Міністерство освіти і науки України

Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут»

Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Український науково-дослідний інститут олій та жирів НААНУ

Харківський національний університет радіоелектроніки

Національний науковий центр «Інститут метрології»

Білоруський національний технічний університет

Талліннський технологічний університет

Технічний університет – Софія

Університет Любляни

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Матеріали ІІ Міжнародної
науково-технічної конференції

06-07 грудня 2018 року

Харків

2018

Організаційний комітет:

Голова – проф. Сокол Євген Іванович, НТУ «ХПІ»
Заступник голови – проф. Марченко Андрій Петрович, НТУ «ХПІ»
Заступник голови – проф. Мигущенко Руслан Павлович, НТУ «ХПІ»
Учений секретар – доц. Чуніхіна Тетяна Віталіївна, НТУ «ХПІ»

Редакційна колегія
члени редколегії:

П. О. Качанов, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»
С. І. Кондрашов, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»
Г. М. Сучков, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»
М. М. Резинкіна, д.т.н., с.н.с., НТУ «ХПІ»
А. В. Кіпенський, д.т.н., проф., НТУ «ХПІ»

відповідальний секретар

Т. В. Чуніхіна, к.т.н., доц., НТУ «ХПІ»

Видається за рішенням Вченої ради НТУ «ХПІ»
(протокол № 09 від 30.11.2018)

А 43 Актуальні проблеми автоматики та приладобудування :матеріали Міжнарод. наук.-техн. конфер., 06-07 грудня 2018 р. / Є. І. Сокол (голова оргком.) – Х. : ФОП Панов А.М., 2018. – 248 с.
ISBN 978-617-7722-58-7

У збірнику представлено теоретичні та практичні результати досліджень і розробок, які виконані викладачами вищої школи, студентами, аспірантами, науковими співробітниками різних організацій та підприємств.

Для викладачів, студентів, наукових співробітників, фахівців.

В сборнике представлены теоретические и практические результаты исследований и разработок, выполненных преподавателями высшей школы, студентами, аспирантами, научными сотрудниками различных организаций и предприятий.

Для преподавателей, студентов, научных сотрудников, специалистов.

ISBN 978-617-7722-58-7

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

РЕФОРМА SI: ПРИЧИНИ, СУТЬ, ОЧІКУВАНІ НАСЛІДКИ

Павленко Ю. Ф.[1)], Кондрашов С. І.[2)], Дроздова Т. В.[2)]
[1)]ННЦ «Інститут метрології», вул. Мироносицька, 42, м. Харків, Україна, 61002
[2)]Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

Хоча Міжнародна система одиниць SI існує багато років і довела свою життєвість, вона постійно розвивається і уточнюється. Основною тенденцією цих змін є наближення визначень одиниць до природних інваріантів і посилення зв'язку з фундаментальними сталими як істинними еталонами природи.

На початку XXI ст. стан з системою SI склався такий, що з семи основних одиниць тільки секунда і метр напряму пов'язані з істинними інваріантами, оскільки секунда визначається через період, що відповідає частоті надтонкого переходу цезію-133, а метр – через швидкість світла у вакуумі Одиниця сили світла кандела хоч і не прив'язана до фундаментальної сталої, але її можна розглядати як таку, що спирається на природний інваріант – спектральну силу світлового потоку монохроматичного випромінювання з частотою $540 \cdot 10^{12}$ Гц, яка точно дорівнює 683 лм/Вт. Кельвін визначається на основі точно заданого термодинамічного стану води, яке хоч і є природним інваріантом, але має термодинамічну температуру, значною мірою залежну від вмісту домішок та ізотопного складу даного об'єму води. Це ускладнює ситуацію і обмежує точність, з якою це визначення може бути реалізовано.

Визначення інших основних одиниць має ще більш серйозні недоліки. Кілограм досі визначається за допомогою «артефакту» – того самого прототипу, прийнятого 1-ю Генеральною конференцією з мір та ваг у 1889 р. Його маса, як відомо, дрейфує по відношенню до істинного інваріанту, однак цей дрейф фактично неможливо оцінити, оскільки всі зразки цієї гирі були відлиті з одного сплаву в одній плавці і на одному підприємстві, тобто дрейфують в «одному напрямку». Суттєві недоліки має діюче сьогодні визначення ампера. Недоліки визначення моля і кандели, в основному, полягають в їх залежності від визначення кілограма, хоча мають місце й інші проблеми.

