів у мережах обміну інформацією. Недоліками існуючих алгоритмів є внесення аудіо слухових спотворень та зміна статистичних характеристик контейнеру [2].

Для усунення виявлених недоліків пропонується метод вбудовування інформації в аудіоконтейнер на основі непрямой модифікації компонент фазового спектру за синтезованим правилом, а саме:

- якщо біт інформаційного повідомлення приймає значення логічної одиниці, то значення першої складової пари збільшується відносно другої складової на значення коефіцієнту модифікації;
- і навпаки, якщо біт інформаційного повідомлення приймає значення логічного нуля, то відбувається збільшення значення другої складової пари фаз.

Тут коефіцієнт модифікації характеризує ступінь зміни модифікованої фази аудіоконтейнеру відносно вихідної.

На основі модифікованої фази здійснюється перехід до частотного спектру з подальшим застосуванням зворотнього дискретного перетворення Фур'є. Отриманий модифікований аудіоконтейнер, що містить вбудовану корисну інформацію, може бути передано у інфокомунікаційних мережах, або збережено на носіях інформації.

Метод зворотнього перетворення передбачає вилучення корисної інформації шляхом аналізу пар компонент фазового спектру.

**Список літератури:** 1. *Хорошко В.А.* Методы и средства защиты информации / В.А. Хорошко, А.А. Чекатов. – К. : Юниор, 2003. – 501 с. 2. *Бекіров А.Е.* Метод захисту інформації на основі стеганографічних систем / А.Е. Бекіров // Озброєння та військова техніка. – 2015. – № 1. – С. 29-36.

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТА МОБІЛЬНИХ ТЕХНОЛОГІЙ У МЕДИЧНУ ПРАКТИКУ**

*канд. техн. наук, доц. О.В. Бойко, канд. техн. наук, доц. Н.В. Дорош,  
канд. техн. наук, доц. К.І. Льканич, ЛНМУ ім. Данила Галицького,  
м. Львів, канд. техн. наук, доц. Г.Л. Кучмій, НУЛП, м. Львів, н.с.  
О.І. Дорош, МНУНЦ, м. Київ, клінічний психолог О.Ю. Степанюк,  
м. Київ*

В сучасній медичній практиці однією з важливих задач є застосування інформаційних та мобільних технологій для комплексної оцінки здоров'я населення за допомогою медичних інформаційно-аналітичних систем. Це є актуальним для аналізу динаміки розвитку здоров'я населення та оцінювання ефективності функціонування системи охорони здоров'я. Для комплексної оцінки стану здоров'я населення, як правило, використовуються моделі з узагальненими індексами здоров'я, що інтегрують в собі ряд показників.

Метою роботи є створення комплексу моделей медичних процесів, розроблення та аналіз структурної організації та алгоритмічної бази МІС, дослідження методів комп'ютеризації процесу діагностики та автоматизованого контролю за станом здоров'я, створення концепції побудови функціонально-інтегрованих сенсорів для біомедичних досліджень.

У результаті проведених досліджень розроблено інноваційну мобільну інформаційну технологію для адаптивного дослідження показників стану здоров'я людини, яка передбачає вимірювання та експрес-аналіз життєво-важливих показників, що характеризують стан здоров'я людини за допомогою медичних гаджетів, засобів носимої або імплантованої сенсорної мікроелектроніки та відповідних мобільних додатків. По результатах аналізу розраховуються вагові критерії, за якими визначаються групи ризику та пріоритетні напрямки контролю показників, що використовуються у моделях. Такий адаптивний підхід дозволяє тривалий час вести спостереження за станом здоров'я, контролювати показники та своєчасно реагувати на негативні зміни в організмі, поглиблюючи, при необхідності, професійний рівень аналізу або корегуючи напрям досліджень.

Таким чином, можливості інформаційних технологій дозволять реалізувати принципово-новий підхід до організації взаємодії пацієнтів та лікарів, значно скоротити шлях до надання медичних послуг, проводити спостереження за станом пацієнтів протягом тривалого часу в режимі віддаленого доступу, що в цілому дозволить підвищити ефективність надання медичних послуг на етапі проведення профілактичних заходів.

## ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ХРАНЕНИЕ СТРУКТУР ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ С ПОМОЩЬЮ АССОЦИАТИВНОЙ ПАМЯТИ

ст. преп. В.А. Бречко, НТУ "ХПИ", г. Харьков

При проектировании технологических процессов (ТП) механообработки используется банк данных, в котором храниться необходимая информация, поиск и компоновка которой происходит в зависимости от задачи. При этом возникает необходимость построения многоуровневой структуры обработки данных, когда результаты работы каждого уровня зависят от данных предыдущего уровня и влияют на следующий. Также необходимо обеспечить быстрый поиск необходимой информации, которая находится в банке данных.

Однако при моделировании с помощью искусственных НС многослойных ассоциаций, цепочек ассоциаций или древовидных структур, порожденных ассоциациями, возникают существенные трудности, связанные с отсутствием подходящих НС [1 – 5].

Эти трудности можно обойти, если использовать иерархические нейронные сети на основе ассоциативной памяти, применить которые можно как при поиске информации, так и при дальнейшем сохранении полученной структуры технологического процесса.

С помощью предложенных иерархических нейронных сетей разработана структура технологического процесса для производства конкретной детали. Математическое моделирование технологического процесса производства детали подтвердило правильность теоретических положений.

Таким образом, проведен анализ методов хранения информации с помощью ассоциативной памяти, предложен метод хранения данных с использованием нейронных сетей ассоциативной памяти, который используется при проектировании структуры технологического процесса.

**Список литературы:** 1. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / С. Хайкин. – М.: Изд. дом "Вильямс", 2006. – 1104 с. 2. Kosko B. Optical bi-directional associative memories/ Kosko B. // SPIE Proceedings: Image Understanding, 1987. – 758 с. 3. Дмитрієнко В.Д. Гибридная иерархическая нейронная сеть для хранения знаний технологического процесса механообработки / В.Д. Дмитрієнко, І.П. Хавіна, Вісник НТУ «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ", 2013. – № 39 (1012). – с. 68. 4. Бунаков П. Технологическая подготовка производства в САПР / Бунаков П, Широких Э, ДМК Пресс - Москва, 2014. 5. Charu C. Aggarwal Neural Networks and Deep Learning: A Textbook / Charu C. Aggarwal – IBM T.J. Watson Research Center , 2018. – 94 p.

## **РОЗРОБКА ПЗ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ ДИНАМІКИ БІО-ПОДІБНИХ ПРОЦЕСІВ ТА СИСТЕМ**

*канд. фіз.-мат. наук, доц. В.В. Жихаревич, асп. К.П. Газдюк, ЧНУ ім. Ю. Федьковича, канд. фіз.-мат. наук, доц. О.М. Нікітіна, ліцей № 1, м. Чернівці*

Однією з актуальних задач сучасної біоінженерії є вивчення та моделювання динаміки живих організмів, в основі чого лежить самоорганізаційна поведінка, що робить механізми руху повністю автоматичними. Досліджувані системи можна назвати розподіленими, тобто такими, що не мають центрального керуючого елемента, який би був відповідальний за прийняття всіх рішень.

Вивчення процесів, що відбуваються в живих організмах та моделювання відповідних штучних біо-систем набуває все більшого значення на сучасному етапі розвитку інформаційних технологій та при стрімкому зростанні обчислювальних потужностей цифрової техніки. Серед комп'ютерних моделей біо-процесів та систем можна виділити два основні типи – кількісні моделі та якісні. Якісні моделі за допомогою комп'ютерної графіки дають змогу розкривати невідомі досі властивості складної системи: її структуру, динаміку розвитку, стійкість, цілісність тощо. Кількісні моделі мають переважно характер прогнозу майбутніх чи пояснення минулих значень змінних, що характеризують систему. Слід зауважити, що кожна із таких моделей характеризується окремим підходом та методом до розробки. Таким чином, актуальним є створення універсального зручного програмного засобу, що надавав би дослідникам у галузі біоінженерії можливість візуалізації динаміки формування найрізноманітніших біо-подібних процесів та структур.

Розробка програмного засобу комп'ютерного моделювання дозволить користувачу досліджувати динамічні біологічні процеси та структури. Більш чітке розуміння механізмів, які керують розвитком біологічних систем, сприятиме створенню нових ефективних вакцин в боротьбі з бактеріальними інфекціями, пухлинами та іншими хворобами, покращить продуктивність при використанні біологічного матеріалу в сфері діяльності людини і може дати багато ідей та архітектурних рішень в кібернетиці і робототехніці. Допомагає на практиці перевірити гіпотези та теоретичні припущення, які допомагають у вивченні різних біологічних процесів. Також комп'ютерна модель дає змогу виявити нові явища в поведінці досліджуваних систем.

## ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГИБРИДНЫХ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ДЛЯ ПРИГОРОДНЫХ ДИЗЕЛЬ-ПОЕЗДОВ

канд. техн. наук, ст. препод. Г.В. Гейко, д-р техн. наук, проф.  
В.И. Носков, канд. техн. наук, доц. Н.В. Мезенцев, НТУ "ХПИ",  
г. Харьков

Вопрос экономии топливно-энергетических ресурсов является особенно актуальным для Укрзализныци, поскольку она является одним из основных их потребителей. Энергоэффективность в современных рыночных условиях выступает важным фактором конкурентоспособности в перевозочном процессе как грузовом, так и пассажирском.

В процессе движения дизель-поезда характерно наличие трех участков: разгон, движение с постоянной скоростью и торможение. Первые два участка описываются уравнением движения поезда в виде:

$$m \frac{dV_T}{dt} = F_T - y(x) - F_C,$$

где  $V_T$  – скорость поезда,  $F_T$  – сила тяги,  $y(x)$  – сила сопротивления, зависящая от величины уклона,  $x$  – расстояние от станции отправления,  $F_C$  – сила сопротивления вязкого трения и сопротивления воздуха.

Сила тяги определяется позицией контроллера машиниста (тяговая характеристика), а расход топлива – характеристиками дизеля. Как показали исследования, проведенные на математической модели, наиболее энергозатратным является процесс разгона поезда до установленной скорости. Чтобы снизить эти энергозатраты предлагается ввести в схему электропередачи накопитель энергии (НЭ), в котором можно сохранять энергию, полученную при торможении поезда.

Мощность на валу эквивалентного тягового двигателя в режиме электрического торможения ( $P_T$ ) определяется из условия получения необходимого тормозного усилия соответствующей характеристики

$$P_T = B\eta V_T,$$

где  $B$  – тормозное усилие,  $\eta$  – к.п.д. тягового редуктора.

В результате моделирования процессов движения дизель-поезда по перегону с конкретными параметрами было установлено, что затраты энергии на разгон поезда и выделенная энергия при его торможении примерно равны. Это позволяет использовать энергию торможения, сохраненную в НЭ, для разгона. Предварительные расчеты показывают, что применение в схеме электропередачи дизель-поезда НЭ дает экономию топлива до 100 кг за одну смену.

## **ВПРОВАДЖЕННЯ ТЕХНОЛОГІЙ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ В НАВЧАЛЬНО-ВИХОВНИЙ ПРОЦЕС ЯК ЗАСІБ ФОРМУВАННЯ КЛЮЧОВИХ КОМПЕТЕНТНОСТЕЙ МОЛОДШИХ ШКОЛЯРІВ**

*ст. вчитель, спеціаліст вищої категорії І.П. Гнущова, Харківська  
ЗОШ № 68 Харківської міської ради, м. Харків*

Концепція нової української школи ставить за мету виховання і розвитку активної мислячої особистості, здатної самостійно аналізувати предмети і явища, співставляти факти, робити висновки та приймати рішення. Провідна педагогічна ідея досвіду полягає в побудові своїх уроків, виходячи з потреб кожного учня, максимально забезпечуючи умови для розвитку критичного мислення, як ефективного засобу формування ключових компетентностей учнів молодшого шкільного віку. Це сприяє підвищенню мотивації навчання, впевненості у власних здібностях, кращому усвідомленню та засвоєнню навчального матеріалу, вмінню співпрацювати в команді, вирішувати проблеми, самостійно шукати і аналізувати інформацію, прагненню навчатися впродовж життя.

Критичне мислення сприяє тому, що у дітей формуються вміння проникати в суть проблеми, розвиває вміння дотримуватись логічних правил, обґрунтовувати висновки. Учні вчать ставити питання, знаходити шляхи до їх вирішення. Діти, які мислять критично, відходять від шаблонів, вміють швидко впоратися з завданням пізнавального характеру. Досвід показує, що на практиці необхідно використовувати форми та методи критичного мислення, які більш доцільні до певного класу. Саме така робота дає змогу створювати навчальне середовище, в якому теорія і практика засвоюються одночасно, а це надає змогу учням формувати характер, розвивати світогляд, логічне мислення, зв'язне мовлення; формувати критичне мислення; виявляти і реалізовувати індивідуальні можливості. При цьому навчально-виховний процес організовується так, що учні шукають зв'язок між новими та вже отриманими знаннями; приймають альтернативні рішення, мають змогу зробити "відкриття", формують свої власні ідеї та думки за допомогою різноманітних засобів; навчаються співробітництву.

Поняття "критичне мислення" відоме вже багато років. Мета даної технології полягає в розвитку умінь школярів критично мислити, що буде необхідним не лише в навчанні, але й у подальшому житті (уміння приймати виважені рішення, працювати з інформацією, аналізувати різні сторони явищ).

Технологія формування критичного мислення сьогодні в центрі уваги науковців та педагогів-новаторів. Різні аспекти формування критичного мислення відображені і у працях вітчизняних науковців. Серед українських

педагогів, що займалися цим питанням, відомі такі, як: Т. Воропай, К. Костюченко О. Тягло, Л. Терлецька та ін. У працях О. Пометун подано характеристику розвитку критичного мислення як однієї із сучасних технологій навчання, що тісно пов'язана з інтерактивним навчанням. Стратегії розвитку критичного мислення, які використовують найчастіше, і дітям полюбилися і найбільш ефективні в навчально-виховній роботі, це: "Мозкова атака", "Асоціативний куц" (групування), "Сенкан", "Кубування", "Порушена послідовність", "Есе", "Дискусія", "Знаємо-хочемо знати-дізналися", "Читання з передбаченням", "Словесне малювання", метод "Прес", "Метод проектів", стратегії аналізу проблемних ситуацій "Фішбоун", робота в парах, в групах та ін.

Результативність та доцільність використання технології критичного мислення простежується у досягненнях учнів:

- підвищується якість навчання;
- стимулюється пізнавальна активність учнів на уроках та у позакласній роботі;
- діти беруть активну участь у позакласних заходах;
- учні виявляють здатність взаємодіяти з іншими людьми, співпрацювати і досягати спільних цілей;
- діти вчаться спілкуватися у навчальних та життєвих ситуаціях з метою передачі інформації, логічного висловлювання власних думок, почуттів, ставлень, намірів, що є критеріями сформованості навичок комунікативної компетентності за визначенням Держстандарту.

Результатом є зростання зацікавленості учнів до читання художньої літератури, оптимізація соціально-особистісного зростання, створення інтелектуально-емоційного комфорту і ситуації успіху.

## КОРРЕЛЯЦИОННЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЛИНИИ ПЕРЕДАЧИ ИНФОРМАЦИИ

*канд. техн. наук, доц. К.Л. Горященко, Хмельницкий национальный университет, асп. О.В. Шевчук, Хмельницкий национальный университет*

Корреляционный метод измерения характеристик системы является очень эффективным. Особенность метода хорошо проявляется при идентификации состояния сложной физической системы, такой как оптическая или проводниковая линия передачи информации путем определения ее импульсной переходной функции.

При реализации корреляционного метода используется случайный сигнал. Этот метод основан на измерении импульсной переходной функции  $h(\tau)$  с помощью подаваемого на коррелометр псевдослучайного цифрового сигнала с корреляционной функцией  $R(\tau)$ , имеющей период  $T$ . Взаимная корреляционная функция входного и выходного процессов связана с автокорреляционной функцией входного процесса уравнением Винера-Хопфа.

Исходя из этого уравнения, оценку импульсной переходной характеристики получаем путем приравнивания ее к взаимно-

корреляционной функции, которая имеет вид  $\tilde{h}(\tau) = \int_{-\infty}^{\infty} h(t-\tau)R(t)dt$ .

На основании теоремы о свертке с учетом коммутативности свертки получим эквивалентное равенство во временной области  $\tilde{h}(\tau) = h(\tau) * R_T(\tau) * S_T(\tau)$ .

Таким образом, анализ погрешности корреляционного метода измерений при использовании псевдослучайных сигналов представляется целесообразным разделить на два этапа – оценка искажения неравномерности спектра и оценка погрешностей идентификации состояния линии связи.

**Список літератури:** 1. Грановский В.А. Динамические измерения. Основы метрологического обеспечения / В.А. Грановский. – Л. : Энергоатомиздат, 1984. – 224 с. 2. Горященко К.Л. Дослідження перевідбиттів гармонійних сигналів у провідникових лініях зв'язку для випадку двох пошкоджень / К.Л. Горященко, О.І. Полікарівських, В.Є. Гавронський // Вісник Хмельницького національного університету. Технічні науки. – 2008. – № 2. – С. 138-140

## **ВИМІРЮВАННЯ НЕГАТИВНОЇ НАПРУГИ ЗА ДОПОМОГОЮ АЦП**

*канд. техн. наук, доц. О.Ф. Даниленко, НТУ "ХПІ", канд. техн. наук, доц. О.Г. Дьяков, ст. викл. Є.О. Іштван, ХДУХТ, м. Харків*

У зв'язку з ускладненням задач при проведенні дослідження харчових продуктів і росту вимог при їх проведенні все більше уваги приділяється використанню обчислювальної техніки, що дозволяє провести всебічне дослідження харчових продуктів, зафіксувати у часі певні зміни їх значень і провести необхідний аналіз параметрів дослідження шляхом використання методів чисельного аналізу.

Для здобуття і накопичення необхідної інформації переважно використовують аналого-цифрові перетворювачі (АЦП) що мають можливість перетворити аналоговий сигнал, що відтворює зміну деякого параметра об'єкта дослідження в цифровий код, який можна зняти і зафіксувати технічними засобами обчислювальної техніки.