Сукупність цих факторів призвела до того, що 23-тя CGPM (2007 р.) прийняла Резолюцію 12 «Про можливе перевизначення певних основних одиниць Міжнародної системи SI», 24 CGPM у 2011 р. у резолюції № 1 сформулювала ці нові визначення, а також суть "Нової SI" (New SI), а 25

CGPM (2014 р.) підтвердила ці рішення. І от нарешті 26 CGPM 16 листопада 2018 р. прийняла остаточне рішення про введення в дію Нової СІ з травня 2019 року.

Суть змін, що вносяться до СІ. «Нова» СІ.

Міжнародна система одиниць New SI буде системою одиниць, в якій:

- частота надтонкого розщеплювання атома цезію-133 в основному стані ν_{Cs} складає точно 9 192 631 770 Гц;
- швидкість світла у вакуумі c_o складає точно 299 792 458 м $с^{-1}$;
- стала Планка h складає точно 6,626 06X × 10^{-34} Дж·с;
- елементарний заряд е складає точно 1,602 17X × 10^{-19} с А або Кл;
- стала Больцмана k складає точно 1,380 6X × 10^{-23} Дж $К^{-1}$;
- стала Авогадро N_A складає точно 6,022 14X × 10^{23} $моль^{-1}$;
- світлова ефективність K_{cd} монохроматичного випромінювання з частотою 540× 10^{12} Гц складає точно 683 лм/Вт,

де символ Х є однією або декількома цифрами, які потрібно додати до числових значень h, e, k і N_A, з використанням найостаннішого коректування Комітета з числових даних для науки і техніки (CODATA).

У Новій СІ введено нові визначення всіх основних одиниць. Їх аналіз і порівняння з існуючими в СІ на цей час показує, що для секунди, метра і кандели змінюються лише формулювання (через сталі), що ніяк не впливає на їх суть і методи відтворення. Принциповою є ситуація з кілограмом, який буде простежуватись до сталої Планка і відтворюватись через фізичний експеримент через електричні вимірювання. Звідси і його неофіційна назва – «електричний кілограм».

Щодо нового визначення ампера (через елементарний заряд) – воно лише офіційно фіксує ситуацію, яка вже склалась в електричній метрології – відтворення одиниць на основі макроскопічних квантових ефектів.

В температурних вимірюваннях замість опори на потрійну точку води вводиться простежуваність кельвіна до сталої Больцмана. Але, як вважають провідні метрологи в цій галузі, МТШ-90, на якій ґрунтуються температурні вимірювання сьогодні, ще довгий час зберігатиме своє значення, але перестане бути єдиною опорою.

Причиною перевизначення моля є прагнення прив’язати всі одиниці до фундаментальних фізичних сталих.

В основі відтворення більшості основних одиниць (табл.1) будуть лежати квантові макроскопічні ефекти (квантовий перехід в цезії, ефект Джозефсона, квантовий ефект Холла, ефект одноелектронного тунелювання), які дозволяють забезпечити простежуваність до фундаментальних фізичних сталих. Також поставлено завдання створення «квантової» кандели, що може бути досягнуто при гарантованому маніпулюванні окремими фотонами в режимах генерування і прийому (детектування), тобто при освоєнні технології надійного однофотонного тунелювання.

Таблиця 1 – Відтворення основних одиниць у Новій СІ

Основна одиниця	**Стала, до якої простежується одиниця**	**Метод відтворення**	**Основна апаратура**
Секунда	ν_{cs}– частота переходу поміж надтонкими рівнями атому цезію-133	Квантовий перехід в цезії-133	Цезієвий репер
Метр	c – швидкість світла	Генерування когерентного світлового випромінення (за допомогою лазера) і вимірювання частоти лазера; $L = {c}/{f_л}$	Високостабільний лазер і вимірювач його частоти (РОЧМ)
Ампер	e – елементарний заряд	1. Закон Ома і квантові ефекти Джозефсона і Холла; $I = \frac{\text{Uj-напруга Джозефсона}}{\text{Rx- Холлівський опір}}$	1. Прилади Джозефсона і КЕХ, струмовий компаратор
		2. Одноелектронне тунелювання	2. SET-насос
Кілограм	h – стала Планка	Порівняння $P_{ел} = P_{мех}$, вимірювання $P_{ел}$ через квантові ефекти Джозефсона і Холла	Ватт-ваги, прилади Джозефсона і КЕХ
Кельвін	k –стала Больцмана	Методи первинної термометрії	Первинні термометри
Кандела	$k(\lambda_{555})$ – спектральна сила світла частотою $540 \cdot 10^{12}$ Гц	1. Властивості випромінення абсолютно чорного тіла	Випромінювач типу АЧТ
		2. Використання явища фотоефекту	Приймач-фотометр зі 100%-вою квантовою ефективністю
Моль	N_A– стала Авогадро	Еталон не створюється	—

Наслідки введення Нової СІ.

1. Система одиниць позбавляється останнього еталона-артефакту (платино-іридієвого кілограма) і стає дійсно природною системою.

2. Визначення ампера буде, нарешті, відповідати методиці його практичної реалізації – через квантові ефекти, що «розставляє все на свої місця» і позбавляє систему електричних одиниць дуалізму.

3. Перехід на визначення кельвіна через сталу Больцмана приведе до удосконалення методів первинної термометрії, що важливо для розвитку температурних і теплових вимірювань в цілому.

4. Ряд сталих набувають точних значень, що важливо для науки в цілому.

5. Зміни в СІ не ведуть до суттєвих наслідків в процедурах і результатах практичної метрології, але будуть сприяти подальшому впровадженню більш точних методів, зокрема, квантових, у нижчі поверхи метрологічної ієрархії і виробничу діяльність

6. Оскільки за нових визначень будь-яка одиниця простежується не до первинного еталона, а до сталої і в принциповому плані може бути відтворена в будь-якій точці Землі з фундаментальною точністю, знижується необхідність у створенні складних систем передавання розмірів одиниць. Можлива поступова децентралізація систем забезпечення єдності вимірювань з епізодичними звіреннями еталонів для підтвердження достовірності.

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ

Семенов С. Г., Волошин Д. Г.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Останнім часом в силових структурах держави для вирішення різного роду завдань (розвідка, транспортування, моніторинг та ін.) Все частіше використовують безпілотні літальні апарати (БПЛА). Пов'язано це багато в чому з їх все більш зростаючими технічними можливостями, ефективністю і низькою вартістю їх використання. Сучасні БПЛА можна класифікувати по широкому спектру робочих характеристик. Це вага, вантажопідйомність, дальність, швидкість і навантаження на крило і ін.

Спрощена класифікація БПЛА представлена в табл. 1.

Таблиця 1 – Класифікація БПЛА (Клас БПЛА)

Клас БПЛА	Маса, кг	Висота польоту, км	Час польоту, часів
ТЯЖКИ	над 1.000	до 20	24 та більш
СЕРЕДНІ	до 1.000	до 9 – 10	10 – 12
ЛЕГКІ	до 50	до 3 – 5	3 – 8
НАДЛЕГКІ	до 10	до 1	около 1

Проведені дослідження [1-4] показали, що для вирішення широкого кола завдань найбільш ефективно використовувати «Легкі» і «Надлегкі» БПЛА. У той же час основною проблемою таких БПЛА є їх мала захищеність від засобів РЕБ. Як правило, військові моделі БПЛА мають захищені канали зв'язку, дискредитації яких представляється порівняно складним завданням. Тому дуже часто під удар таких БПЛА потрапляють їхні засоби навігації (GPS, ГЛОНАСС і т.і.). Наприклад, така кібератака як підміна справжніх координат апарату на помилкові, дозволяє збити БПЛА з призначеного курсу, а іноді і посадити в заздалегідь заданому місці.

Існує кілька варіантів розв'язання проблеми. Перший, це використання БПЛА які літають вище 9-10 км. У таких БПЛА перехоплення сигналу управління з супутників навігації ставати досить важким завданням, тому що крім того, що треба мати дрон здатний літати вище, потрібно зуміти направити його точно над апаратом жертви і супроводжувати його протягом всього перехоплення, до того ж військові канали GPS мають засоби захисту, для подолання якого так само необхідні часові і обчислювальні ресурси, всі ці фактори роблять перехоплення такого роду неприйнятним по ефективності і ресурсовитратності. Однак БПЛА здатні літати вище 10 км мають велику вартість, їм необхідна злітно-посадкова смуга і отримання інформації з великої висоти буде негативно позначатися на якості одержуваних даних.