Сучасні засоби обчислювальної техніки у більшості випадків мають багатоканальні АЦП які за допомогою мультиплексації забезпечують багатоканальний режим роботи пристрою. Діапазон напруг, з яким може працювати АЦП, визначають рівні опорних напруг (+VREF та -VREF), які не повинні виходити за межі живлення технічного засобу перетворення сигналів, та живити технічний засіб можна напругою від 0 до 3,3 або від 0 до 5 В. Тому зрозуміло, що вимірювати негативну напругу АЦП не має можливості. В той же час при проведенні комплексних досліджень харчових продуктів виникає необхідність вимірювати як позитивні так і негативні сигнали.

Технічно можна створити спеціальний АЦП, який дозволить вимірювати негативну напругу, але на це необхідно буде використати один розряд перетворювача, що зменшує розрядну здатність та точність отримання результатів. Тому у переважній більшості випадків роблять відповідні доробки до АЦП, щоб забезпечити можливість вимірювати і негативну напругу. При необхідності вимірювати тільки негативні напруги, використовують підсилювач, що інвертує виконаний на операційному підсилювачі (ОП). Коефіцієнт підсилення ОП повинен дорівнювати – мінус один.

В цих підсилювачах використовують схемотехнічні рішення, які дозволяють змістити вхідний негативний сигнал таким чином, що при максимальному негативному сигналі сигнал на виході практично буде дорівнювати нулю. Це дає можливість вимірювати як позитивні, так і негативні сигнали АЦП, які розраховані на вимірювання тільки позитивних сигналів, та дають змогу працювати від однополярного джерела живлення.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ ШВИДКОДІЇ РОЗПОДІЛЕНОЇ ОБРОБКИ ВЕЛИКИХ ОБСЯГІВ ДАНИХ**

*д-р техн. наук, проф. О.А. Дмитрієва, студ. Д.В. Нікулін, ДонНТУ,  
м. Покровськ*

Наше суспільство все частіше переповнюється цифровою інформацією. Сьогодні інформація транслюється з супутників і передається по радіоканалах, кабелях, оптичних мережах, а її обсяг продовжує швидко зростати. За прогнозами Cisco [1] очікується, що до 2021 р. річний обсяг даних, які передаються через мобільні і фіксовані мережі, досягне 3,3 зеттабайт при тому, що загальний обсяг цифрової інформації, створений людством до 2006 р., склав всього 0,16 зеттабайт. Для обробки таких обсягів інформації не завжди можна застосувати традиційні системи роботи з даними через їх об'єм, швидкість отримання нових даних та неструктурованість. Організаціям та бізнесу будь-яких розмірів все більше потрібно аналізувати інформацію для прийняття рішень та досягнення більших ефективності, прибутку та продуктивності [1].

Матеріал, що наведений в роботі, орієнтован на аналіз архітектурних рішень, які використовують різні підходи та інструменти, представлені на ринку програмного забезпечення для обробки великих обсягів накопиченої інформації. Предметом дослідження є швидкодія засобів для розподіленої обробки великих обсягів як структурованих, так і не структурованих даних. В роботі проводиться аналіз швидкодії обробки великих даних програмними рішеннями, орієнтованими на обробку даних на кластерах (Apache Spark, MapReduce).

Слід визначити, що на сьогодні головними рішеннями виступають програмні комплекси, спрямовані на використання екосистеми Hadoop. Функціональна парадигма програмування MapReduce найкраще реалізується за допомогою засобів Hadoop, а саме HDFS (Hadoop Distributed File System). Рішення Apache Spark менш орієнтовано на Hadoop, але, використовуючи HDFS та велику кількість оперативної пам'яті, можна досягти у рази більшої швидкодії.

В результаті проведених досліджень з'ясовано, що в залежності від поставленої математичної задачі на обробку великих обсягів даних, потрібно обирати найкраще рішення саме для конкретної ситуації. Якщо задача потребує ітеративної обробки однієї множини даних, то доцільніше використовувати Apache Spark. Якщо даних настільки забагато, що вони не можуть бути повністю розміщені в оперативній пам'яті, то краще використовувати Hadoop MapReduce.

Для обґрунтування наведених положень в роботі планується проведення комп'ютерних експериментів для визначення практичної корисності використання кожної із зазначених технологій на різних обсягах

даних. Також порівняння швидкодії розподіленої обробки даних планується проводити на ітеративних та неітеративних алгоритмах.

**Список літератури:** 1. Complete updated Cisco VNI forecast for the period 2016-2021. [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <https://www.cisco.com/c/en/us/solutions/service-provider/vni-network-traffic-forecast/vni-forecast-info.html> – Заголовок з екрану.

## **РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ ДАННЫХ НА ОСНОВЕ АССОЦИАТИВНЫХ НЕЙРОННЫХ СЕТЕЙ**

*д-р техн. наук, проф В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф. С.Ю. Леонов, ст. преп. В.А. Бречко, Національний технічний університет “Харківський політехнічний інститут”, м. Харків*

Разработка эффективных алгоритмов и программ невозможна без использования основных структур данных: списков, магазинов, очередей, деревьев, графов и т.д. Однако при моделировании ряда технологических процессов, при синтезе их структур (например, при лезвийной обработке материалов) обычные структуры данных недостаточно соответствуют этим процессам и поэтому становятся недостаточно эффективными. В связи с этим предлагается новая структура данных на основе ассоциативной памяти (АП), которая позволяет более эффективно синтезировать и моделировать технологические процессы лезвийной обработки различных материалов.

Адресная организация памяти компьютеров требует знания адреса, по которому находятся данные, и некоторого времени для обращения процессора к ячейке памяти. При этом канал процессор – память имеет существенно меньшую производительность, чем процессор. Перспективен аппаратный способ ускорения доступа к данным, однако в настоящее время он слишком дорог. Ускорить доступ к данным можно за счет использования АП, однако аппаратная реализация такой памяти также очень дорога. В связи с этим ускорение доступа к данным в настоящее время в основном обеспечивается с помощью программного обеспечения (ПО), которое тем или иным способом делает возможным ассоциативную обработку хранимой информации. Примером такого ПО может служить язык SQL для реляционных баз данных. Ассоциативная выборка с помощью команд языка SQL обеспечивается структурой его команд, в которых указываются: непосредственно выполняемая команда, обозначение данных и условия выбора их из таблиц, а также условия связей между таблицами и область выборки в базе данных.

Еще один способ для ассоциативной обработки данных – использование программно реализованных нейронных сетей АП. В докладе рассматривается реализация структуры данных на базе двунаправленной ассоциативной памяти (ДАП), на основе которой разработаны новые нейронные сети АП, позволяющие запоминать и обрабатывать данные, представленные в виде списков, магазинов, очередей, деревьев, графов и т.д.

## **НЕЙРОННА МЕРЕЖА ДЛІ РОЗВ'ЯЗАННЯ РІВНЯНЬ В ЧАСТИННИХ ПОХІДНИХ**

*д-р техн. наук, проф В.Д. Дмитрієнко, д-р техн. наук, проф .  
О.Ю. Заковоротний, асп. Д.І. Главчев, студ. Ю.С. Скорняков,  
Національний технічний університет “Харківський політехнічний  
інститут”, м. Харків*

Моделі технічних об'єктів керування часто можливо описати за допомогою систем звичайних нелінійних диференціальних рівнянь. Теорія геометричного керування, що поєднує диференціальну геометрію та теорію керування, дозволяє отримувати еквівалентні нелінійним лінійні моделі, що можливо використовувати для вирішення задач оптимального керування. Однак вирішення таких задач ускладнюється значними аналітичними перетвореннями, пов'язаними з визначенням похідних Лі, інволютивних розподілів, а також визначенням функцій перетворень, що пов'язують змінні лінійних моделей в формі Бруновського та вихідних нелінійних моделей технічних об'єктів керування. Зв'язок змінних двох моделей описується системою рівнянь у частинних похідних. Розв'язання цієї системи рівнянь або пошук функцій перетворень можна виконати методом послідовного виключення аргументів з функцій перетворення, якщо праві частини початкових нелінійних диференціальних рівнянь об'єкту керування містять, в основному, не більше за одного-двох одночленів. Однак при підвищенні складності правих частин рівнянь об'єкту керування метод стає непрацездатним. І такі моделі об'єктів потребують пошуку розв'язків системи рівнянь у частинних похідних за допомогою трудомістких чисельних або евристичних методів.

Для подолання цих труднощів запропонована нейронна мережа, яка виконує послідовний пошук функцій перетворення від найпростіших, що залежать від одного, двох аргумента до функцій, що залежать від максимального числа аргументів.

Запропоновано метод вирішення системи рівнянь у частинних похідних за допомогою методу, що складається з двох етапів. На першому етапі методом послідовного виключення аргументів з функцій перетворення, виключаються аргументи за допомогою векторів керування, а потім спрощені функції перетворення визначаються за допомогою нейронної мережі.

Проведене математичне моделювання підтвердило працездатність запропонованого методу.

## **ГИБРИДНАЯ МОДЕЛЬ СЕТЕЙ НА КРИСТАЛЛЕ**

*бак. А.О. Завьялов, бак. А.А. Федотова, НИУ "ВШЭ", г. Москва*

Проведен анализ различных моделей сетей на кристалле (СтнК) [1], в результате которого предложено использовать высокоуровневый подход, эффективный для подбора параметров и топологий, и низкоуровневый, который используется для тестирования разработанных устройств.

Разработана высокопараметризованная HDL-модель СтнК на языке Verilog и высокоуровневая модель на языке Java на основе gpNoCsim [2], в которых доступны три топологии: mesh, torus, циркулянт, а также есть возможность добавить собственный файл с соединениями и настроить любую топологию.

В HDL-модели используется маршрутизатор с центральным буфером [3] и wormhole схема передачи пакетов. Для топологий mesh и torus используется алгоритм маршрутизации XY, а для circulant – алгоритм из работы [4], что позволяет моделировать кольцевые циркулянты. HDL-модель запускается в среде Modelsim с помощью Python-скрипта. Параметры модели записаны в json-файле. Для проведения экспериментов разработаны вспомогательные скрипты для построения графиков зависимости среднего времени передачи пакетов в сети и времени ее работы от какого-либо параметра, и для подбора оптимального значения этого параметра. Для увеличения скорости работы модели параллельно запускается несколько моделирований.

При сравнении трех топологий наиболее эффективной оказался кольцевой циркулянт. Проведены эксперименты, в результате которых установлены зависимости минимальной задержки ввода пакетов в сеть и среднего времени передачи пакетов от количества узлов. Также проведены эксперименты с различными топологиями при одинаковой задержке ввода пакетов в сеть. После проведения экспериментов выявлено, что оптимальный кольцевой циркулянт эффективнее mesh и torus на 28% и 21% соответственно. Недостатком HDL-модели является длительный цикл моделирования СтнК, составляющий около 30 минут для C(100; 1, 18), но при этом такой тип моделирования имеет высокую точность.

Разработанная высокоуровневая модель на Java позволяет ускорить процесс моделирования на несколько порядков за счет снижения точности результатов моделирования. Взаимодействие между IP-блоками основывается на сетевой модели OSI. Управление передачей данных происходит с поддержкой виртуальных каналов. Симулятор позволяет проводить моделирование различных топологий, которые задаются с помощью таблиц связи [5]. Каждый роутер содержит свою таблицу маршрутизации: для топологий mesh и torus используется алгоритм XY, для топологии циркулянт – модифицированный алгоритм Дейкстры,

который позволяет проводить моделирование любых двумерных циркулянтов. Java-модель предоставляет возможность моделирования предельно-оптимальных циркулянтных графов [6], результаты симуляции которых демонстрируют преимущества работы предельно-оптимального циркулянта перед циркулянтном с подобранными значениями образующих.

В одном из экспериментов по апробации модели показано, что СтнК с 50 узлами с топологией двухмерный циркулянт  $C(50; 4, 5)$  на 20% быстрее передает пакеты, чем  $toqus(5 \times 10)$ . Также показано, что квадратная форма топологии у  $mesh$  и  $toqus$  более производительна, чем прямоугольная. СтнК с топологией двухмерный циркулянт с различным количеством узлов производительнее, чем  $toqus$  и  $mesh$ , а также меньше подвержен явлению блокировки пакетов.

Обе разработанные модели работают совместно в качестве гибридной модели: для предварительного подбора наиболее эффективной топологии используется высокоуровневая модель, затем выбранная топология реализуется на уровне HDL-модели СтнК. На основе получаемых результатов моделирования составляется статистика работы сети. После проведения экспериментов выявлено, что результаты обеих моделей с одинаковыми параметрами коррелируют, что позволяет говорить о возможности их совместного использования. С использованием предложенного подхода получены функциональные зависимости задержки ввода пакетов в сеть и среднего времени передачи пакетов от количества узлов для различных топологий СтнК и профилей трафика, и показано, что наибольшую пропускную способность среди анализируемых имеет топология циркулянт.

**Список литературы:** 1. Angiolini, F., Meloni, P., Carta S., Raffo, L. and Benici, L. (2007), "A layout-aware analysis of network-on-chip and traditional interconnects for MPSoC", *IEEE Trans. Comput. Des. Integr. Circuits Syst.*, Vol. 26. No.3. P. 421–432. 2. Hossain, H., Mostak, A., Abdullah, A.-N., Tanzima Z.I. and Md. Mostofa A. (2007), "gpNoCsim - a general purpose simulator for network-on-chip", *Res. Dev. Commlink Info Tech Ltd., Dhaka, Bangladesh*. P. 7–9. 3. Ryazanova, A.E., Amerikanov, A.A. and Lezhnev, E.V. (2019), "Development of multiprocessor system-on-chip based on soft processor cores schoolMIPS", *J. Phys. Conf. Ser.*, Vol. 1163, No. 1. 4. Romanov A.Y. (2019), "Development of routing algorithms in networks-on-chip based on ring circulant topologies", *Heliyon. Elsevier*, Vol. 5, № 4, P. 15-16. 5. Romanov, A.Y. and Romanova, I.I. (2015), "Use of irregular topologies for the synthesis of networks-on-chip", *IEEE 35th International Conference on Electronics and Nanotechnology, ELNANO 2015 - Conference Proceedings*. P. 445–449. 6. Монахова, Э.А. (2011), "Структурные и Коммуникативные Свойства Циркулянтных Сетей", *Прикладная Дискретная Математика*, Vol. 3, № 13, P. 92–115.

## **ЗАСТОСУВАННЯ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ АРТ В ЗАДАЧАХ КЕРУВАННЯ ДИНАМІЧНИМИ ОБ'ЄКТАМИ**

*д-р техн. наук, проф. О.Ю. Заковоротний, інж. Т.О. Орлова, НТУ "ХПИ", м. Харків*

Розробка систем керування складними динамічними об'єктами часто пов'язана з вирішенням проблеми аналізу інформації, що надходить у реальному часі. Складний взаємозв'язок різних параметрів ускладнює автоматичну обробку одержуваної інформації і вимагає постійної участі в процесі керування висококваліфікованого персоналу. Системи керування подібними динамічними об'єктами повинні, з одного боку, правильно класифікувати всі відомі ситуації, що виникають в процесі керування, а з іншого боку – донавчатися в процесі функціонування.

На сьогодні існує ряд систем керування подібними об'єктами, що побудовані на основанні штучних нейронних мережах. Однак нейронні мережі, що використовуються в цих системах, не розраховані на засвоєння нової інформації після завершення свого навчання. Це пов'язано з тим, що в більшості класичних нейронних мереж навчання новій інформації помітно спотворює або навіть знищує плоди раніше здобутої освіти, вимагаючи зміни значної частини ваг зв'язків або повного перенавчання мережі. Для усунення перерахованих недоліків були розроблені принципово нові архітектури нейронних мереж – адаптивної резонансної теорії (АРТ). Ці мережі певною мірою дозволяють вирішувати суперечливі завдання чутливості до нових даних і збереження отриманої раніше інформації [1, 2].

Принцип роботи мереж АРТ полягає в наступному: нейронна мережа відносить вхідне зображення до одного з відомих класів, якщо воно в достатній мірі подібно прототипу цього класу. Коли вхідне зображення недостатньо подібно жодному з наявних у пам'яті мережі прототипів, то на його основі створюється новий клас. Це можливо завдяки тому, що мережа має досить велику кількість надлишкових елементів, які не використовуються до тих пір, поки в цьому немає необхідності. Таким чином, нові образи можуть створювати нові класи, але не можуть спотворювати інформацію, що вже була запам'ятовано [3].

**Список літератури:** 1. Dmitrienko, V.D., and Zakovorotnyi, A.Yu., (2013), Modeling and optimization of processes of control of movement of diesel trains, Publishing house "NTMT", Kharkov, 248 p. 2. Dmitrienko, V.D., Zakovorotnyi, A.Yu., Leonov, S.Yu., and Khavina, I.P. (2014), "Neural Networks Art: Solving problems with multiple solutions and new teaching algorithm", Open Neurology Journal, Vol. 8, pp. 15-21. 3. Дмитриенко В.Д., Хавина И.П., Заковоротный А.Ю. Новые архитектуры и алгоритмы обучения дискретных нейронных сетей адаптивной резонансной теории // Научные ведомости Белгородского государственного университета. № 15 (70). Том 12-1, 2009. Белгород: Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования "Белгородский государственный национальный исследовательский университет", 2009.

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ ДЛЯ СИНТЕЗУ УПРАВЛІНЬ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ЗМІННОГО СТРУМУ

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

В даний час для розробки системи управління електроприводом змінного струму, застосовується перспективний алгоритм векторного керування.

Для рішення задачі синтезу запропонована математична модель, яка описується системою нелінійних диференційних рівнянь другого порядку, де фазовими координатами виступають швидкість руху дизель-поїзда та потокозчеплення тягового двигуна електроприводу. Критерій якості задано у вигляді квадратичного функціоналу. Шляхом рішення загальної задачі Лагранжа, отримані управління з урахуванням величини завантаження дизель-поїзда та швидкості руху.

Для синтезу управлінь об'єкт представляється моделлю у вигляді системи диференційних рівнянь другого порядку:

$$\dot{X}_1 + a_{11}X_1 + a_{12}X_2U_1 + a_{13} = 0;$$

$$\dot{X}_2 + a_{21}X_2 + a_{22}U_2 = 0,$$

де  $X_1$ ,  $X_2$ ,  $\dot{X}_1$ ,  $\dot{X}_2$  – відповідно фазові змінні та їх похідні;  $U_1$ ,  $U_2$  – управління;  $a_{11}$ ,  $a_{12}$ ,  $a_{13}$ ,  $a_{21}$ ,  $a_{22}$  – коефіцієнти, які визначаються параметрами системи. Функціонал, що мінімізує енергетичні витрати, задається у вигляді:

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

Для певної завантаженості дизель-поїзда управління визначаються згідно виразу:

$$U_1 = a_{12}B (1 - e^{-kt})X_2 / 2; \quad U_2 = (X_{2\max} / L_m)(1 - e^{-kt}),$$

де  $B$ ,  $k$  – постійні коефіцієнти,  $L_m$  – індуктивність контуру намагнічування.