Другий спосіб – це відмова від систем супутникової навігації. Більшість БПЛА мають штатні засоби об'єктивного контролю – відео та фото фіксація, а також бортові інерціальні системи навігації (гіроскоп, акселерометр, барометр і т.п.) на основі даних з фотоапаратури орієнтується на місцевості.

В основі третього підходу лежить інерціальна система позиціонування дрона, яка з певною точність виводить апарату на заданий курс і після виконання поставленого завдання, повертає його в задану область розміром кілька десятків кілометрів, де вже локальна система позиціонування у вигляді спеціальних радіомаяків направить БПЛА на відповідне місце посадки . Недоліком цього методу в умовах сучасних умовах обмеженого простору ведення бойових дій є можливість перехоплення або глушіння сигналу локальної системи позиціонування, враховуючи її малопотужність в польових умовах і близько прихильність до умовному противнику (а саме на малих відстанях і використовуються БПЛА останніх двох типів).

Для створення методу позбавленого більшості перерахованих вище недоліків пропонується використовувати інерційну систему позиціонування з використанням додаткових датчиків і спеціального математичного блоку, який за рахунок використання елементів штучного інтелекту буде знижувати похибка позиціонування.

Висновки. Єдиним на сьогодні надійним рішенням для збереження БПЛА в умовах протидії сучасних засобів РЕБ є установка на його борт бесплатформеної інерціальної навігаційної системи (БІНС) в комплексі зі спеціальними пристроями, які розпізнають втручання в управління апаратом і переводять його повністю в автономному режимі. В цьому випадку навігація здійснюється за рахунок координат, які видаються БІНС, і апарат продовжує виконувати заздалегідь запрограмоване завдання – наприклад, політ по певних точках для ведення розвідки місцевості.

Список бібліографічних посилань

1. Arjomandi M. Classification of unmanned aerial vehicles: Techn. overview. The Univ. of Adelaide, Australia. 2011.

2. Теодорович Н.Н., Строганова С.М., Абрамов П.С. Способы обнаружения и борьбы с малогабаритными беспилотными летательными аппаратами // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 9, №1 (2017) http://naukovedenie.ru/PDF/13TVN117.pdf (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ.

3. Колесов Н.А., Насенков И.Г. (ред.) Радиоэлектронная борьба. От экспериментов прошлого до решающего фронта будущего – 220 с.

4. Дмитрий Юров. Радиоэлектронный нож для беспилотника: как взломать и перехватить БПЛА // интернет журнал «Звезда» https://tvzvezda.ru/news/vstrane_i_mire/content/201609120753-8de1.htm (доступ свободный)

СЕКЦІЯ 1.
АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

РАЗРАБОТКА ЛАБОРАТОРНОГО СТЕНДА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПОРТАТИВНОГО УСТРОЙСТВА СБОРА ИНФОРМАЦИИ NI myDAQ

Анищенко Н. В.[1)], Залеский В. Д.[2)]

[1)] Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева 2, Харьков, Украина, 61002, annikolay@ukr.net

[2)] Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева 2, Харьков, Украина, 61002, valentin11091994@gmail.com

В настоящее время при организации учебного процесса получили распространение альтернативные концепции выполнения лабораторных работ. Их отличие от классических лабораторных работ заключается в том, что студенты могут выполнять эти лабораторные работы в самостоятельно выбранном месте и в удобное для студента время.

Существует две альтернативные концепции выполнения лабораторных работ:

– «удаленные лабораторные работы» – Remote Lab;

– «карманные лабораторные работы» – Pocket Lab.

Отличительной особенностью удаленных лабораторий является то, что доступ к реальному оборудованию осуществляется удаленно с помощью веб-интерфейса, отслеживать работу оборудования позволяет веб-камера. На кафедре автоматизированные электромеханические системы НТУ «ХПИ» при выполнении проекта TEMPUS создана лаборатория с удаленным управлением на оборудовании компании National Instruments [1].

С 2017 года кафедра принимает участие в выполнении проекта ERASMUS+. В рамках этого проекта изучается опыт Каринтия университета прикладных наук (Австрия) по использованию в учебном процессе карманных лабораторий [2,3].

Ведущими компаниями в области «карманных лабораторий» являются National Instruments и Arduino.

Arduino производит серию микроконтроллеров и разнообразные модули, которые совместно с платами расширения позволяют строить системы различной сложности.

National Instruments производит системы сбора данных NI myDAQ. NI myDAQ это недорогое портативное устройство сбора данных, которое использует технологию виртуальных приборов NI LabVIEW, что позволяет

студентам измерять параметры сигналов и анализировать их в реальном масштабе времени.

В работе рассматривается создание на базе системы сбора данных NI myDAQ лабораторного стенда для исследования управления двигателем постоянного тока с широтно-импульсным преобразователем.

Для выполнения лабораторной работы необходимо техническое и программное обеспечение:

• ПК с установленным пакетом программ NI ELVISmx и средой программирования NI Labview;

• устройство сбора данных NI myDAQ с USB-кабелем (рис. 1);

• плата преобразователя (рис. 2). Главным компонентом платы является микросхема LMD18200 – ШИМ драйвер;

• двигатель постоянного тока RC-370SH-18139 (рис. 3);

• блок питания.

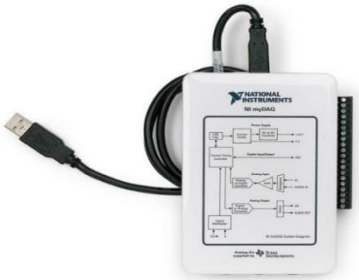


Рисунок 1 – Устройство NI myDAQ

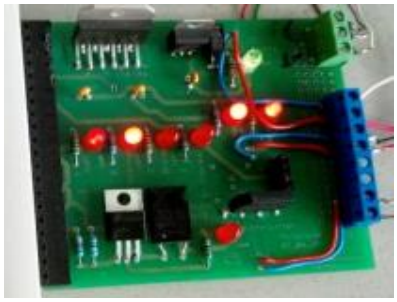


Рисунок 2 – Плата преобразователя



Рисунок 3 – Двигатель

NI myDAQ представляет собой двухканальное цифровое устройство, предназначенное для измерения сигнала, а также использования в качестве функционального генератора. Для работы NI myDAQ необходимо подключение его к ПК через USB.

Список литературы

1 Анищенко Н.В., Тимощенко А.В., Ткаченко А.А. Создание на кафедре «Автоматизированные электромеханические системы» НТУ «ХПИ» удаленной лаборатории / Н.В.Анищенко, А.В.Тимощенко, А.А.Ткаченко // Вісник Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», 2015. – №12 (1121), С.33–38.

2 Klinger, T., Madritsch, C.: Collaborative Learning using Pocket Labs. In: 9th International Conference on Interactive Mobile Communication Technologies and Learning, IMCL2015, pp 185–189, Thessaloniki, Greece, 19–20 November 2015.

3 Madritsch, C., Klinger, T., Pester, A., Schwab W. (2017) Work in Progress: Using Pocket Labs in Master Degree Programs. In: Auer M., Guralnick D., Uhomoibhi J. (eds) Interactive Collaborative Learning. ICL 2016. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 545. Springer, Cham, pp 54–59.

АНАЛІЗ КОМП'ЮТЕРНО-ІНФОРМАЦІЙНИХ ЕКОЛОГІЧНО-ОРІЄНТОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Бобух А. О.[1)] **, Переверзєва А. М.**[2)]

[1)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова, 2, e – mail:*** **aabobukh@ukr.net**

[2)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова, 2,***
e – mail: **pereverzieva_alya@ukr.net**

Обґрунтована необхідність розробки та удосконалення комп'ютерно-інформаційних екологічно-орієнтованих технологій (КІЕОТ), які на сьогодні є одним із основних напрямків науково-технічного прогресу, що спрямовані на підвищення продуктивності технологій, зниження енергетичних витрат на продукцію, яка випускається, зменшення твердих, рідинних та газових викидів в атмосферу, покращання якості продукції та екологічних умов життєдіяльності людей.