Виходячи з проведених результатів дослідження можна зробити висновок, що розроблена модель з урахуванням використання алгоритма векторного керування електроприводом та отримані закони управління дозволяють оптимізувати роботу енергетичної системи дизель-поїзда в процесі розгону з урахуванням його завантаженості, забезпечуючи при цьому виконання заданих граничних умов, а також проводити дослідження систем керування в замкнутій системі управління.

## **РОЗРОБКА ВЕБ-ОРІЄНТОВАНОЇ УТИЛІТИ РОЗШИРЕНОГО ІМПОРТУ ВІДЕОКАДРІВ**

*О.В. Золотько, ст. викл. В.І. Панченко, НТУ "ХПИ", м. Харків*

За час розвитку високошвидкісного доступу до мережі Інтернет кількість веб-ресурсів виросла до небувалих розмірів. На сьогоднішній день, маючи доступ до Інтернету, на комп'ютер можна не встановлювати жодної програми, майже усі необхідні сервіси доступні онлайн. Серед користувачів дедалі більше розповсюдження отримують веб-застосунки, що створені шляхом використання різноманітних технологій для роботи безпосередньо в мережі.

У зв'язку з розвитком цифрової техніки, сьогодні великою розповсюдженістю користуються саме відеоматеріали. За допомогою таких матеріалів можна найбільш стисло та наочно передати необхідний контент. Попит на відеоресурси постійно росте серед користувачів Інтернету та рекламодавців. Цей факт обумовлює необхідність розробки спеціальних сервісів, що дозволяють створювати відеоматеріали, редагувати та розповсюджувати їх. Наведені передумови обумовлюють необхідність розробки веб-застосунку для роботи з відеокадрами в режимі онлайн.

Було створено веб-застосунок, що має умовну назву "Веб-орієнтована утиліта розширеного імпорту відеокадрів", що надає можливість користувачу вносити редагування прямо на тлі зупиненого кадру відео та зберігати його у вигляді окремого зображення. Наразі ведеться подальша розробка застосунку, а саме реалізація цифрової фільтрації зображення. В якості основного теоретичного інструменту досліджень використовувалися методи та алгоритми цифрової фільтрації зображень [1].

Для розробки зазначеного застосунку було обрано мову JavaScript, що знаходить найбільш широке застосування в браузерах як мова сценаріїв для додавання інтерактивності веб-сторінок [2]. Розроблений застосунок може працювати з відео наступних форматів: WebM, Ogg, MP4. Як розширення функціональних можливостей, у застосунку додається можливість підвищення різкості та виконання згладжування зображення.

**Список літератури:** 1. *Гонсалес Р.* Цифровая обработка изображений / *Р. Гонсалес, Р. Вудс.* – М.: Техносфера, 2005. – 1072 с. 2. *Флэнаган Д.* JavaScript. Карманный справочник. Сделайте веб-страницы интерактивными! / *Д. Флэнаган.* – М.: Издательский дом "Вильямс", 2015. – 320 с.

## **МЕТОДОЛОГІЯ РОЗРОБКИ МОДЕЛІ УПРАВЛІННЯ ЯКІСТЮ І ПРОДУКТИВНІСТЮ ПЕРЕРИВЧАСТОГО ЗУБОШЛІФУВАННЯ ПРИ ОБРОБЦІ ЗАГАРТОВАНИХ ЗУБЧАСТИХ КОЛІС**

*д-р техн. наук, проф. О.О. Клочко, канд. техн. наук, доц. Г.І. Черкашина, канд. техн. наук О.О. Анциферова, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків*

Різноманіття механічних методів шліфування циліндричних зубчастих коліс дає можливість розробити наукові напрямки по підвищенню продуктивності, точності і якості шліфування загартованих зубчастих коліс із забезпеченням необхідних параметрів поверхневого шару оброблюваних зубчастих коліс, що визначають їх експлуатаційні властивості [1]. Для забезпечення оптимальної довговічності і надійності роботи зубчастих циліндричних передач необхідно надавати їх обробленим поверхням обґрунтовані геометричні характеристики і фізико-механічні властивості. Експлуатаційні властивості зубчастих передач залежать на стадії виготовлення від точності обробки, марки матеріалу, його структури і твердості, а також шорсткості поверхонь в залежності від способу або методу їх отримання. Проведені дослідження показують, що однакові по точності і висоті шорсткості поверхні загартованих зубчастих коліс можуть мати різні експлуатаційні властивості. У поверхонь з однаковою точною поверхнею можуть бути різні ступені наклепу, неоднаковий характер і величина залишкових напруг, різна ступінь спотворення кристалічної будови і ступінь порушення цілісності поверхні за рахунок мікротріщин, задирів, розпушення. Технологічне забезпечення експлуатаційних властивостей загартованих зубчастих коліс визначається рішенням двох завдань: по-перше, вибір матеріалів, твердості робочих поверхонь зубів і призначення точності розмірів і системи параметрів стану поверхневого шару, які повинні забезпечити необхідні експлуатаційні властивості; по-друге, вибір методу і призначення режимів обробки, що забезпечують найбільш економічне і надійне досягнення заданої точності розмірів і системи параметрів стану поверхневого шару оброблюваних загартованих зубчастих коліс.

Таким чином, зносостійкість загартованих зубчастих коліс характеризується комплексним станом поверхонь тертя.

**Список літератури:** 1. *Клочко О.О.* Формування поверхневого шару в процесі зубошліфування / *О.О. Клочко, О.М. Шелковий, О.О. Анциферова, С.В. Пермінов* // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції. – Краматорськ: ДДМА, 2018. – С. 40.

## **СТАБИЛИЗАЦИЯ ДИССИПАТИВНОГО КОЭФФИЦИЕНТА АПРИОРНЫХ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ЧИСЕЛ С ФОРМИРОВАНИЕМ ОПТИМАЛЬНОГО ПОВЕРХНОСТНОГО СЛОЯ ТЯЖЕЛОНАГРУЖЕННЫХ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ**

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Ковалев, д-р техн. наук Я.В. Васильченко, ДГМА, г. Краматорск, д-р техн. наук, проф. А.Ю. Заковоротный, д-р техн. наук, проф. А.А. Ключко, канд. техн. наук О.А. Анцыферова, НТУ "ХПИ", г. Харьков, д-р техн. наук, проф. А.А. Охрименко, НТУ Украины "КПИ", им. Игоря Сикорского, г. Киев, Сюй Цюаньяо, Фу Хун, Представительство Харьковской области в провинции Хэйлуцзян Харбин, Китайско-Украинский центр научно-технического сотрудничества*

Надежность и долговечность тяжелых токарных станков в значительной степени зависят от работы зубчатых передач, которые характеризуются нормами кинематической точности, нормами плавности, нормами бокового зазора в соответствии с требованиями ГОСТ1643-81, условиями зацепления, прирабатываемости, априорности передаточных чисел, условиями процесса формирования и состоянием поверхностного слоя контактируемых зубчатых колес, что и определяется диссипативным коэффициентом [1 – 4].

Изучение и исследование диссипативного коэффициента особенно важно в связи с увеличением скоростей, нагрузок и тепловой напряженности контактирующих элементов тяжелонагруженных зубчатых передач. В то же время, стремление создать компактные зубчатые передачи ограниченных габаритов приводит к управлению процессом разработки экономичной, технологически правильной и оптимальной с точки зрения эксплуатационных характеристик зубчатые колеса.

Значительная часть этих вопросов связана с выбором диссипативного коэффициента, который оказывает существенное влияние на динамику главных приводов тяжелых токарных станков, на динамическую точность и устойчивость, трение, качение, трение скольжения, а также на смазку и материалы закаленных зубчатых колес.

Так же важны выбор смазочного материала и его надежная работа в контакте с различными материалами, так как от смазки зависит успешная работа зубчатых передач с малыми потерями мощности и несущая способность контакта по заеданию. Кроме того, смазочный материал в сильной степени влияет на возникновение усталостного выкрашивания тяжелонагруженного контакта. Это, в первую очередь, относится к контакту качения в подшипниках качения и к зубчатым передачам, профили зубьев которых работают в условиях качения со скольжением.

Несмотря на широкие исследования, проводимые в этой области, поведение смазок в различных условиях изучено недостаточно.

Еще не все положения этой теории подтверждены экспериментально. До сих пор еще недостаточно изучено поведение смазочного материала в тонких слоях при высоких нагрузках и скоростях, условиях эксплуатации ответственных зубчатых передач. При контактировании высокоскоростных и тяжело нагруженных зубчатых колес закрытых зубчатых передач возникает диссипация энергии с переходом части энергии упорядоченных процессов в энергию неупорядоченных процессов, в конечном счете в теплоту. Системы, в которых энергия упорядоченного движения с течением времени убывает за счет диссипации, переходя в другие виды энергии, например, в теплоту или излучение определяет степень диссипативности процессов зубчатых передач. Именно для высокоскоростных, тяжело нагруженных зубчатых передач с обеспечением долговечности и надежности зубчатых колес и стала задача фундаментального изучения процессов, происходящих при изготовлении и эксплуатации ответственных зубчатых передач [1, 5 – 7].

Для учёта процессов диссипации энергии в таких системах при определённых условиях целесообразно введение диссипативной функции в замкнутой системе. Диссипация энергии, обусловленная процессами уноса энергии из системы, например, в виде излучения приводит к уменьшению энтропии рассматриваемой системы при увеличении полной энтропии системы и окружающей среды.

Основной причиной диссипации является взаимодействие малых структурных единиц вещества. Например, причиной таких процессов диссипации, как вязкостное трение, теплопроводность и диффузия в жидкостях является тепловое движение молекул: при движении выбранного малого объёма вещества молекулы на границе объёма, хаотически перемещаясь, постоянно сталкиваются с молекулами других объёмов, в результате чего происходит непрерывный обмен импульсом и веществом между малыми объёмами смазывающей среды.

Это влияние учитывается введением диссипативного коэффициента механизма. Составляется диссипативный коэффициент для случаев линейного и сухого трения, исследуется влияние трения на резонансные характеристики и на устойчивость механизма при различных условиях возбуждения. Здесь также используются упрощенные модели, дающие наглядное физическое представление о картине движения механизма при наличии трения в кинематических парах с учетом технологического формирования поверхностного слоя зубчатых колес.

Диссипативный коэффициент зубчатых передач дает количественное представление о диссипативных свойствах, приобретаемых механизмом в результате влияния трения с учетом априорности передаточных чисел.

Диссипативный коэффициент зубчатых передач зависит, в первую очередь, от технологических условий формирования поверхностного слоя зубчатых колес, коэффициентом формообразования и эксплуатационных характеристик: коэффициентов трения в отдельных кинематических парах, от размеров этих кинематических пар, а также от положения и конфигурации конструкций зубчатых передач, вида зацепления, угла исходного контура, корегирования, фланкирования, наличия гидрокарманов, эффекта избирательного переноса в механизмах зубчатых передач.

В основе механизма избирательного переноса при трении лежит избирательное растворение сплавов. При избирательном растворении и деформации трением коэффициент диффузии возрастает на несколько порядков, соответственно возрастает скорость диффузионных потоков (неравновесность), уменьшая энтропию и увеличивая упорядоченность и создавая условия для формирования диссипативной структуры.

Нелинейности в уравнениях движения механизмов возникают или из-за нелинейной зависимости инерционных коэффициентов от обобщенных координат, или из-за нелинейных характеристик сил, действующих на зубчатые колеса.

Диссипативные свойства деформируемых зубчатых колес учитываются линеаризованными коэффициентами сопротивления [7, 8, 9]. При линеаризации диссипативных сил эта модель обычно описывается системой линейных дифференциальных уравнений с постоянными коэффициентами.

**Список литературы:** 1. *Ванаг В.К.* Диссипативные структуры в реакционно-диффузных системах. эксперимент и теория. – М.: РХД, 2008. – 300 с. 2. *Шелковой А.Н.* Синергетические принципы оптимального управления параметрами точности, качества и производительности зубообработки закаленных крупномодульных зубчатых колес / *А.Н. Шелковой, А.А. Ключко, Е.В. Набока, Ф.В. Новиков* // Новые и нетрадиционные технологии в ресурсо- и энергосбережении: Материалы международной научно-практической конференции. – Харьков-Одесса: ОНПУ, 2017. – С. 132-134. 3. *Ковалев В.Д.* Нове в освоєнні і виготовленні гідродинамічних циліндричних зубчатих високошвидкісних коліс при ньютонівському спроможні змащувальних рідин / *В.Д. Ковалев, Е.В. Міроненко, О.М. Шелковий, О.А. Пермяков., О.О. Ключко, Д.О. Кравченко* // Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку: матеріали тринадцятої Міжнар. наук.-техн. конф., 2–4 червня 2015 р. / за заг. ред. В.Д. Ковальова. – Краматорськ: ДДМА, 2015. – С. 47-48. 4. *Заковоротний О.Ю.* Підвищення точності, якості та продуктивності обробки крупногабаритних евольвентних шліцьових поверхонь. Важке машинобудування. Проблеми та перспективи розвитку. Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції 04 – 07 липня 2019 року / *О.Ю. Заковоротний, О.О. Ключко, Е.П. Старченко, К.В. КамчатнаСтепанова, О.А. Анциферова*; Під заг. ред. В.Д. Ковальова. – Краматорськ: ДДМА, 2019. – С. 36-37. 5. *Kovalev Viktor D.* Technology of restoration of large gear boxes. / *Viktor D. Kovalev, Yana Vasilchenko, V. Klochko, A. Alexander, Magomedemin I. Gasanov* Dašić, P. (editor): Modern trends in metalworking, Vol. 1: Vrnjačka Banja: SaTClP Publisher Ltd., 2018. – P. 43-63. 6. *Гасанов М.І.* Технологічний регламент оптимізації систем відновлення функціональних властивостей великогабаритних відкритих зубчатих передач / *М.І. Гасанов, О.О. Ключко, О.Ю. Заковоротний, С.В. Пермінов* // Вісник

Національного технічного університету "ХПІ". Серія: Технології в машинобудуванні: зб. наук. пр. / Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Харків : НТУ "ХПІ", 2018. – № 6 (1282). – С. 107–112. 7. Технологический регламент выбора и назначения параметров обработки при скоростном лезвийном зубофрезеровании / Н.С. Равская, А.А. Охрименко, А.А. Клочко, М.И. Гасанов // XVIII Міжнародна науково-технічна конференція "Прогресивна техніка, технологія та інженерна освіта", 2017 НТУ України "Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського". – Київ: НТУУ "КПІ", 2017. – Т. 4. – С. 350 – 353. 8. Линеаризация изотермической стационарной задачи смазывающих жидкостей высокоскоростных, тяжело нагруженных зубчатых передач тяжелых токарных станков с ЧПУ / В.Д. Ковалев, Е.В. Мироненко, А.А. Клочко, Е.В. Басова, Д.А. Кравченко // Надежность инструмента и оптимизация технологических систем : сб. науч. тр. – Краматорск: ДГМА, 2015. – Вып. 36. – С. 45–57. 9. Гидродинамический эффект смазки цилиндрических зубчатых передач тяжелых токарных станков / В.Д. Ковалев, Е.В. Мироненко, А.А. Клочко, А.Н. Кравцов Д.А. Кравченко // Сборник научных трудов "Проблемы проектирования и автоматизации в машиностроении". – 2015: сборник научных трудов / ЗАО "ОНИКС". – Ирбит: ЗАО "ОНИКС", 2015. – С. 105-119. (Серия: "Проектирование и применение режущего инструмента в машиностроении" / Общ. ред. Ю.М. Соломенцев).

## **ОСОБЛИВОСТІ СТВОРЕННЯ АВТОМАТИЗОВАНОГО ТЕСТУВАННЯ ШУКАЧІВ РОБОТИ ДЛЯ РЕКРУТИНГОВОГО ПОРТАЛУ**

*канд. техн. наук, доц. О.А. Козіна, магістр М.В. Бартош, НТУ "ХПІ",  
м. Харків*

Рекрутингові портали у сьогоденні об'єднують у собі багато різного функціоналу як для шукачів роботи, так і для роботодавців з метою допомогти прийняти рішення, в загальному випадку, чи відповідає знайдене (посада чи персона) потребам/вимогам. Аналіз існуючих порталів для пошуку потенційних робітників виявив недостатню підтримку роботодавців у області автоматизованого ранжування шукачів [1, 2], що демонструють інтерес до конкретної вакансії.

У даній роботі запропоновано структуру модулю для аналізу виконання тестів роботодавців. Сутність тестів та їхня форма формуються роботодавцем. Розроблений модуль має клієнт-серверну архітектуру та складається з блоку збору даних про сам процес проходження тесту (1), блоку збору результатів тестових питань (2) та блоку аналізу даних (3).

Вхідними даними до блоку (1) є часові проміжки відповідей, використання буферу обміну/клавіатурі. Для аналізу даних з блоку (2) використані адаптивні нейронні мережі: результати закритих тестів формують бінарні вектори, за якими розроблена нейронна мережа Хеммінга, що проводить класифікацію шукачів роботи на категорії [3]. Результати класифікації можуть бути доступними як для роботодавця, так і для шукача особисто.

Додавання модулю автоматизованого тестування шукачів може бути використано також для створення рекомендаційної системи з підвищення кваліфікації шукачів роботи.

**Список літератури:** 1. *Абельмас Н.* Тесты при приеме на работу. Как успешно пройти собеседование // *Н. Абельмас* – СПб.: Питер, 2012. – 190 с. 2. *Смарт Дж.* КТО. Решите вашу проблему номер 1 // *Дж. Смарт, Р. Стрит* – М.: Изд-во: Манн, Иванов и Фербер, 2017. – 192 с. 3. *Дмитрієнко В.Д.* Нейронні мережі Хеммінга й Хебба, здатні донавчатися // *В.Д. Дмитрієнко, О.Ю. Заковоротний, В.О. Бречко* – Вісник НТУ "ХПІ". Серія: Інформатика і моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2013. – № 19 (992). – С. 30-45.

## **СИСТЕМА АВТОМАТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ ИГРОВЫХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ ANDROID**

*канд. техн. наук, доц. О.А. Козина, магистр Н.В. Величко, НТУ "ХПИ", г. Харьков*

Программное обеспечение для автоматизированного тестирования (ПОАТ) приложений позволяет создавать, отлаживать, выполнять и анализировать результаты прогона специальных тест-скриптов. На данный момент существует большое количество инструментов для автоматического тестирования web-приложений, но задача автоматического тестирования мобильных приложений сложнее, этим и обусловлено меньшее количество готовых инструментов.

Сравнительный анализ существующего ПОАТ выявил их основные недостатки: сложность в использовании, нестабильность работы, невозможность запустить несколько тестов на одном компьютере, зависимость от технологии, на которой написано приложение, а также трудоемкость создания и обновления самих тестов.

В данной работе предлагается при разработке системы автоматического тестирования игровых мобильных приложений использовать следующие технологии: общение с мобильным устройством с помощью Android Device Bridge; использование тест-кейсов на основе машины состояний; поиск текущего состояния приложения с помощью алгоритма поиска шаблонов в изображении.

Отличительной особенностью разрабатываемой системы является то, что с ее помощью можно будет проводить и системное, и регрессионное тестирование. Системное тестирование игровых мобильных приложений, выполняемое на полной интегрированной системе, позволяет оценить соответствие системы исходным требованиям, не требуя знаний о внутреннем устройстве системы, т.е. фактически представляя собой метод тестирования "черного ящика". Регрессионное тестирование игровых мобильных приложений позволяет обнаружить ошибки в уже протестированных участках исходного кода после добавления/изменения кода.

**Список літератури:** 1. *Майерс Г.* Искусство тестирования программ / *Г. Майерс, Т. Баджетт, К. Сандлер* – М.: Диалектика, 2012. – 272 с. 2. *Graham D.* Experiences of Test Automation: Case Studies of Software Test Automation / *D. Graham, M. Fewster*. – Boston: Addison-Wesley Professional, 2012. – 672 p. 3. *Dustin E.* Implementing Automated Software Testing: How to Save Time and Lower Costs While Raising Quality / *E. Dustin, T. Garrett, B. Gauff* // – Boston: Addison-Wesley Professional, 2009. – 368 p.

## **ПРОБЛЕМА ДИНАМІЧНОГО МАСШТАБУВАННЯ КОНТЕНТУ У ІГРОВИХ ЗАСТОСУНКАХ З ДОПОВНЕННОЮ РЕАЛЬНІСТЮ**

*канд. техн. наук, доц. О.А. Козіна, магістр А.В. Журкевич, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Одним з найбільш поширених місць застосування технології доповненої реальності (AR) є мобільні додатки та мобільні ігри. AR дозволяє додати до розпізнаних мобільним пристроєм об'єктів реального фізичного світу цифрові дані, що реагують та взаємодіють з реальними об'єктами фізичного світу. Однак, при цьому постає задача розміщення ігрових локацій, зазвичай великого розміру, поряд з об'єктами реального світу так, щоб усе це разом виглядало одним спільним простором.

Існує декілька методів вирішення цієї проблеми [1, 2, 3], але кожен з них має свої обмеження та умови для успішного використання. Так спосіб зменшення розмірів всієї сцени (Root-об'єкта) в Unity3D неможна застосовувати у ігрових мобільних застосунках, де для ігрового процесу будуть розпізнаватися реальні об'єкти різної площі.

Масштабування ігрового контенту, що ґрунтується на обчисленні коефіцієнту зміни розміру сцени в реальному часі при роботі з Unity3D, приведе до неузгодженості між масштабом сцени та швидкістю пересування об'єктів, їх масою та силою гравітації, які при цьому методі не варіюються. Крім того, ряд компонентів Unity3D не підтримують роботу з динамічною зміною розмірів об'єктів.

Ряд недоліків для використання у динамічних сценах з AR також виявлено у методі оптимізації рендерингу під назвою Static Batching, тому у представленій роботі пропонується інший метод динамічного масштабування контенту: замість зміни фізичного розміру сцени міняти її розмір шляхом віддалення віртуальної камери імітуючи перспективу. При цьому проводиться динамічна зміна локальних координат мобільного пристрою відносно AR Root Object, який контролюється логікою AR. Перевірка запропонованого методу динамічного масштабування контенту виконано у середовищі Unity при створенні 3D гри з видом ізометричного типу з AR.

**Список літератури:** 1. Maps SDK for Unity. World-scale AR manual alignment. [Електронний ресурс] // Mapbox. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.mapbox.com/unity/maps/examples/world-scale-manual-align-ar/>. 2. Johnson R. Dealing with Scale in AR [Електронний ресурс] / R. Johnson // Unity Technologies. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://blogs.unity3d.com/ru/2017/11/16/dealing-with-scale-in-ar>. 3. Draw call batching [Електронний ресурс] // Unity Technologies. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://docs.unity3d.com/Manual/DrawCallBatching.html>.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАНИЙ КОМПОЗИЦИОННЫХ ТРУБОПРОВОДОВ С УЧЕТОМ ДВУХКОНСТАНТНОГО ОСНОВАНИЯ ПАСТЕРНАКА

*Х.М. Комилова, Ф.Ж. Тураев, ТИИИМСХ, г. Ташкент, Узбекистан*

Известно, что прочность и устойчивость подземных сооружений, таких как трубопроводы, существенно зависит от основания конструкции. Основание защищает и поддерживает подземные трубопроводы и, таким образом, уменьшает риск возможных аварий, которые могут привести к разрушению инженерных конструкций. Без учета свойств оснований подземные трубопроводы не могут противостоять смещениям и различным нагрузкам, вызванных землетрясениями, взрывными волнами и другими источниками. Поэтому важно оценить влияние оснований на колебательные процессы и устойчивость подземных трубопроводов с тем, чтобы увеличить срок службы инженерных сооружений.

Существуют многочисленные исследования по вибрациям и устойчивости трубопроводов, в которых при анализе конструкций на упругом основании используются различные типы моделей оснований, такие как основания Винклера, Пастернака, Власова и т.д. [1 – 3]. Широкий обзор литературы, относящейся к динамическому анализу трубопроводов, транспортирующих жидкость, представлен в [4]. В работе исследовано влияние двухпараметрической вязкоупругости оснований Пастернака на колебания композиционных трубопроводов, транспортирующих двухфазный поток. При исследовании колебаний трубопроводов с протекающей внутри газосодержащей жидкостью используется вязкоупругая модель теории балок и модель основания Пастернака. Для описания вязкоупругих свойств материала трубопровода и оснований грунта использована наследственная теория вязкоупругости Больцмана-Вольтерра. Численно исследованы влияние скорости потока газовой и жидкой фазы, влияние растягивающих усилий в продольном направлении трубопровода, параметры оснований Пастернака, параметры сингулярности в ядрах наследственности на колебания трубопровода из композиционных материалов. Для различных физико-механических параметров определены критические скорости двухфазного потока.

**Список литературы:** 1. *Lee Joon Kyu , Sangseom Jeong.* Flexural and torsional free vibrations of horizontally curved beams on Pasternak foundations. Applied Mathematical Modelling. – 2016. – 40 (3). – P. 2242-2256. 2. *Худаяров Б.А., Тураев Ф.Ж.* Численное моделирование нелинейных колебаний вязкоупругого трубопровода с жидкостью // Вестн. Том. гос. ун-та. Математика и механика. – 2016. – № 5 (43). – С. 90-98. 3. *Khudayarov B.A., Komilova Kh.M.* Vibration and Dynamic Stability of Composite Pipelines Conveying a Two-Phase Fluid Flows. Engineering Failure Analysis. – 2019. – 104. – P. 500-512. 4. *Shuaijun Li, Bryan W. Karney, Gongmin Liu.* FSI research in pipeline systems – A review of the literature, Journal of Fluids and Structures. – 2015. – 57. – P. 277-297.

## **ОБ ЭФФЕКТИВНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НАЧАЛЬНОЙ ПОПУЛЯЦИИ ГЕНЕТИЧЕСКОГО АЛГОРИТМА**

*асп. И.О. Лукьянов, асп. Ф.А. Литвиненко, глав. инж-прогр.*

*Е.М. Козлюк, Институт кибернетики имени В.М. Глушкова НАН Украины*

Эффективность работы генетического алгоритма, который часто используется для решения задач оптимизации большой размерности, в значительной степени зависит от выбранных параметров и стратегий. Исследования показали, что для некоторых задач можно подобрать размер начальной популяции так, чтобы при случайной генерации эта популяция содержала в себе практически все гены оптимального решения (далее – "правильные" гены). Соответственно, при выборе подходящих стратегий, эффективное использование этого генетического материала должно улучшить скорость нахождения оптимального решения.

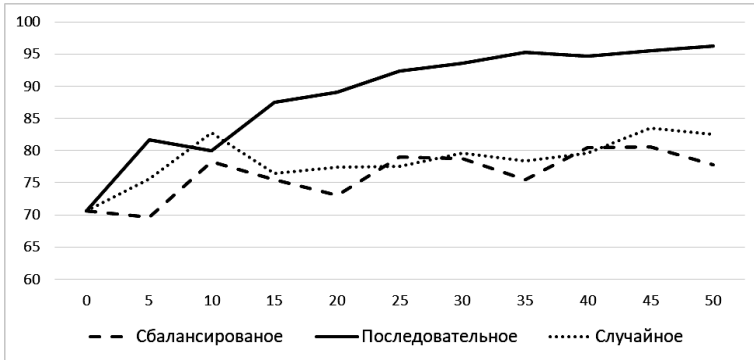
Рассмотрим некоторые стратегии выбора хромосом для скрещивания на конкретной задаче: необходимо найти некоторую заданную строку, состоящую из символов конечного алфавита, используя многопопуляционную модель генетического алгоритма, реализованную на базе распределенной вычислительной системы.

Для эксперимента был модифицирован описанный в [1] алгоритм, и выбраны следующие его параметры: длина искомой строки – 100, размер начальной популяции на каждом процессоре – 10, число популяций (процессоров) – 15, количество символов алфавита – 33, а значения фитнес-функции соответствуют количеству "правильных" генов в хромосоме-решении.

Для эксперимента были выбраны следующие стратегии выбора хромосом для скрещивания:

1. Последовательная – первая хромосома скрещивается со второй, третья с четвертой и т.д.
2. Сбалансированная – первая хромосома скрещивается с последней, вторая с предпоследней, и т.д.
3. Случайная с выбыванием – для каждого скрещивания хромосомы выбираются случайно таким образом, чтобы не было повторений.

График демонстрирует зависимость между числом итераций (ось абсцисс) и процентом "правильных" генов всей популяции, входящих в лучшие пять хромосом для каждого процессора.



Сбалансированное и случайное скрещивание показывают похожие результаты и незначительный рост данного процента. Это обусловлено тем, что для каждого скрещивания выбираются хромосомы с примерно равной суммой значений фитнес-функции, например, "лучшая" и "худшая", и соответственно результаты скрещивания дают равномерные результаты. В то же время, при поочерёдном скрещивании, пары хромосом гарантировано не сбалансированы, поэтому и популяция будет распределена не равномерно, что обеспечит концентрацию "правильных" генов в ее верхней части (элитной). В пяти лучших хромосомах каждой популяции за 20 итераций собирается 90% всех "правильных" генов популяции, а за 35 итераций – 95%. Столь высокий показатель позволяет предположить, что правильное использование пяти лучших хромосом из каждой популяции обеспечит очень высокий прирост фитнес-функции при дальнейшей работе алгоритма. При этом вторую половину популяции можно будет игнорировать. Кроме того, такая стратегия минимизирует потери "правильных" генов начальной популяции. Это может оказаться эффективным на заключительных этапах работы алгоритма.

**Список литературы:** 1. И.О. Лукьянов, Ф.А. Литвиненко, Е.А. Криковлюк. Особенности реализации параллельной версии многопопуляционного генетического алгоритма // Компьютерная математика. – 2018. – № 2. – С.21-29.

## ДОСЛІДЖЕННЯ РОЗПОДІЛУ ТЕМПЕРАТУРНОГО ПОЛЯ ТА ВІЗУАЛІЗАЦІЯ КОРОНАРНИХ СУДИН В УМОВАХ ШТУЧНОГО КРОВООБІГУ

*д-р мед. наук, проф. В.Б. Максименко, канд. техн. наук, доц.  
В.В. Шликов, КПІ ім. Ігоря Сікорського, м. Київ*

Запропоновано метод визначення циркуляторної дисфункції коронарного кровоплину для оцінювання стану мікрогемодинаміки судин та порушення рівномірності кровопостачання, що при зміні різниці температур між серцем і кров'ю в контурі штучного кровообігу від 0,5°C до 10°C дає змогу виділити контури ділянок на поверхні міокарда розміром не менш ніж  $2 \times 2$  мм, в яких є порушення теплообміну та функції циркуляції крові у серці.

Для отримання додаткової інформації про температуру і однорідності судин під час охолодження і зігрівання серця розроблений новий метод виявлення малих температурних неоднорідностей, в якому використаний спосіб поновлення моделі фону на основі відомого методу вилучення візуального фону (VisualBackgroundExtractor, ViBe) [1] для кадрів зображень. Основна ідея нового методу полягає у поєднанні інфрачервоного термографічного методу (InfraredThermography) та методу Ейлера (Eulerianvideomagnification) для обробки відеопотоку термографічних даних (рис.).

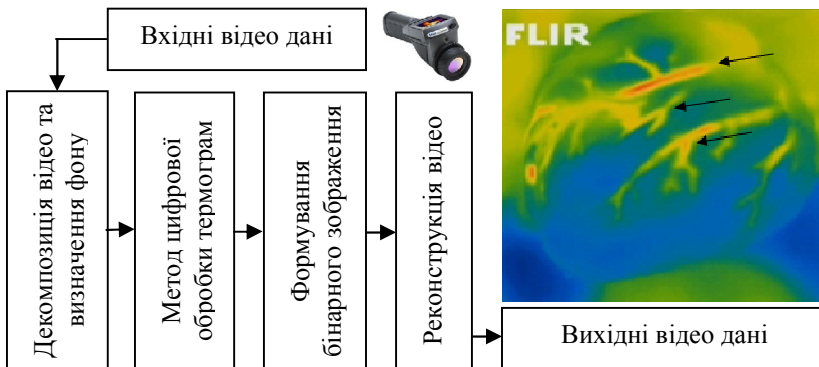


Рис. Структура методу виявлення малих температурних неоднорідностей та візуалізація контурів судин міокарда.

На рис. наведені результати застосування методу для серця людини за допомогою термографа FLIR ThermoCAM E300 [2], що дає змогу виділяти коронарні судини діаметром не менш ніж 0,4 мм.

**Список літератури:** 1. *O. BarnichandM. Van Droogenbroeck.* ViBe: A universal background subtraction algorithm for video sequences / IEEE Transactions on Image Processing, June 2011. – 20 (6). – 1709-1724. 2. *Шликов В.В.* Метод цифрової обробки відеоданих термограм при операціях на відкритому серці з фільтрацією візуальних фонів міокарда // Наукові вісті НТУУ "КПІ", 2018. – № 1. – С. 26-36.

## **ЕКОНОМЕТРИЧНІ МОДЕЛІ ЯК ІНСТРУМЕНТ ПРИЙНЯТТЯ УПРАВЛІНСЬКИХ РІШЕНЬ В МАРКЕТИНГОВІЙ СТРАТЕГІЇ ПІДПРИЄМСТВА**

*д-р екон. наук, проф. О.І. Маслак, Кременчуцький національний  
університет імені Михайла Остроградського, м. Кременчук, канд.  
екон. наук М.В. Маслак, НТУ "Харківський політехнічний інститут",  
м. Харків, м.н.с. О.В. Анциферова, Інститут рослинництва  
ім. В.Я. Юр'єва НААН, м. Харків*

Актуальність даної теми полягає в необхідності адаптації підприємств до умов ринкової економіки шляхом прискорення прийняття управлінських рішень щодо маркетингової діяльності, зокрема застосуванням економетричних моделей.

Сучасні мінливі умови, безумовно, вимагають від керівництв підприємств обґрунтованих рішень, здатних зробити продукцію лідером на наявному конкурентному середовищі. Для цього необхідно створити дієву маркетингову стратегію, спроможну привабити клієнтів та зробити їх більш лояльними. Існує багато методів, засобів та видів маркетингу. Аби обрати найбільш сприятливу стратегію, керівництвам підприємств варто звернути увагу на достатньо велику кількість факторів, проаналізувати, систематизувати інформацію. Все це займає багато часу, і отриманий результат за умов ринкової економіки втрачає свою значущість. Саме через це виникає необхідність в прискоренні прийняття управлінських рішень щодо маркетингової діяльності.

Можливості для швидкого аналізу, порівняння впливу різних маркетингових витрат на фінансовий результат конкретного підприємства, врахування випадкових чинників з'являються при застосуванні економетричних моделей, які описують вплив невідповідних змінних на випадкову змінну. При прикладному застосуванні цих моделей для вирішення поставленого питання, невідповідними змінними є маркетингові витрати, випадковою – прибуток. Тобто буде досліджуватися зв'язок зміни сум витрат на об'єм прибутку залежно від виду маркетингу. Побудова економетричних моделей реалізована в прикладній програмі Microsoft Excel, що значно спрощує всі розрахунки. Таким чином, отримуємо без зайвих зусиль модель, яка наочно подає отримані результати, за допомогою яких керівництва можуть швидше приймати управлінські рішення щодо маркетингової стратегії.

Отже, проаналізувавши все вищевикладене, можна дійти висновку, що застосування економетричних моделей як інструмента прийняття управлінських рішень щодо маркетингової стратегії є невід'ємним атрибутом успішної діяльності підприємства, конкурентоспроможності його продукції за ринкових умов економіки.

## **ПЕРЕСТАНОВОЧНО-МАТРИЧНЫЙ ПОДХОД К ПОСТРОЕНИЮ ОПТИМАЛЬНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

*канд. техн. наук, доц. О.Б. Маций, ХНАДУ, г. Харьков, ст. преп.  
Н.В. Драштуль, Национальный аэрокосмический университет  
им. Н.Е. Жуковского "ХАИ", г. Харьков*

Работа содержит результаты исследований по совершенствованию известных алгоритмов нахождения максимальных паросочетаний с минимальным суммарным весом рёбер. Они представлены методами решения задачи о назначениях, основанными на применении схемы поиска в ширину в двудольном и в произвольном графах. Предложена новая перестановочно-матричная модель оптимального назначения, которая, обеспечивая возможность рекурсивного нахождения решений на множестве увеличивающихся путей, построенных относительно текущего паросочетания.