Інформа́ція – абстрактне поняття, що має різні значення залежно від контексту. На початку XXI століття, інформація займає дедалі значніше місце в житті людини як члена суспільства. Засоби масової інформації поширюють її, інформаційні технології займаються її обробкою. Висувається ідея інформаційного суспільства, до якого можливо прямує людство. Основою такого суспільства було б виробництво й споживання не товарів і послуг, а інформації. Сам термін «інформація» байдужий до істинності вмісту. Від даних інформація відрізняється доступністю отримувачу. Інформація може бути товаром, тобто купуватися й продаватися як будь-який інший товар. Слово «інформація» походить від латинського слова «informatio», яке має декілька значень: роз'яснення; виклад фактів, подій; витлумачення; представлення, поняття; ознайомлення, просвіта. Саме слово «informatio» складається з префікса «in-» («в-, на-, при-») і дієслова «form» («надаю форму, створюю»), пов'язаного з іменником «forma» («форма»). З середини XX століття «інформація» стала загальнонауковим поняттям, яке у науковій сфері залишається вкрай дискусійним. Загальноприйнятого визначення інформації не існує, і воно використовується головним чином на інтуїтивному рівні.

Технологія (від грецьких: techne – майстерність, мистецтво, уміння, вправність; та logos – наука, учення, знання) – наукова дисципліна, що розробляє і удосконалює прийоми та/або способи отримання, обробки або переробки сировини, матеріалів, напівфабрикатів, виробів, інформації тощо, яка включає технічний контроль та опис виробничих процесів і правила (інструкції) для їх виконання. Завданням технології як науки є виявлення фізичних, хімічних, механічних і других закономірностей з

метою визначення та використання на практиці найбільше ефективних і економічних виробництв, які потребують найменших матеріальних ресурсів і часу.

Розвиток сучасних технологій зв'язаний з найбільше повним використанням сировини, матеріалів, енергії, палива тощо, що дає можливість звести до мінімуму або повністю ліквідувати відходи виробництв і здійснити заходи для покращання екологічних умов. Екологія (від грецького: oikos – місце перебування, житло, та logos) – наука про взаємовідношення організмів поміж собою та із навколишнім середовищем, сучасна екологія інтенсивно вивчає проблеми взаємодії людей та біосфери.

Розробка КІЕОТ і є одним із основних напрямків науково-технічного прогресу, які спрямовані на підвищення продуктивності виробництв, зниження енергетичних витрат на продукцію, яка випускається, покращання екологічних умов життєдіяльності людей.

Однією із таких технологій може стати КІЕОТ виробництва кальцинованої соди за аміачним способом (ВКС), основними видами сировини якої є: хлорид натрію, карбонат кальцію, аміачна вода та гідросульфід натрію. До складу КІЕОТ ВКС входять основні та допоміжні екологічно-орієнтовані технології (ЕОТ). Щоб з єдиних позицій розглядати цілі функціонування КІЕОТ ВКС, необхідно вибрати техніко-економічний критерій (ТЕК) [1] функціонування КІЕОТ ВКС, виражений через ТЕК функціонування основних ЕОТ. Такий підхід дозволяє формалізувати задачу управління КІЕОТ ВКС і визначити структуру її рішення.

Найбільш часто в якості ТЕК функціонування КІЕОТ розглядаються такі показники, як собівартість, прибуток, чистий дохід, обсяг продукції, що випускається і її якість, які для більшості КІЕОТ знаходяться в складній залежності, що практично виключає можливість одночасного досягнення оптимальних значень по кожному з критеріїв.

Одним з найважливіших ТЕК, що характеризують роботу безперервної КІЕОТ ВКС, є чистий дохід [1], величина якого залежить як від собівартості, так і від об'єму випуску якісної продукції та ціни на неї. Впливаючи на ці показники шляхом зміни значень відповідних параметрів ЕОТ, можливо досягти максимального значення чистого доходу КІЕОТ ВКС.

Список літератури

1. Бобух А. А. Выбор и оптимизация критерия управления объектом абсорбции-десорбции производства кальцинированной соды / А. А. Бобух, А. М. Дзевочко, М. А. Подустов, А. Н. Переверзева, // Щоквартальний науково-практичний журнал «Інтегровані технології та енергозбереження». Видавничий центр НТУ «ХПІ». – 2015. № 4. – С. 72–81.