Широко известные методы решения задачи о назначениях, такие, как венгерский метод, метод Кана-Мункреса и метод потенциалов, построены с использованием разных подходов, применяемых в комбинаторной оптимизации, и характеризуются разной временной сложностью, не меньшей, чем  $O(n^2)$ , где  $n$  – порядок матрицы стоимостей [1, 2]. В [3] изложен алгоритм решения одного из вариантов задачи о назначениях, стоимость которого понижена до  $O(n^3)$ . В [4] показано, что он выполняет функции процедуры, встроенной в метод ветвей и границ для быстрого вычисления более точных нижних оценок стоимости замкнутых маршрутов в задаче коммивояжера. Метод находит решение задачи о назначениях в результате выполнения конечного числа обращений к однотипным действиям, упрощающим программную реализацию и обеспечивающим экономии вычислительных ресурсов на больших размерностях данных.

Описан рекуррентный метод решения задачи о назначениях, технически упрощающий наиболее распространенный венгерский метод. Изложенная схема поиска оптимального назначения является основой метода, в котором решение задачи о назначениях находится исключительно средствами теории паросочетаний для двудольных графов [1, 5, 6]. Предлагаемый метод состоит из такого же числа этапов и имеет такую же временную сложность, что и наилучший из известных алгоритмов оптимального назначения – венгерский алгоритм [4, 7]. Метод базируется на известном алгоритме нахождения максимальных паросочетаний в двудольных невзвешенных графах, который построен по схеме, расширяющей способы решения более трудоёмких оптимизационных задач [1, 5]. Метод состоит в нахождении взвешенного паросочетания

минимального суммарного веса в двудольном графе с  $2n$  вершинами, используя введенные в [1] понятия кратчайшего увеличивающего пути.

**Список литературы:** 1. Пападимитриу Х. Комбинаторная оптимизация. Алгоритмы и сложность / Х. Пападимитриу, К. Стайглиц. – М.: Мир, 1985. – 510 с. 2. Саати Т. Целочисленные методы оптимизации и связанные с ними экстремальные проблемы / Т. Саати. – М.: Мир, 1973. – 330 с. 3. Левченко А. Ю. Быстрый алгоритм решения задачи о назначениях для нахождения нижней границы стоимости маршрута коммивояжера. / А.Ю. Левченко, А.В. Морозов, А.В. Панишев // Искусственный интеллект. – 2011. – Вып. 4. – С. 406-416. 4. Левченко А.Ю. Механизм ускорения вычислений в методе Литтла для решения задач класса коммивояжера / А.Ю. Левченко, А.В. Морозов, А.В. Панишев // Искусственный интеллект. – 2012. – Вып. 2. – С. 96-110. 5. Майника Э. Алгоритмы оптимизации на сетях и графах / Э. Майника – М.: Мир, 1981. – 323 с. 6. Хелд М. Применение динамического программирования к задачам упорядочения / М. Хелд, Р. Карп // Кибернетический сборник. – 1964. – Вып. 9. – С. 208-218. 7. Медведева О.А. Задача о назначениях с возможностью обучения / О.А. Медведева // Вестник Санкт-Петербургского Университета. – 2013. – Сер.10. – Вып. 1. – С. 85-93.

## **ПРИМЕНЕНИЕ ДВЕНАДАТИПОЛЮСНИКОВ В СИСТЕМЕ С ДОПЛЕРОВСКИМ РАДАРом ДЛЯ ИЗМЕРЕНИЯ СКОРОСТИ**

*д-р техн. наук, проф. М.А. Мирошник, УкрГУЖТ, канд. техн. наук,  
доц. О.Б. Зайченко, ХНУРЭ, г. Харьков*

Многозондовые микроволновые структуры, как и их зарубежные аналоги [1], двенадцатиполусные рефлектометры, используются для измерения параметров сигналов и трактов СВЧ. Независимо от конструкции двенадцатиполусники представляют собой пассивные структуры с двумя входами и четырьмя выходами. Их действие базируется на интерферометрическом принципе, когда два входных сигнала складывают друг с другом при разных относительных фазовых сдвигах. В зависимости от этих фазовых сдвигов на четырех выходах двенадцатиполусника получают четыре различных результирующих сигнала. Четыре сигнала с выходов двенадцатиполусника затем обрабатывают по алгоритмам и получают информацию об амплитуде и фазовых соотношениях входных сигналов [2, 3].

Кроме традиционного применения многозондовых структур в радиоизмерениях их также можно использовать в локационных системах, основанных на эффекте Доплера [4, 5], для обнаружения и вычисления скорости объектов. Локационные системы являются важной частью многих систем управления, в которых требуется определение положения и скорости окружающих объектов. Среди них можно указать транспортные системы. В процессе работы основную информацию можно получить, измеряя зависимости фазового сдвига между посланным и принятым сигналами от времени. Традиционная схема работы радара подразумевает использование следующего механизма: сигнал, генерируемый передатчиком, посылается в пространство при помощи антенны-излучателя и после его отражения от объекта улавливается антенной-приемником. Далее эти сигналы проходят через гетеродин, где выделяется частота доплеровского сдвига, после этого вычисляется скорость объекта. К недостаткам этой схемы можно отнести фазовый шум, который возникает из-за неидеальности в изоляции входов микшера, а также погрешности блока быстрого преобразования Фурье (БПФ) в цифровой реализации системы обработки информации с радара. Кроме того, истинное направление скорости объекта и ее величина не могут быть установлены с помощью системы только на основе одного радара. По этим причинам дальнейшее улучшение конструкции радара представляется затруднительным.

Использование двенадцатиполусника позволяет избежать использования циркулятора и микшера в традиционной схеме, так как двенадцатиполусник позволяет измерить векторное соотношение между

входными сигналами непосредственно по измерениям напряжения. При добавлении процедуры уточнения частоты, производимой в процессе измерений, появляется возможность избавиться от зависимости точности измерения скорости от колебаний частоты генератора. При этом быстродействие радара повышается с 1 измерения в 144 секунды до 1 измерения за 10 или 5 секунд при измерении очень малых скоростей. Фактически оказывается, что алгоритм позволяет с не худшей, чем ранее, точностью производить одиночные измерения скорости практически мгновенно.

**Список литературы:** 1. *Gannouchi F.M.* Nhe six-port technique with microwave and wireless applications / *F.M. Gannouchi, A. Mohammadi.* – Artech House, 2009. – 231 p. 2. *Волков В.М.* Многозондовый микроволновый мультиметр большого уровня мощности / *В.М. Волков, О.Б. Зайченко, А.В. Озүй* // Радиотехника: Всеукр.межвед. науч.-техн. сб. – 2001. – № 120. – С. 113-116. 3. *Zaichenko O.B.* The comparative analysis of a multiprobe microwave multimeters with involvement of processing by the Kalman filtering and the least-squares methods with regard for Re-reflection of probes/ *O.B. Zaichenko, M.A. Miroshnyk, I.I. Klyuchnik, R.I. Tzekhmistro* // Telecommunications and Radio Engineering, 2015. – Vol. 74. – № 1. – P. 79-86. 4. *Львов П.А.* Применение многополосных рефлектометров специального вида для решения ряда прикладных задач / *П.А. Львов* // Вестник СГТУ, 2010. – № 2 (45). – С. 181-192. 5. *Moldovan E.* A new 94-GHz Six-Port Collision-Avoidance Radar Sensor / *E. Moldovan, S. Tatu, T. Gaman, R. Bosiso* // IEEE Transaction on Microwave Theory and Technique. – Vol. 52. – № 3. – С. 751-759.

## **ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ВБУДОВАНОГО КОНТРОЛЮ І ДІАГНОСТИКИ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ ТА ПІДВИЩЕННЯ КОНТРОЛЕПРИГОДНОСТІ ЦИФРОВИХ ПРИСТРОЇВ**

*д-р техн. наук, проф. М.А. Мірошник, УкрГУЖТ, ас.*

*Ю.М. Салфетникова, ас. С.Д. Деменкова, студ. А.Н. Мірошник, НТУ "ХПИ", г. Харків*

Якість контролю та діагностики залежить не тільки від технічних характеристик контрольно-діагностуючої апаратури, а й від тестопригодності самого виробу, що випробовується. Прикладом можуть з'явитися ітеративні коди. Їх застосовують при контролі передач масивів кодів між зовнішнім ЗУ і ЕОМ, між двома ЕОМ та інших випадках. Ітеративний код утворюється шляхом додавання додаткових розрядів по парності до кожної рядку і кожному стовпцю переданого масиву. Парність може визначатися і по діагональних елементах масиву слова – код. Виявляє здатність коду залежить від числа додаткових контрольних символів. Він дозволяє виявити багаторазові помилки і простий в реабілітації.

До простих апаратним способів вбудованого контролю відноситься спосіб дублювання схем і порівняння вихідних сигналів цих схем. Цей метод легко можна застосувати для перевірки будь-якої схеми. Він має перевагу, що може виявити будь-яку функціональну помилку, що з'являється в схемі. Недоліком методу є по-перше – збільшення витрат на резервування і, по-друге – не виняток власних помилок резервної контрольної апаратури.

Для виявлення помилок в комбінаційних схемах, особливо для арифметичних і логічних функцій, що залежать від двох аргументів, часто застосовують метод псевдодублювання. У цьому випадку дані обробляються двічі послідовно в часі, в однаковому порядку, проте з різних шляхах і перевіряються на рівність з використанням проміжного, що запам'ятовує. При цьому замість необхідного резервування схеми фактично збільшується час обробки інформації.

Вбудований контролер зручний для організації контролю та діагностики виробів в умовах експлуатації, але він може виявитися корисним і у виробничих умовах, наприклад, при виготовленні БІС мікропроцесорних комплектів. Для цього в схему БІС вводяться додаткові засоби, що здійснюють реконфігурацію структури БІС в режимі тестування і забезпечують, при цьому, поліпшення спостереження та управління всіх, що входять до неї тригерів. У цьому випадку тестування складної БІС перетворюється на порівняно просту процедуру для рекомбінаційних схем, що входять в БІС.

Для реалізації такого підходу необхідні такі кошти реконфігурації структури послідовних схеми, щоб сигнал управління перемикав всі

тригери з робочого режиму в тестовий, при якому всі тригери стають керованими і спостережуваними. Найбільшого поширення серед цих методів отримав метод сканування здійснюваний за рахунок з'єднання спеціальних додаткових елементів пам'яті в єдиний зсувний регістр, що запам'ятовує внутрішньо стан схеми. Сканування додаткових елементів пам'яті можна контролювати і шляхом адресації до них і прямого вибору інформації про стан схему з додаткових ЗУ.

Для реалізації самотестування схем на друкованій платі або на кристалі мікропроцесора розміщують два регістри, запрограмованих на виконання функцій генератора псевдовипадкових кодів і сигнатурного генератора. У програмованому ПЗУ процесора зберігається спеціальна тест-програма, яка повинна забезпечити послідовне тестування всіх функціональних вузлів мікропроцесора. Генератор псевдовипадкових кодів формує вхідну тестову послідовність, спрямовану в контрольовані програмно-доступні блоки мікропроцесора, а сигнатурний генератор знімає з виходу мікропроцесора відповідні контрольні сигнатури які в свою чергу порівнюються з еталонними, що зберігаються в ПЗУ. Результат порівняння дає інформацію мікропроцесору про свій стан.

Самодіагностика БІС є природним розвитком структурного підходу до проектування контролепригодності пристроїв. Поєднання вбудованих засобів контролепригодності (наскрізного сдвигового регістра для сканування станів, генератора псевдовипадкових тесткодів, регістра сигнатурного аналізу) дозволяє організувати самотестування кристалів, напівпровідникових пластин, мікросхем і друкованих вузлів. Оскільки вартість засобів самодіагностування залишається приблизно однаковою, а витрати на тестування стандартними методами збільшуються в геометричній прогресії, можна вважати, що із зростанням насиченості НВІС засоби самодіагностики стануть обов'язковими.

**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. *Miroshnyk M.A.* Design automation of testable finite state machines / *M.A. Miroshnyk, D.E. Kucherenko, Ю.В. Пахомов, Э.Е. Герман, А.С. Шкиль, Э.Н. Кулак* // 15th IEEE East-West design & test symposium (EWDTS-2017). Харьковский национальный университет радиоэлектроники – 2017. – С. 203-208. 3. *Мирошник М.А.* Practical Methods for de Bruijn sequences Generation using Non-Linear Feedback Shift Registers / *Olexandr Demiheiv, Maryna Miroshnyk, Dmitriy Karaman, Filippenko Inna, Krylova Viktoriya, Tetyana Korytchinko* // 14th IEEE International Conference on Advanced Trends in Radioelectronics, Telecommunications and Computer Engineering, Lviv-Slavske, Ukraine. – 2018. – 2. – P. 35. 4. *Miroshnyk M.A.* Design of Logical Control Units Based on Finite State Machines' Patterns / *Maryna Miroshnyk, Sergii Poroshy, Alexander Shkil, Dariia Kucherenko, Elvira Kulak, Inna Filippenko* // 16th of the 2018 IEEE East-West Design & Test Symposium, 14-17 Sept. 2018, Kazan, Russia. 5. *Miroshnyk M.A.* Design automation of easy-tested digital finite state machines / *M.A. Miroshnyk, A.S. Shkil, E.N. Kulak, D.Y. Kucherenko, Y.V. Pakhomov* // Radio Electronics, Computer Science, Control: Zaporizhzhia National Technical University. – 2018. – № 2. – С. 117-124.

## **IOT SYSTEMS SECURITY CHALLENGES**

*PhD, ass. O.V. Mnushka, eng. V.M. Savchenko, KhNAHU, Kharkiv*

Number of computer devices and systems for the IoT (Internet of Things) are very fast growing now. Various types of attacks based on security issues of such system uses for obtain private or commercial data and often users don't know, that their data are stolen and used by third persons. On the road to the Industry 4.0 security issues and challenges are critical points where commercial profit, technical limitations and data privacy are crossed [1 – 3].

Most of the IoT devices are constrained i.e. they are with constrained computational and power supply resources. This leads to use lightweight protocols and cryptographic solutions and in many cases devices are unprotected and may be easy hacked by simple reverse engineering (trace and debug firmware or by sniffing network traffic).

The most important security challenges are: data privacy; data security; lack of common standards; various technical concerns; security attacks and system vulnerabilities. Last group can be divided on three main groups: 1) system security focuses on complex solutions from devices designing to identifying possible security issues, from security frameworks designing to providing proper security policies and guidelines, from IoT and sensors network designing to their maintaining and defending; 2) application security focuses on handling security issues according to requirements; 3) network security focuses on securing various communications network of different IoT devices, sensors networks so on.

IoT devices and networks in the real world are under active and passive attacks. Attacks may be with various final: low-level (not successful); medium-level (data are lack but not altered); high-level (data are altered); extremely high-level (network and devices under full control by intruder).

Considering the role, the number and the abundance of IoT applications it is actual to develop security mechanism in IoT devices and communication networks. Simple steps i.e. disabling the features that are not used in concrete device, restricting to use default passwords, securing firmware and data exchange protocol may decrease the chances of security attacks. In addition, it is very important for developer to study security protocols used in this field.

**References:** 1. *Mnushka, O.V.* IOT architecture patterns and data protocols // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжн. наук.-практ. конф. MicroCAD-2018: у 4 ч. Ч. IV. – Харків: НТУ "ХПІ". – С. 188.  
2. *Мнушка О.В.* Архітектура веб-орієнтованої SCADA-системи // Вісн. НТУ "ХПІ". 36. наук. праць. Серія: Інформатика та моделювання. – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – № 24 (1300). – С. 117-128 с.  
3. *Mnushka O.V., Savchenko V.M.* Architecture models and patterns for safety and security for IOT applications // Комп'ютерні технології і мехатроніка. 36. наук. праць за матеріал. міжн. наук.-практ. конференції. – Харків, ХНАДУ, 2019. – С. 30-33.

## **ABOUT ONE OF THE 3D MESH REPAIR METHODS**

*PhD, Prof. V. Moroz, Odessa National University, Odessa, Ukraine,*

*M. Shvandt, BSc, Odessa National University, Odessa, Ukraine*

In the last years strong advancement of technologies has led to wide usage of 3D models. They can be obtained as a result of digitized scan from 3D-scanner or constructed on the computer manually. Right after acquisition the mesh of the model can experience several problems: they can contain different defects, such self-intersections and holes. In production graphics, numerous shape analysis tools expect the input mesh to enclose a solid; such tools typically fail if the mesh has holes, or provide unpredictable results if the input has self-intersections. That is why before using the 3D model, it is important to check its structure and if there are any defects, to repair them. In this research, with respect to existing methodologies an automatic procedure is examined and presented to remove all the aforementioned flaws and transform a raw digitized mesh into a single manifold and watertight triangle mesh. Tests were conducted and conclusions were made.

The presented algorithm is performed in two successive phases: topology reconstruction and geometry correction. During topology reconstruction phase the algorithm aims to convert the set of input polygons into a single combinatorially manifold and oriented triangle mesh with out boundary. A triangle mesh is considered manifold, if it does neither contain non-manifold edges or vertices. The repairing algorithm first converts each polygon to a set of triangles through triangulation. Then the first step in the topology reconstruction amounts to building an explicit connectivity between adjacent triangles. This can be done by comparing the edges and their vertices taken from all triangles in the sorted edge list. Then the algorithm aims to remove topological singularities. This phase is based on two high level operations: cutting and stitching. The cutting operation involves identifying non-manifold edges and cutting the surface along such edges. The stitching operation involves joining two boundary edges and guarantees that the surface has a manifold topology. If the resulting manifold mesh is made of more than one connected component, only the biggest component is kept. Then the resulting mesh is oriented. If after the orientation the mesh is still manifold and no cuts were necessary, then we get to geometry correction phase. Typical geometric flaws in a triangle mesh include degenerate elements and self-intersections. In order to repair geometric flaws, the algorithm presented here uses the simplicial neighbourhood approach, i.e. the submesh defined by set of triangles that share at least a vertex with the selected one; the second order simplicial neighborhood is the simplicial neighborhood of the simplicial neighborhood, and so on. The degenerate triangles can be determined by checking their corners and edges length. Then they are removed using edge swap or edge collapse procedures. Therefore, it may happen that a degeneracy

would need to be treated but actually cannot be due to such constraints. In this case, we remove all the triangles belonging to the simplicial neighborhood of  $k$ th order. Then, we run the swap/collapse procedure within the patch. Other words at each iteration we enlarge the size of the neighborhood of the degeneracies that could not be solved through the swap/collapse procedure. This process should stop with failure after a prescribed number of attempts. After that, but before the gap re-triangulation, the algorithm needs to check and possibly remove small disconnected components that detached from the main object. The last step is self-intersection removal. In order not to check every pair of triangles the 3D model is divided into fixed number of voxels and we check every pair only within this voxel. For self-intersection removal we also use simplicial neighborhood approach. Then we patch the remaining gaps with new triangles. Summarizing, the overall geometry correction receives a reconstructed manifold mesh, then firstly uses the algorithm for degeneracy removal and only the the self-intersections removal procedure.

The described mesh repair procedure was tested for several models with structural flaws. Before reparation the 3D mesh software could not open correctly the input mesh STL-file. After applying the repair procedure all models were seccessfully recognized by the software and suitable for futher postproduction. In conclusion, we can say that the algorithm presents fine mesh repair quality and fine speed of work. The output mesh is completely free of self-intersections, singular elements and other flaws. The algorithm is able to repair most of input models. But they must by previously triangulate.

**References:** **1.** *Botsch M. Geometric Modeling Based on Polygonal Meshes / M. Botsch, M. Pauly, L. Kobbelt, P. Alliez, B. L'evy, S. Bischoff, C. Roessl. – In Eurographics 2008 Full-Day Tutorial, 2008. – P. 4, 8-10.* **2.** *Attene M. A lightweight approach to repairing digitized polygon meshes / M. Attene // The Visual Computer. – Vol. 26 (11), November 2010. – P. 1393-1406.* **3.** *Frey P.J. Mesh Generation. Application to Finite Elements / P.J. Frey, P.L. George // Wiley, Second Edltion, 2008. – P. 21-30.* **4.** *Gueziec A. Cutting and stitching: Converting sets of polygons to manifold surfaces / A. Gueziec, G. Taubin, F. Lazarus, B. Horn // IEEE Transactions on Visualization and Computer Graphics. – 2001. – Vol. 7 (2). – P. 136-151.* **5.** *Botsch M. A robust procedure to eliminate degenerate faces from triangle meshes / M. Botsch, L. Kobbelt // Vision, Modeling and Visualization, 2001. – P. 283-290.*

## **ПЕРЕДАЧА И ШИФРОВАНИЕ ДАННЫХ МЕЖДУ КЛИЕНТОМ И СЕРВЕРОМ В РАСПРЕДЕЛЁННОЙ ИГРОВОЙ СРЕДЕ**

*асп. Д.М. Орлов, НТУ "ХПИ", м. Харків*

Процесс общения между клиентом и сервером в игровой среде представляет собой обмен пакетами, что требует наличия средств шифровки и расшифровки сообщений для корректной работы игры, а также исключения получения информации сторонним устройством. Формат обмена сообщениями для общения клиента и сервера в распределённой игровой среде можно построить на алгоритме, когда каждое сообщение после входа в игру шифруется с помощью симметричного алгоритма блочного шифрования, при использовании, на сервере, полноценной криптографической библиотеки с открытым исходным кодом. При таком подходе обмен ключами можно производить с помощью протокола Диффи-Хеллмана.

При таком формате имеет смысл подключать обработчики для входящих данных. В одном из обработчиков следует разделять входящие сообщения, используя декодер, а далее обрабатывать непосредственно игровые данные, при этом гибко управляя количеством потоков в зависимости от объема принимаемых сообщений. Другой обработчик шифрует каждое отправляемое сообщение, а получатель проверяет, что внутри пакета, и определяет предназначение сообщения.

В конечном итоге обмен данными клиента и сервера, будет осуществлять процесс игры, а также идентификацию и регистрацию пользователя в базе данных, обмен данными между пользователями при не защищенном канале связи.

Робота виконана у рамках проекту програми Еразмус+ КА2 – Розвиток потенціалу вищої освіти., № 561728-EPP-1-2015-1-ES-EPPKA2-SBHE-JP-"GameHub: Співробітництво між університетами та підприємствами в сфері ігрової індустрії в Україні"

## **ІНСТРУМЕНТАЛЬНІ ПРОГРАМНІ ЗАСОБИ ПІДРИМКИ ТЕХНОЛОГІЇ АЙТРЕКІНГУ НА СМАРТФОНІ З ANDROID**

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Павленко, студ. Д.К. Котов, ОНПУ,  
м. Одеса*

В даний час розвивається технологія айтрекінгу (Eye-Tracking), що представляє собою процес визначення координат точки, на яку спрямовується погляд людини. Ця високотехнологічна інновація в останні роки отримала подальший розвиток та ефективно застосування при побудові математичної моделі процесу неперервного відстеження руху ока з метою виявлення аномалій в даних відстеження для кількісної оцінки рухових симптомів хвороби Паркінсона [1].

*Метою* роботи є розробка інструментальних алгоритмічних та програмних засобів підтримки інноваційної технології айтрекінгу для смартфонів з Android, які здійснюють автоматичне розпізнавання зіниці ока в кадрах відеоряду процесу реєстрації руху ока, як реакції на тестові візуальні стимули, та обчислення координат зіниці в динаміці.

*Об'єкт дослідження* – процес ідентифікації око-рухової системи (ОРС) людини на основі даних експериментів "вхід-вихід" у вигляді нелінійних динамічних моделей – поліномів Вольтерра.

*Предмет дослідження* – методи та інструментальні засоби реєстрації траєкторії руху ока та визначення координат зіниці в динаміці процесу руху.

Технологія розробки даного застосування полягає в використанні бібліотеки `openCV` за допомогою якої реалізовано алгоритм розпізнавання зіниці ока та здійснюється навчання каскаду Хаара. Для збереження результатів експериментів використовується кросплатформенна мобільна база даних Realm IO. Бібліотека `FFmpeg` використана для кадрування відео файла та отримання відеокадрів потрібної частоти. Для збереження координат зіниці ока у форматі CSV та побудови графіків "Координата-Час" застосована бібліотека `MPAndroidChart`.

Розроблені програмні засоби дозволяють ідентифікувати ОРС з урахуванням її нелінійних та інерційних властивостей і використовувати отримані моделі в діагностичних дослідженнях в галузі нейронаук, психології, офтальмології [2].

**Список літератури:** 1. *Jansson D.* Parametric and Nonparametric Analysis of Eye-Tracking Data by Anomaly Detection / *D. Jansson, O. Rosén, O., A. Medvedev* // IEEE Trans. Control Syst. Technol. – 2015. – 23. – С. 1578–1586. 2. *Pavlenko V.D.* Identification of a Oculo-Motor System Human Based on Volterra Kernels / *V.D. Pavlenko, D.V. Salata, H.P. Chaikovskiy* // Int. J. of Biology and Biomedical Engineering. – 2017. – Vol. 11. – С. 121-126.

## МЕТОД ПОБУДОВИ АПРОКСИМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВОЛЬТЕРРА НЕЛІНІЙНОЇ ДИНАМІЧНОЇ СИСТЕМИ В ЧАСТОТНІЙ ОБЛАСТІ

*д-р техн. наук, проф. В.Д. Павленко, асп. В.І. Ломовой, ОНПУ,  
м. Одеса*

Область застосування моделей нелінійних динамічних систем (НДС) у вигляді інтегродиференціальних рядів обмежена слабо нелінійним режимом функціонування систем, тобто роботою при малих амплітудах вхідних сигналів або малої нелінійності. Для опису істотно нелінійної системи застосовують інтегродиференціальні поліноми Вольтерра. Доказана М. Фреше теорема обґрунтовує принципову можливість такої апроксимації [1]. Однак теорема не вказує на конструктивні алгоритми побудови поліномів Вольтерра за даними експериментів "вхід-вихід".

*Метою* даної роботи є теоретичне обґрунтування та дослідження методу побудови апроксимаційної моделі НДС у вигляді поліному Вольтерра за допомогою тестових полігармонічних сигналів.

Пропонується метод побудови апроксимаційної моделі Вольтерра НДС в частотній області з використанням тестових полігармонічних сигналів різних амплітуд. Обчислювальний метод ідентифікації засновано на розчепленні відгуку НДС на парціальні складові 1-го, 2-го, ...,  $N$ -го порядків за допомогою використання методу найменших квадратів [2].

На результати ідентифікації істотний вплив надають похибки вимірювань відгуків НДС. Обчислювальний алгоритм, що реалізує метод ідентифікації, зводиться до розв'язання СЛАР для кожного фіксованого моменту часу  $t$  на інтервалі  $[0, T]$ , де  $T$  – час моделювання. Для отримання стійкого до похибок вимірювань розв'язку СЛАР використовується метод регуляризації некоректних задач А.М. Тихонова. Для підвищення обчислювальної стійкості методу ідентифікації застосовуються процедури шумозаглушення (згладжування) до одержуваних оцінок багатовимірних АЧХ та ФЧХ, що базуються на вейвлет-перетворенні [3].

**Список літератури:** 1. *Леви, П.* Конкретные проблемы функционального анализа / Пер. с франц. под ред. Г.Е. Шилова – М.: Наука, 1967. – 511 с. 2. *Павленко В.Д.* Побудова апроксимаційної моделі нелінійної динамічної системи у вигляді полінома Вольтерра / *В.Д. Павленко, В.І. Ломовой* // Вчені записки Таврійського національного університету імені В.І. Вернадського. Серія: Технічні науки. – 2018. – Том 29 (68). – № 6. – С. 200-205. 3. *Lomovoy V.I.* Identification Nonlinear Dynamic Systems based on Volterra Polynomials with using Polyharmonic Test Signals / *V.I. Lomovoy, V.D. Pavlenko* // Herald of the National Technical University "KhPI". Subject issue: Information Science and Modelling. – Kharkov: NTU "KhPI". – 2019. – № 13 (1338). – P. 65-75.

## МОДЕЛИРОВАНИЕ ЛОКАЛЬНОЙ МЕТЕООБСТАНОВКИ ПО ДАННЫМ РАЗ И АЗ

*д-р физ.-матем. наук, проф. А.Ю. Панченко, асп. И.К. Ибраимов, ХНУРЕ, г. Харьков, Ph.D, Лю Чан Хэйлунзянский Бауи аграрный университет, г. Дачин, Хэйлунзян, КНР*

Нижний слой тропосферы – атмосферный пограничный слой (АПС) – наиболее важная часть общего объема атмосферы. Размеры АПС значительны, поэтому для его контроля необходимы дистанционные средства, которые основаны на использовании волновых процессов. Акустические волны наиболее чувствительны к изменению состояния воздуха. Простое акустическое зондирование (АЗ) осуществляется с помощью акустических локаторов – содаров, (SODAR – SOnic Detection And Ranging). Работа содаров основана на том же принципе, что и работа радиолокаторов. Содары позволяют визуализировать структуру АПС, однако получение количественных метеоданных является проблематичным. Во втором способе (способе радиоакустического зондирования – РАЗ) зондирующую посылку акустических волн облучают электромагнитными волнами. По параметрам отраженного сигнала определяют температуру, скорость ветра и влажность. Однако при усилении ветра и турбулентности достоверность измерений падает. Кроме того широкое использование систем РАЗ (Radio Acoustic Sounding System – RASS) задерживает сложность компенсации ветрового сдвига.

На рис. 1 – 3 представлены результаты комплексного РАЗ-АЗ на полигоне Одесского экологического университета [1].

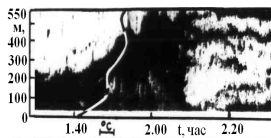


Рис. 1. Прохождение холодного фронта

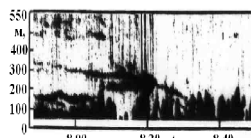


Рис. 2. Смена ночного бриза дневной конвекцией

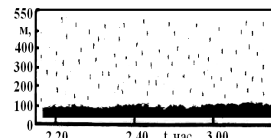


Рис. 3. Локальные неоднородности над инверсионным слоем

Очевидно, что этих данных недостаточно для количественной оценки метеопараметров и состоятельного прогноза. Компенсировать этот недостаток можно с помощью моделирования метеообстановки на основании известных теоретических моделей динамики АПС. Наиболее достоверные модели опираются на теорию турбулентности, которая описывает поток вблизи его границы.

Примером моделирования локальной метеообстановки является оценка условий распространения радиоволн (РРВ). Условия РРВ определяются пространственным распределением индекса показателя

преломления воздуха ( $N$ ), который зависит от температуры ( $T$ ), влажности ( $H$ ) и давления ( $p$ ). При моделировании коэффициент турбулентной диффузии ( $k$ ) определялся по пульсациям и градиентам  $T$  и ветра ( $V$ ). Факсимильная запись структуры АПС (по данным содара) с наложенным на нее пространственно-временным полем температуры (по данным РАЗ) показана на рис.4.

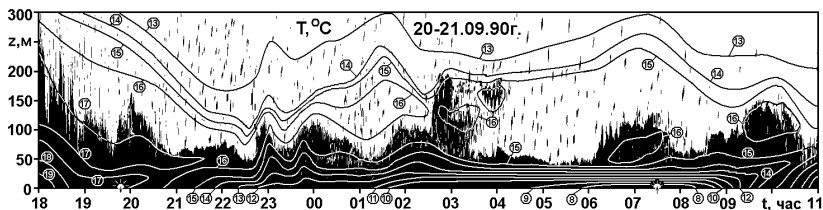


Рис. 4. Структура АПС и поле температуры

Результат моделирования распределения  $N(z,t)$  показан на рис. 5.

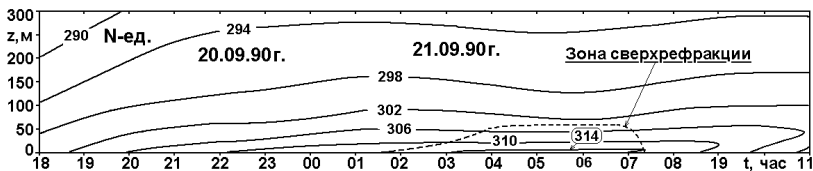


Рис. 5. Пространственно-временное поле  $N$

Полученный результат показывает, что данная модель вполне достоверно позволяет определять средние значения  $N$ , сглаживая его пульсации. Турбулентные зоны лишь немного изменяют вычисленные значения, а локальные неоднородности (точки на фак-записи) и волны плавучести ( $t = 04-00$ ,  $z = 200m$ , рис. 4) не нашли отражения на поле  $N$ .

Из вышесказанного можно сделать вывод, что развитие метода и средств АЗ должно обеспечить выделение температурных и ветровых неоднородностей, а у систем РАЗ нужно расширять диапазон метеоусловий эффективной работы.

Современные технологии позволяют создать управляемые решетки акустических излучателей и поля радиополы в системах РАЗ. Их применение потребует дальнейшего развития теоретических основ метода РАЗ и акустической локации.

**Список литературы:** 1. Ульянов Ю.Н. Об использовании акустического и радиоакустического методов дистанционного зондирования АПС при получении метеоданных для оценки условий РРВ / Ю.Н. Ульянов, А.Ю. Панченко, Н.Г. Максимова // Радиотехника. – 2005. – № 143. – С. 170-177.

## **STRUCTURAL-FUNCTIONAL RECONFIGURATION OF COMPUTER SYSTEMS WITH RECONSTRUCT STRUCTURE**

*DrS., Prof. I.V. Ruban, DrS., Prof. G.I. Churyumov, Ph.D., Associate Prof.  
V.V. Tokariev, Ph.D., Senior Lecturer V.M. Tkachov, KNURE, Kharkiv*

The causes that lead to the emergence of crises, accidents and disasters with natural-ecological, technological-manufacturing or anthropogenic-social causes are of particular danger to modern computer systems (CSs). For the successful practical solution of the tasks entrusted to the CSs, it is necessary for these systems to be managed, i.e. to be able to change its structure, states, parameters, methods of functioning in various conditions of the situation. A common practice in solving the problems of ensuring reliability, survivability and fault tolerance of a CS within the framework of the theory of structural dynamics management, which is currently being developed. In the framework of the standard CS reconfiguration technology (in some cases called "blind" reconfiguration) in the events of failures and violations of the correct functioning of a certain complex object, in order to preserve the most priority functions of the specified object or acceptable operability conditions, they "sacrifice" other functions or a part of the operable elements. Among the standard CS reconfiguration technology, the following existing "blind" reconfiguration options can be distinguished.

*Option I.* Functional elements of a CS are multifunctional unified computing means. The procedure for reconfiguration of the CS is as follows. The set of tasks to be solved is divided into groups of problems with similar (identical) characteristics. Each group of problems is solved on one FE. If an FE fails, the task group it performs is transferred to the FE, where tasks with the lowest priorities are solved. If it is impossible to solve the tasks of the united groups, then the tasks of the group with low priorities are removed from the solution.

*Option II.* In contrast to the option I, in this case, the FEs interact by means of a certain telecommunication subsystem. Each FE contains a processor or microcontroller, operational and long-term storage device, corresponding interfaces. It interacts with the external environment (control objects, operators, etc.) using dedicated hardware and software. There may be shared resources in the CS (external memory, databases, peripheral devices, etc.). Each of the FEs is able to fully perform one (specialized FE) or several functions (universal FE) out of a variety of functions assigned to the system. A set of complete or simplified function execution algorithms is associated with each function.

*Option III.* As a rule, when solving the task of planning a reconfiguration of the CS operation within the options I and II proposed above, it is required to form a set of intermediate states, transition to which leads to loss of control of the considered objects. It is also required to form either a set of all states that

prevents interruptions in the CS performance caused by the need for its restructuring in case of failure of the FE, or, as a rule, a set of all states, the probability of transition into which from the initial state is not less than a given value. Given the above prerequisites, it is advisable to present the task of reconfiguring the CS under the conditions of the effect of random disturbance using the approaches based on the ideas of two-stage or multi-stage stochastic programming. In other words, the construction of initial distribution plans and redistribution plans for tasks and information flows is carried out jointly. The selection of initial distribution plans is carried out in such a way that subsequent reallocations allow for rational use of the CS resources necessary to compensate adverse impacts. It should be noted that in order to increase the flexibility (adaptability) of the considered CS, redundancy is introduced in advance into all types of their structures, which in practice allows to set and solve problems of managing these structures (including their reconfiguration).

However, in the course of a "blind" reconfiguration, the following operations are not performed: recording and analyzing the current characteristics of the tasks and tasks performed by the CS; analysis and assessment of the current state of the CS as a whole; operational calculation, evaluation and analysis of target and information and technical capabilities of the CS for the reasonable redistribution of the CS functions among its operational elements and subsystems.

Thus, in relation to modern CS, reconfiguration should be presented not only as a technology to control parameters and structures of a CS, but also as a control technology aimed at improving the reliability and survivability of a CS.