ВИКОРИСТАННЯ МІКРОПРОЦЕСОРНОГО КОНТРОЛЕРА У КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІЙ ТЕХНОЛОГІЇ ОТРИМАННЯ ВОЛОГОГО ГІДРОКАРБОНАТУ НАТРІЮ У ВИРОБНИЦТВІ КАЛЬЦИНОВАНОЇ СОДИ

Болотинська О. О.[1)] **, Бобух А. О.**[2)]

[1)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова, 2***

e – mail: **oleksandra.bolotynska@gmail.com**

[2)] ***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова, 2,***

e – mail: **aabobukh@ukr.net**

В роботі розглянуто питання доцільності використання мікропроцесорного контролера S7-300 фірми Siemens, як одного з приладів у комп'ютерно-інтегрованій технології отримання вологого гідрокарбонату натрію у виробництві кальцинованої соди за аміачним способом (ВКС).

Це виробництво складається з основних та допоміжних технологій з декількома замкненими циклами по аміаку та діоксид вуглецю. Наявність замкнених циклів значно ускладнює управління виробництвом кальцинованої соди, оскільки виникаючі «непередбачені» порушення на одній технології дуже швидко розповсюджується на інші та викликає небажані відхилення від регламентних норм цих технологій. Технологія виробництва кальцинованої соди – багатоелементна. Тому доцільна декомпозиція загальної задачі управління ВКС на так звані підзадачі управління комп'ютерно-інтегрованими технологіями [1].

Зрозуміло, що продуктивність устаткування та точність виконання технологічних операцій значною мірою залежать від ступеня комп'ютерно-інтегрованої технології (КІТ). У наш час найкраще це забезпечують електронні пристрої керування, особливо цифрові. Цифрові пристрої керування можуть бути реалізуються як автомати з жорсткою логікою, або як мікропроцесорні контролери.

Системи керування, реалізовані методами жорсткої логіки, мають високу швидкодію та надійність. У той самий час вони вимагають індивідуального розроблення, причому кількість типів функціональних модулів, що створюють функціонально закінчену систему, яка використовується для побудови різних систем керування, виявляється значною. Отже, використання пристроїв керування з жорсткою логікою вимагає у кожному окремому випадку розроблення спеціального унікального пристрою.

Для створення КІТ більш зручно використання мікропроцесорних контролерів (МПК), бо МПК, який функціонує на основі закладених у нього пам'яті програм, може замінити декілька аналогових регуляторів. А

також дозволяє реалізувати такі функції, які неможливо виконати при використанні звичайних аналогових регуляторів, що є більш економічно вигідним, тому що один мікропроцесорний контролер для систем середнього та високого рівня, може виконувати декілька необхідних у даній технології задач.

Зазвичай МПК – це одноплатний міні-комп'ютер, що побудований на основі однокристального мікроконтролера та розташований у корпусі стандартних розмірів. Також існують модульні контролери. До входів мікропроцесорних контролерів можна приєднати кнопки, контакти джойстика, перемикачі, датчики та виконавчі механізми. МПК циклічно опитує вхідні сигнали, виконує програму користувача та видає отримані вихідні значення на виконавчі механізми. Тобто мікропроцесорний контролер циклічно, раз за разом виконує одну й ту ж саму програму.

Аналіз роботи виробництва кальцинованої соди показав, що є доцільним використання мікропроцесорного контролера S7-300 фірми Siemens для управління технологією отримання вологого гідрокарбонату натрію. SIMATIC S7 має модульну конструкцію, модулі монтуються на профільній шині (рейці). Одна з дуже важливих характеристик – це можливості комунікацій по мережах MPI, Profibus Industrial Ethernet/ PROFInet, AS-i, BACnet, MODBUS TCP. А також дуже важливо, що реалізується підтримка на рівні операційної системи функцій, що забезпечують роботу в реальному часі, підтримка на рівні операційної системи апаратних переривань; підтримка на рівні операційної системи обробки апаратних і програмних помилок.

Вибір саме цього МПК обумовлений тим, що ця модель має дуже велику кількість функцій, які підтримуються операційною системою. Дуже важливим фактором є те, що природне охолодження мікропроцесорного контролера, понижує ризики перегріву та припинення роботи, через порушення працездатності пристрою. Високоефективним використання цього мікропроцесорного контролера є через оснащення широкою гамою вводів-виводів дискретних та аналогових сигналів, а також функціональними модулями.