**References:** 1. *Ruban I.V.* Provision of Survivability of Reconfigurable Mobile System on Exposure to High-Power Electromagnetic Radiation / *Igor V. Ruban, Genadiy I. Churyumov, Volodymyr V. Tokarev, Vitaliy M. Tkachov* // Selected Papers of the XVII International Scientific and Practical Conference on Information Technologies and Security (ITS 2017). CEUR Workshop Processing. – Kyiv, Ukraine. – 2017 – P. 105-111. 2. *Churyumov G.* Scenario of Interaction of the Mobile Technical Objects in the Process of Transmission of Data Streams in Conditions of Impacting the Powerful Electromagnetic Field / *G. Churyumov; V. Tokarev; V. Tkachov; S. Partyka* // 2018 IEEE Second International Conference on Data Stream Mining & Processing (DSMP). – 21-25 Aug. 2018. – P. 183-186.

## **НЕЧІТКА GERT-МОДЕЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ ІНФОРМАЦІЙНОЇ БЕЗПЕКИ РЕКОМЕНДАЦІЙНИХ СИСТЕМ**

*д-р техн. наук, проф. С.Г. Семенов, НТУ "ХПИ", м. Харків, канд. техн. наук, доц. С.В. Мелешко, ЦНТУ, м. Кропивницький*

Визначено, що важливою задачею при побудові рекомендаційних систем (РС) є оцінка якості їх роботи. В найпростішому випадку для дослідження якості роботи рекомендаційної системи застосовують такі показники як точність прогнозування вподобань користувача та покриття бази даних (каталогу), однак в останній час одним з найбільш важливих показників якості функціонування рекомендаційних систем стає їх безпека.

Проведені дослідження показали, що на теперішній час існує ряд ризиків та загроз інформаційної безпеки в рекомендаційних системах. При цьому в останній час підвищення цінності інформації значно активізує "зловмисних користувачів" на реалізацію цих ризиків та загроз.

Слід відмітити, що нажаль зараз існують певні протиріччя між необхідністю підвищення точності прогнозування кінцевих результатів (наприклад, вподобань користувача), оперативністю прийняття рішень та показниками безпеки (наприклад, ймовірністю витоку конфіденційної інформації, ймовірністю зловмисного нав'язування інформації і т.і.). Тому актуальним стає завдання підвищення інформаційної безпеки в рекомендаційних системах з урахуванням вимог щодо точності прогнозування та оперативності прийняття рішень.

В доповіді проведено порівняльний аналіз та дослідження існуючих моделей та методів підвищення інформаційної безпеки в рекомендаційних системах. Зазначено, що їх основним недоліком є неврахування нечіткості вхідних параметрів та оброблюваних даних [1].

Запропоновано використання нечіткої GERT-моделі на основі "слабких" операцій з t-нормою для оцінки інформаційної безпеки рекомендаційних систем. Основною відмінністю цієї моделі є використання принципу інтервальної математики при самих "слабких" арифметичних операціях з t-нормою. Це дозволить знизити нечіткість, що накопичується у невизначеній множині оточення.

**Список літератури: 1.** *Jun Wang Recommender Systems and their Security Concerns / Wang Jun, Tang Qiang // Published in IACR Cryptology ePrint Archive, 2015.*

## **ТЕХНОЛОГІЯ НАДШИРОКОСМУГОВИХ СИГНАЛІВ В СИСТЕМАХ ЗВ'ЯЗКУ РУХОМИХ ПРИСТРОЇВ**

*д-р техн. наук, проф. О.А. Серков, маг. Б.О. Лазуренко, НТУ "ХПІ", м. Харків, канд. техн. наук, доц. К.А. Трубочанінова, ДУЗТ, м. Харків*

Підвищення вимог до якості зв'язку у безпроводових мережах вимагає суттєвого розширення їх пропускну́ї здатності, яка обмежена фізичним ресурсом радіочастотного спектру. Подолання цього протиріччя доцільно здійснювати шляхом використання надширокопсмугових сигналів (НШС), у яких співвідношення між шириною смуги частот сигналу та його центральною частотою більше одиниці [1]. Найбільш привабливим для безпроводового зв'язку, завдяки мінімальним втратам, є смуга частот 2 – 10 ГГц. Таким чином випромінювання корисного інформаційного сигналу слід здійснювати без несучої частоти одночасно у всій визначеній смузі частот за умов, що рівень сигналу не буде перевищувати 42 дБ відносно рівня білого шуму [2]. У той же час для передачі інформаційного контенту слід застосовувати метод позиційно-часового кодування [3], за яким кожний інформаційний біт кодується кількома сотнями надкоротких імпульсів, що надходять з певною послідовністю.

Організація зв'язку в системі рухомих пристроїв накладає певні обмеження, що обумовлені невизначеністю у часі та просторі розташування вектору поляризації інформаційного сигналу відносно висі приймальної антени. Так, у випадку їх ортогонального розташування рівень прийнятого сигналу буде дорівнювати нулю. Тому пропонується запровадити мерехтливу поляризацію, за якою кожний із кодуючих імпульсів по черзі подається на одну чи іншу антени, які розташовані ортогональне.

Схематично конструкцію антени наведено на рисунку. До її складу входять чотири ортогональне розташовані надширокопсмугові антени TSA [4], створюючи уніфікований антенний блок, здатний до застосування у багатоелементних фазованих антенних решітках. Елементи антенного блоку розташовують щільно один до одного ортогональне, розкриви яких створюють квадрат. Таке розташування забезпечує прийом електромагнітного випромінювання довільної поляризації.

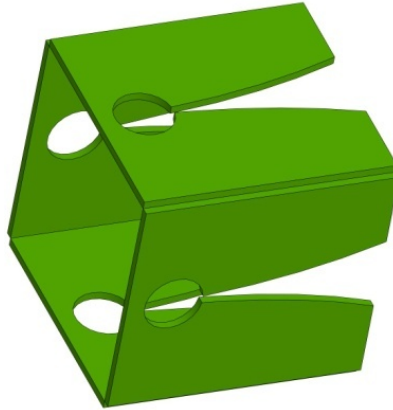


Рис. Уніфікований антенний блок.

Застосування в системах зв'язку рухомих пристроїв запропонованої технології надширококузових сигналів, мерехтливої поляризації сигналу та конструкції наведеного антенного блоку дозволяє більш ніж у 1,4 рази підвищити рівень прийнятого інформаційного сигналу, що відповідно, підвищує якість зв'язку в безпроводових мобільних мережах.

**Список літератури:** 1. *Serkov A.* Noise-like signals in wireless information transmission systems / *A. Serkov, V. Breslavets, M. Tolkachov, G. Churyumov, Issam Saad* // *Advanced Information Systems*. – 2017. – Vol. 1. – № 2 – С. 33-39. 2. *Серков А.* Перспективи розвитку систем безпроводної зв'язи / *А.А. Серков, Б.А. Лазуренко* // *Проблеми інформатизації. Тез. доп. VI МНТК*, (14 – 16 листопада 2018 р., Черкаси-Баку-Бельсько-Бяла-Харків). – Харків: НТУ "ХПІ", 2018. – С 22. 3. *Serkov A.* Method of coding information distributed by wireless communication lines under conditions of interference / *A. Serkov, V. Breslavets M. Tolkachov, V. Kravets* // *Advanced Information Systems*. – 2018. – Vol. 2. – № 2. – P. 145-148. 4. *Серков О.А.* Модель TSA / *О.А. Серков, Г.І. Чурюмов, В.С. Бреславець, М.Ю. Толкачов* // *Труди XVII МНК "ПІМ-2017"*. – Харків: НТУ "ХПІ". – 2017. – С. 76.

## **АНАЛІЗ ЕФЕКТИВНОСТІ АДАПТИВНИХ МЕТОДІВ ОПТИМІЗАЦІЇ ГІПЕРПАРАМЕТРІВ ЗГОРТКОВИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ**

*Р.В. Сіряк, д-р техн. наук, проф. І.С. Скарга-Бандурова, СНУ  
ім. В. Даля, м. Сєвєродонецьк*

Обґрунтовано необхідність створення моделі розпізнавання жестів на основі згорткової нейронної мережі (CNN), ефективною не тільки при розпізнаванні образів, але й по швидкості навчання та ресурсоемності. У зв'язку з цим, в роботі вирішувалися завдання оптимізації гіперпараметрів і вибір найкращого оптимізатора зворотного поширення помилки. Для реалізації поставлених завдань була створена модель, здатна розпізнавати жести рук, як з одного зображення, так і з потокового відео. CNN вирішує два завдання: (1) визначення ознак об'єктів, (2) визначення ймовірності приналежності об'єкта до того чи іншого класу.

В ході проведення експериментів використовувалася власна база даних, що містить шість жестів: "fist", "one", "palm", "letterSH", "two", "zero". Загальна кількість відео файлів – 7674. Побудову моделі було проведено за допомогою бібліотеки Keras і фреймворка TensorFlow. В процесі навчання проводився препроцесінг: зображення руки сегментувалися і переводилися в формат градацій сірого, після чого використовувався детектор країв Canny для виділення контурів руки. Оброблені зображення нормалізувалися і подавалися на вхід CNN з трьома згортальними шарами і трьома повноз'язними. Останнім шаром був класифікатор Softmax, кількість нейронів якого дорівнювала кількості класів об'єктів. При виборі оптимізатора було випробувано два адаптивних методи – Adadelta і Adam.

Проведені експерименти підтвердили високу ефективність Adadelta, однак, при порівнянні з Adam він показав більш ніж в два рази довше навчання мережі.

В результаті експериментів, на тестовій підмножині розміром в 1535 зображень була досягнута точність розпізнавання 94%. В ході тестування з розпізнаванням жестів на веб-камеру в режимі реального часу була отримана висока ступінь вірних відповідей мережі, в тому числі, на людях, які не брали участі у створенні бази даних зображень.

## **APPLICATION OF INTERNET OF THINGS FOR LONG TERM WATER QUALITY MONITORING**

*Dr. Tech. Sc., Prof. Inna Skarga-Bandurova, Yana Krytska, Lina Barbaruk, V. Dahl EUNU, Severodonetsk*

The report refers to the task of developing a knowledge base for multidisciplinary research and practical use of Internet of Things (IoT) technology for industrial and municipal water monitoring. The study expands the current research on the application of IoT for long-term surface water quality monitoring. The process of designing an IoT-based water quality monitoring system is discussed. The perspectives and challenges during development and adaptation of monitoring system are discussed.

Proposed solution implements integrated water resources management based on the basin-approach, providing an assessment of the individual characteristics of each section of the water body; improvement of the system for monitoring the aquatic environment as a state of surface and groundwater; constant observation; survey and determine the state of river basins; monitoring compliance with standards and discharge standards. The main stages of designing the online monitoring system for surface water are presented in the form of a series-parallel scheme. The design process includes the following: the task definition; selection of target objects and locations of online monitoring stations; designing the base configuration of the monitoring station; real-time data access tools, data storage, processing, visualization, and analysis, etc. The procedures that provide system set up performed via the following steps: (1) establish if it is necessary to control additional parameters; (2) make modifications to the structure and configuration of the base station, if there are other parameters; (3) developing models and decision-making algorithms in non-emergency situations, such as emergency discharges, flooding, etc.; (4) developing tools for supporting and adoption of operational decisions. For long-term monitoring, the continuous analysis of data over several years and trends identification in the baseline scenario is performed. These results can help to assess whether this change is widespread throughout surface water and water distribution or is isolated to a specific area or not. Besides, they enable to apply a broad range of algorithms applicable in different domains as well as find patterns and new insights from data.

## **АПАРАТНА РЕАЛІЗАЦІЯ МЕРЕЖЕВИХ ПРОТОКОЛІВ ПРИ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ**

*канд. техн. наук, проф. В.В. Скороделов, канд. техн. наук, доц. О.Ф. Даниленко, канд. фіз.-мат. наук, доц. О.П. Черних, Національний технічний університет "Харківський політехнічний інститут", м. Харків*

У зв'язку з поширенням таких передових ІТ технологій як інтернет-речей, вбудовані системи та "хмарні" обчислення суттєво збільшилися вимоги до швидкості передачі даних між пристроями (комп'ютерами), які взаємодіють між собою в комп'ютерних мережах (КМ). Ці пристрої і системи побудовані на базі мікроконтролерів або однокристальних комп'ютерів, у яких продуктивність процесорів порівняно мала.

По своїй природі процесор мікроконтролера або комп'ютера не може в один і той же момент часу займатися одразу двома важливими завданнями обміну даними: формування пакетів та обробка даних. Це суттєво обмежує швидкість передачі даних між пристроями в КМ.

Крім цього, часто виникає проблема невідповідності протоколів обміну даними між пристроями з різними інтерфейсами, що потребує застосування апаратних перетворювачів протоколів, а останні налаштовані тільки на один варіант зміни протоколу.

Для вирішення указаних вище проблем в каналах передачі даних можна застосувати додаткові апаратні засоби (співпроцесори), що можуть програмно налаштовуватися на різні типи протоколів, змінювати їхні параметри, а також звільнити процесор від зайвих дій при підготовці даних для передачі.

В роботі приводяться результати аналізу існуючих досліджень та розробок в цьому напрямку, а також їх переваг і недоліків для використання в КМ. Обґрунтовується доцільність використання програмованих логічних інтегральних схем (ПЛІС) для реалізації мережевого співпроцесора для невеликих мікроконтролерних пристроїв і систем.

Запропоновано модуль на основі ПЛІС FPGA XC7Z020-1CLG484C компанії Xilinx для передачі та прийому пакетів одного із найпопулярніших стеків протоколів UDP/IP по фізичному каналу типу Ethernet, який за обсягом ресурсів FPGA значно випереджає подібні модулі, що представлені на ринку.

В результаті дослідження показано, що мережеві співпроцесори на основі ПЛІС дозволяють суттєво підвищити швидкість передачі даних між пристроями в комп'ютерних мережах.

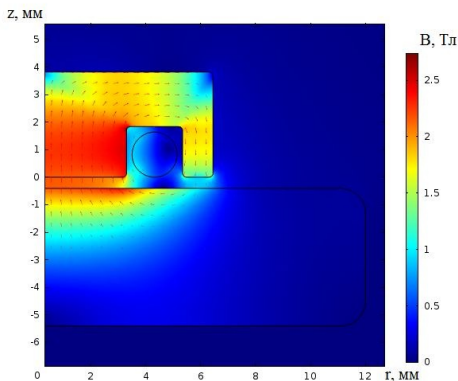
## МОДЕЛЮВАННЯ ПОЛЯРИЗУЮЧОГО МАГНІТНОГО ПОЛЯ ЕЛЕКТРОМАГНІТНО-АКУСТИЧНОГО ПЕРЕТВОРЮВАЧА ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ ЕНЕРГІЇ В УЛЬТРАЗВУКОВУ

*д-р техн. наук, проф. Г.М. Сучков, асп., Салам Буссі ЕП. Мішел Кассаблі, НТУ "ХПІ", м. Харків*

Максимальне значення коефіцієнта електромагнітно-акустичного (ЕМА) перетворення електромагнітної енергії в акустичну забезпечується максимальним значенням індукції поляризованого магнітного поля, яка створюється відповідним джерелом, як правило постійними магнітами або електромагнітами. Суттєво збільшити величину індукції поляризованого магнітного поля можливо за рахунок використання імпульсних магнітів з осердям. Розроблена модель джерела магнітного поля з П-подібним шихтованим осердям. Магнітне поле збуджувалося плоскою котушкою індуктивності, розташованої над феромагнітним виробом зі сталі ст. 3 на відстані 1, 2, 3, 4 мм, в якій збуджувався струм 600 А з часовою тривалістю 300 мкс. Осердя розміщалися у вікнах плоскої котушки, яка мала 3 витки плоского провідника прямокутного перетину.

Розрахунок був проведений за допомогою пакета Comsol Multiphysics, який використовує метод кінцевих елементів (МСЕ). Пакет дозволив розрахувати розподіл магнітної індукції шляхом чисельного рішення диференціального рівняння з заданими граничними умовами і врахувати гістерезис в сталі, який був заданий таблично. Результати моделювання наведено на рисунку.

Очевидно, що максимальна індукція магнітного поля  $i$ , відповідно в поверхневому шарі сталюго зразка. Тому робочу ділянку високочастотної котушки індуктивності ЕМАП необхідно розміщувати під торцем П-подібного осердя. При використанні двох робочих ділянок однієї високочастотної котушки індуктивності ЕМАП кожному з них необхідно розміщувати під торцем П-подібного осердя з різним напрямком вектора магнітної індукції.



## ОТКРЫТЫЙ МНОГОПОЛЮСНЫЙ ГРАФ СО СВОБОДНО ОРИЕНТИРОВАННЫМИ РЕБРАМИ КАК ОБОБЩЕННАЯ МОДЕЛЬ ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ

преп. Е.В. Тихонова, ст. преп. О.М. Яворская, ОНАС им. А.С. Попова,  
г. Одесса

Описана модель сетевой структуры в терминах общей теории систем. Проанализированы особенности задачи о максимальном потоке для традиционной модели сети. Обоснована необходимость усовершенствования модели современной телекоммуникационной сети. Сформулирован принцип решения задачи о максимальном потоке для обобщенной модели телекоммуникационной сети.

Системное представление открытой сетевой структуры является одной из наиболее сложных логико-математических моделей объекта исследования как части окружающего мира, по отношению к выделенному интеллектуальному субъекту-исследователю. В качестве субъекта может выступать, например, биологический или искусственный разум, а открытая сетевая структура может быть, например, нейронной сетью или математическим графом.

В таком контексте, возникает понятие *системы* ( $S$ ) как отражение объективного универсума  $U$  через посредство субъектного интеллекта  $S$  в форме открытой сетевой структуры  $W$  как модели объекта  $O$ :  $U \rightarrow S(W/O)$ . То есть, модель объекта – это сетевая структура  $W$ , открытая по отношению к субъекту  $S$  и внешнему миру  $U$ . Сам субъект  $S$  также предполагается открытым по отношению к  $U$ .

Характерным примером сетевого моделирования является логистика, в которой некоторый материальный продукт переносится от одного или нескольких источников к одному или нескольким потребителям. Основной задачей анализа логистической структуры является оптимальное распределение потоков в сети, обеспечивающее суммарный максимальный поток от источников к потребителям.

Для сети с одним источником и одним потребителем адекватной моделью является замкнутый ориентированный граф с взвешенными ребрами и узлами, содержащий два особых узла (полюса) – исток  $S$  и сток  $N$ . Если мощность каждого узла не меньше максимально возможного входного потока узла, то согласно фундаментальной теореме Форда-Фалкерсона, максимально возможный поток всей сети по направлению от  $S$  к  $T$  равен минимальному сечению сети по ребрам графа, которое разделяет между собой полюса  $S$  и  $T$  [1].

Для решения задачи о максимальном потоке для ориентированного замкнутого графа с двумя полюсами (типа "S-T") разработано достаточно много методов и алгоритмов. Классическим (и наиболее затратным по

вычислениям) является алгоритм Форда-Фалкерсона [1]; одним из наиболее быстрых – алгоритм Диница [2].

С развитием телекоммуникаций транспортная сетевая задача о максимальном потоке информационного продукта получила новую область приложений. Однако телекоммуникационные сети имеют существенные особенности по сравнению с классическими логистическими системами, в силу чего традиционная постановка задачи о максимальном потоке и методы ее решения требуют усовершенствования. Основные отличия телекоммуникационной сети:

1) Как правило, нет выделенных источников и потребителей информационного продукта. Каждый узел сети может генерировать и потреблять информацию.

2) Транспортная телекоммуникационная сеть, как правило, открыта, то есть содержит каналы связи с глобальной сетью.

3) Современные телекоммуникационные каналы, как правило, не являются жестко ориентированными по пропускной способности; сейчас широко применяются технологии динамического перераспределения общей пропускной способности канала в прямом и обратном направлениях.

Таким образом, традиционная модель логистической системы в виде замкнутого двухполосного ориентированного взвешенного графа уже не является адекватной моделью для телекоммуникационной транспортной сети, и требует своего дальнейшего развития. В работах коллектива авторов ОНАС предложена оригинальная модель для современной телекоммуникационной сети – открытый свободно ориентированный многополосный граф [3, 4]. Нахождение максимального потока для многополосного графа в общем случае представляется крайне сложной задачей. Поэтому авторами сформулирована программа поэтапного решения этой задачи, начиная с трехполосной сети для ограниченного числа узлов, а также для отдельных типовых конфигураций сети и начальных ограничений.

**Список литературы:** 1. Форд Л., Фалкерсон Д. Потоки в сетях: Пер. с англ. – М.: Мир, 1966. – 276 с. 2. Dinitz Y. Algorithm for solution of a problem of maximum flow in a network with power estimation // Doklady Akademii nauk SSSR. – Tom 194/11. – P. 1277-1280. 3. Tykhonova O.V., Tikhonov V.I. The maxflow problem statement for multi-pole software defined network // Матеріали XVII міжнародної НТК ВОТГП-17-2017 (08-13 червня 2017 р.). – Одеса: ОНАЗ ім. О.С.Попова, 2017. – С. 161-164. 4. Tykhonova O.V. The maxflow problem analysis on free-oriented network graph // ВОТГП. – 2018. – № 1. – P. 139-143.

## РАЗРАБОТКА ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОДЕЛИ ЭЛЕКТРОКАРДИОЛОГИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ

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

С появлением новых методов функциональной диагностики в кардиологии, например, таких, как холтер-мониторинг электрокардиограммы (ЭКГ), появилась необходимость в автоматическом анализе больших объемов информации. Поэтому проектирование медицинских систем поддержки принятия решений (СППР) в кардиологии является актуальной научно-прикладной задачей. Целью данного исследования является разработка функциональной модели ЭКГ-исследования с использованием методологии функционального моделирования IDEF0. Разработанная функциональная модель ЭКГ-исследования в виде контекстной диаграммы, ее декомпозиции (рис.) и декомпозиции работ 2 и 3. Используя предложенную функциональную модель ЭКГ-исследования, разработана структурная схема кардиологической СППР на основе морфологического анализа биомедицинских сигналов (БМС) с локально сосредоточенными признаками (ЛСП). Рассмотрены модули предложенной кардиологической СППР, а также режимы ее работы.

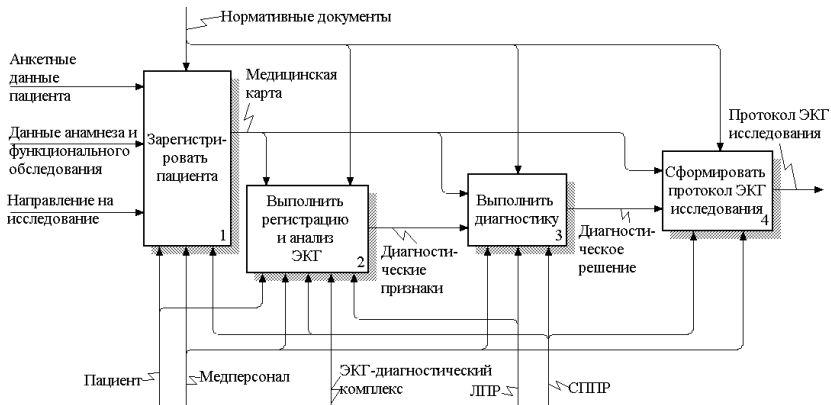


Рис. Декомпозиция контекстной диаграммы функциональной модели ЭКГ-исследования

Дальнейшие исследования направлены на разработку информационной модели ЭКГ-исследования для проектирования информационной структуры кардиологической СППР на основе морфологического анализа БМС с ЛСП.

## АНАЛИЗ ФАЗОВОЙ СТРУКТУРЫ СЕРДЕЧНОГО ЦИКЛА

доц. А.Н. Шеин, НТУ "ХПИ", г. Харьков

Рассмотрены вопросы автоматизации определения фазовой структуры сердечного цикла на основе анализа результатов комплексного инструментального исследования. Исходными данными для определения временных показателей фаз сердечного цикла являются синхронно записанные и обработанные сфигмограмма сонной артерии, фонокардиограмма и одно отведение электрокардиограммы. Полученные результаты позволяют диагностировать возможные нарушения механизма регуляции системы кровообращения. На первичном этапе синхронно записанные сигналы при необходимости проходят предварительную обработку, включающую в себя цифровую фильтрацию и коррекцию дрейфа изонулевой линии. На следующем этапе определяются амплитудные и временные параметры и показатели сигналов. Полученные значения служат исходными данными для определения временных показателей фаз сердечного цикла. При этом определяются: длительности фаз асинхронного и изометрического сокращения; длительности механической, акустической и общей систол; длительности диастолы и протодиастолы. После этого определяются межфазовые и комплексные показатели кардиодинамики: внутрисистолический показатель; индекс напряженности миокарда; время изгнания минутного объема; механический коэффициент по Мюллеру-Блумбергеру и др. Для этих показателей существуют усредненные физиологические нормы с определенными допустимыми изменениями их границ. Сравнение полученных результатов с физиологическими нормами позволяет диагностировать возможное наличие одного из пяти фазовых синдромов: синдромы гиподинамии или гипердинамии; синдром нагрузки объемом; синдром высокого диастолического давления; синдром стеноза исходного тракта желудочка. При формировании диагностического заключения используется один из методов теории распознавания образов – метод сравнения с эталоном (прототипом). Полученное диагностическое заключение не является окончательным, а носит рекомендательный характер для врача-кардиолога.

Реализация указанной методики позволяет выявить на ранних стадиях заболевания, связанные с нарушениями механизма регуляции кровообращения, такие как, стеноз аорты, аортальная недостаточность и др. А это, в свою очередь, дает возможность предотвратить развитие указанных заболеваний путем своевременного применения медикаментозных или других методов лечения.

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПЛЕНАРНЫЕ ДОКЛАДЫ

|  |    |
|--|----|
| <i>Мизуценко Р.П., Кропачек О.Ю., Коржов И.М.</i> Розробка апаратного та алгоритмічного забезпечення пристрою контролю стану промислових динамічних об'єктів .....   | 3  |
| <i>Krivoulya G.F., Scherbak V.K., Hoga M.V.</i> Diagnostics of large-scale wireless sensor networks using hybrid intelligent systems .....   | 4  |
| <i>Худаяров Б.А., Кучаров О.Р.</i> Математическое моделирование нелинейных вибрации трубопровода по теории тимошенко .....   | 6  |
| <i>Мирошник М.А., Клименко Л.А., Федорин Д.Д.</i> Исследование методов диагностики легкотестируемых цифровых устройств и систем .....  | 7  |
| <i>Biloborodova Tetiana, Skarga-Bandurova Inna, Derevyanchenko Viktoriia</i> Extraction of fetal heart rate from maternal surface electrocardiogram .....  | 9  |
| <i>Дмитриенко В.Д., Заковоротный А.Ю., Леонов С.Ю., Главчев Д.М.</i> Поиск решений системы уравнений в частных производных методом группового учета аргументов .....   | 10 |
| <i>Горбачев М.Н., Борисенко А.Н., Борисенко Е.А.</i> Особенности и перспективы трехмерного геометрического моделирования негармонических энергетических детерминированных процессов в линейных электрических цепях с переменными параметрами ..... | 11 |
| <i>Касумов К.Г.</i> К автоматизации расчета процессов теплового обмена в замкнутых аппаратах сложной структуры .....   | 12 |
| <i>Ковальов В.Д., Васильченко Я.В., Шаповалов М.О.</i> Математичні моделі для проектування важких верстатів в концепції "Індустрія 4.0" .....  | 14 |
| <i>Поворозюк А.И., Шехна Х.</i> Функциональная модель маммографических обследований .....  | 15 |
| <i>Самигулина Г.А., Масимканова Ж.А.</i> О построении оптимального набора дескрипторов на основе модифицированного кооперативного алгоритма роя частиц с весом инерции .....   | 16 |
| <i>Тихонов В.И., Тихонова Е.В., Нвоба Д., Радкевич А.И.</i> Архитектура интернета будущего и модель взаимодействия открытых систем .....   | 17 |

## СЕКЦИОННІ ДОКЛАДИ

|   |    |
|---|----|
| <i>Аврунн О.Г., Носова Я.В., Худаєва С.А.</i> К вопросу об аэродинамике носовой полости .....   | 20 |
| <i>Азаренков В.И.</i> Моделирование динамических испытаний конструкций сложных объектов .....   | 21 |
| <i>Antonova I.V., Chikina N.A.</i> Nonlinear statistical models in the dynamics of time series .....  | 22 |
| <i>Барановський Д.М.</i> Апаратно-програмний комплекс для моніторингу та управління глікемічним профілем .....  | 23 |
| <i>Barnabas Vako, Krivoulya G.F.</i> Using cozmo robot for education .....  | 24 |
| <i>Бекіров А.Е., Рожнова Т.Г., Левченко Т.Г.</i> Метод маскування інформаційних повідомлень на основі непрямой модифікації фазового спектру аудіоконтєйнеру ..... | 25 |
| <i>Бойко О.В., Дорош Н.В., Ільканич К.І., Кучмії Г.Л., Дорош О.І., Степанюк О.Ю.</i> Впровадження інформаційних та мобільних технологій у медичну практику .....  | 26 |
| <i>Бречко В.А.</i> Проектирование и хранение структур технологических процессов с помощью ассоциативной памяти .....  | 27 |
| <i>Жихаревич В.В., Газдюк К.П., Нікітіна О.М.</i> Розробка ПЗ для візуалізації динаміки біо-подібних процесів та систем .....                                     | 28 |
| <i>Гейко Г.В., Носков В.И., Мезенцев Н.В.</i> Об использовании гибридных электропередач для пригородных дизель-поездов .....                                      | 29 |
| <i>Гнутава І.П.</i> Впровадження технологій критичного мислення в навчально-виховний процес як засіб формування ключових компетентностей молодших школярів .....  | 30 |
| <i>Горященко К.Л., Шевчук О.В.</i> Корреляционный метод определения характеристик линии передачи информации .....   | 32 |
| <i>Даниленко О.Ф., Дьяков О.Г., Іштван Є.О.</i> Вимірювання негативної напруги за допомогою АЦП .....   | 33 |
| <i>Дмитрієва О.А., Нікулін Д.В.</i> Дослідження швидкодії розподіленої обробки великих обсягів даних .....  | 34 |
| <i>Дмитрієнко В.Д., Леонов С.Ю., Бречко В.А.</i> Разработка структуры данных на основе ассоциативных нейронных сетей .....  | 36 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Дмитрієнко В.Д., Заковоротний О.Ю., Главчев Д.І., Скорняков Ю.С.</i> Нейронна мережа для розв'язання рівнянь в частинних похідних .....   | 37 |
| <i>Завьялов А.О., Федотова А.А.</i> Гібридна модель сетей на кристалле .....   | 38 |
| <i>Заковоротний О.Ю., Орлова Т.О.</i> Застосування нейронних мереж АРТ в задачах керування динамічними об'єктами .....   | 40 |
| <i>Заповольський М.Й., Мезенцев М.В.</i> Математична модель для синтезу управління електроприводом змінного струму .....   | 41 |
| <i>Золотько О.В., Панченко В.І.</i> Розробка веб-орієнтованої утиліти розширеного імпорту відеокадрів .....  | 42 |
| <i>Клочко О.О., Черкашина Г.І., Анциферова О.О.</i> Методологія розробки моделі управління якістю і продуктивністю переривчастого зубошліфування при обробці загартованих зубчастих коліс .....  | 43 |
| <i>Ковалев В.Д., Васильченко Я.В., Заковоротний А.Ю., Клочко А.А., Анциферова О.А., Охрименко А.А., Цюаньяо Сюй, Хун Фу</i> Стабілізація дисипативного коефіцієнта априорних передаточних чисел с формуванням оптимального поверхнового слоя тяжело нагруженных зубчатых передач ..... | 44 |
| <i>Козіна О.А., Бартош М.В.</i> Особливості створення автоматизованого тестування шукачів роботи для рекрутингового порталу .....  | 48 |
| <i>Козіна О.А., Величко Н.В.</i> Система автоматического тестирования игровых мобильных приложений для платформы android .....   | 49 |
| <i>Козіна О.А., Жиркевич А.В.</i> Проблема динамічного масштабування контенту у ігрових застосунках з доповненою реальністю .....  | 50 |
| <i>Комилова Х.М., Тураев Ф.Ж.</i> Моделирование колебаний композиционных трубопроводов с учетом двухконстантного основания Пастернака .....  | 51 |
| <i>Лукьянов И.О., Литвиненко Ф.А., Козлюк Е.М.</i> Об эффективном использовании начальной популяции генетического алгоритма .....  | 52 |
| <i>Максименко В.Б., Шликов В.В.</i> Дослідження розподілу температурного поля та візуалізація коронарних судин в умовах штучного кровообігу .....  | 54 |

|   |    |
|---|----|
| <i>Маслак О.І., Маслак М.В., Анциферова О.В.</i> Економетричні моделі як інструмент прийняття управлінських рішень в маркетинговій стратегії підприємства .....   | 56 |
| <i>Мацій О.Б., Драшпуль Н.В.</i> Перестановочно-матричний підхід к побудові оптимального призначення .....  | 57 |
| <i>Мирошник М.А., Зайченко О.Б.</i> Применение двенадцатиполосников в системе с доплеровским радаром для измерения скорости .....   | 59 |
| <i>Мірошник М.А., Салфетникова Ю.М., Деменкова С.Д., Мірошник А.Н.</i> Дослідження методів вбудованого контролю і діагностики цифрових пристроїв та підвищення контролепригодності цифрових пристроїв ..... | 61 |
| <i>Mnushka O.V., Savchenko V.M.</i> IOT systems security challenges .....   | 63 |
| <i>Moroz V., Shvandt M.</i> About one of the 3D mesh repair methods .....   | 64 |
| <i>Орлов Д.М.</i> Передача и шифрование данных между клиентом и сервером в распределённой игровой среде .....   | 66 |
| <i>Павленко В.Д., Котов Д.К.</i> Інструментальні програмні засоби підтримки технології айттрекінгу на смартфоні з ANDROID .....   | 67 |
| <i>Павленко В.Д., Ломовой В.І.</i> Метод побудови апроксимаційної моделі Вольтерра нелінійної динамічної системи в частотній області.....   | 68 |
| <i>Панченко А.Ю., Ибраимов И.К., Чан Лю</i> Моделирование локальной метеообстановки по данным РАЗ и АЗ .....  | 69 |
| <i>Ruban I.V., Churyumov G.I., Tokariiev V.V., Tkachov V.M.</i> Structural-functional reconfiguration of computer systems with reconstruct structure ....   | 71 |
| <i>Семенов С.Г., Мелешко Є.В.</i> Нечітка GERT-модель для оцінки інформаційної безпеки рекомендаційних систем .....   | 73 |
| <i>Серков О.А., Лазуренко Б.О., Трубочанінова К.А.</i> Технологія надширокосмугових сигналів в системах зв'язку рухомих пристроїв .....   | 74 |
| <i>Сіряк Р.В., Скарга-Бандурова І.С.</i> Аналіз ефективності адаптивних методів оптимізації гіперпараметрів згорткових нейронних мереж .....  | 76 |
| <i>Skarga-Bandurova Inna, Krytska Yana, Barbaruk Lina</i> Application of internet of things for long term water quality monitoring .....  | 77 |
| <i>Скородєлов В.В., Даниленко О.Ф., Черних О.П.</i> Апаратна реалізація мережевих протоколів при передачі даних .....   | 78 |

|  |    |
|--|----|
| <i>Сучков Г.М., Мишел Кассаблі Салам Буссі ЕП.</i> Моделювання поляризованого магнітного поля електромагнітно-акустичного перетворювача електромагнітної енергії в ультразвукову ..... | 79 |
| <i>Тихонова Е.В., Яворская О.М.</i> Открытый многополюсный граф со свободно ориентированными ребрами как обобщенная модель телекоммуникационной сети .....                             | 80 |
| <i>Филатова А.Е., Фахс М.</i> Разработка функциональной модели электрокардиологического исследования .....   | 82 |
| <b>Шейн А.Н.</b> Анализ фазовой структуры сердечного цикла .....   | 83 |

НАУКОВЕ ВИДАННЯ

**ТЕЗИ ДЕВ'ЯТНАДЦЯТОЇ МІЖНАРОДНОЇ  
НАУКОВО-ТЕХНІЧНОЇ КОНФЕРЕНЦІЇ  
"ПРОБЛЕМИ ІНФОРМАТИКИ ТА МОДЕЛЮВАННЯ"  
(ПІМ-2019)**

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

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

Підп. до друку 29.08.2019 р. Формат 60x84 1/16. Папір Сору Paper.  
Гарнітура Таймс. Умов. друк. арк. 5,30.  
Облік. вид. арк. 5,0. Наклад 120 прим.  
Ціна договірна

---

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

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

---

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