Було прийняте рішення, щодо використання мікропроцесорного контролера SIMATIC S7-300 фірми Siemens у комп'ютерно-інтегрованій технології отримання вологого гідрокарбонату натрію. Тому що характеристики цього МПК відповідають усім вимогам для підвищення якості роботи технології виробництва кальцинованої соди.

Список літератури

1. Бобух А. О. Комп ' ютерно – інтегровані системи управління об ' єктами галузі на прикладі виробництва кальцинованої соди за аміачним способом / А. О. Бобух, О. М. Дзевочко, М. О. Подустов. – Харків: Навчальний посібник НТУ « ХПІ «, 2015. – 93 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НЕЙРОСЕТЕВЫХ ДЕТЕКТОРОВ ИМПУЛЬСНОГО ШУМА

Васильченков О. Г. [1)], Сальников Д. В. [1)]
[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков***
dmitrey.salnikov@gmail.com

На текущий момент автоматизированные компьютерные системы, применяющие алгоритмы обработки изображений заняли неотъемлемое место в подавляющем большинстве направлений науки и техники. Задача удаления шума с изображения является частью любой системы компьютерного зрения. Это обуславливает необходимость поиска алгоритмов фильтрации, которые могут работать, сохраняя высокое качество фильтрации при низких аппаратных затратах.

Одним из наиболее производительных фильтров импульсных помех считается ASWM фильтр[1]. Наличие сложных нелинейных вычислений в алгоритме данного фильтра вносит существенные трудности в процесс оптимизации фильтра под любую аппаратную платформу в виду наличия циклов недетерминированной длины и наличия «сложных» с точки зрения затрат ресурсов операций деления. Популярны также фильтры с детекторами шума [2, 3, 4], которые используют специальный алгоритм для обнаружения зашумленных участков на изображении.

Современная индустрия обработки изображений активно использует алгоритмы машинного обучения для классификации изображений. На данный момент существуют топологии нейросетей позволяющие классифицировать разнообразные объекты с высокой точностью.

Задачу фильтрации шума изображений можно считать задачей бинарной классификации, в которой существует два класса объектов – содержащие шум и свободные от него. Таким образом, применение нейросетей для детектирования шума является перспективным направлением исследования. Разбив изображение на окна фиксированного размера можно использовать нейросеть для классификации текущего окна. В случае детектирования зашумленного пикселя к нему применяется алгоритм удаления шума. Т.е. нейросеть выступает в качестве детектора шума.

Для обучения нейросети необходим набор входных изображений обоих классов, а также набор данных для тестирования результата для исключения «переобучения» сети.

В ходе исследований производительности и качества фильтрации нейросетевого подхода к фильтрации импульсного шума были разработаны алгоритмы генерации необходимых наборов данных с

использованием языка программирования Python и нейросетевого фреймворка Tensorflow.

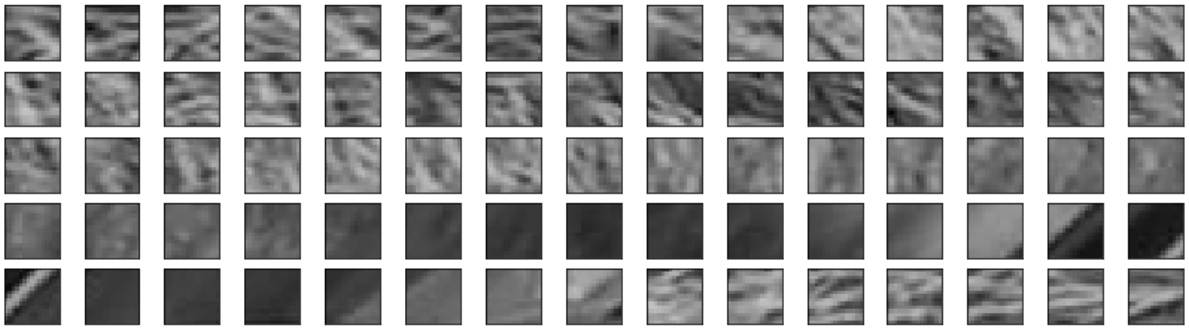


Рисунок 1 – Набор не зашумленных входных данных

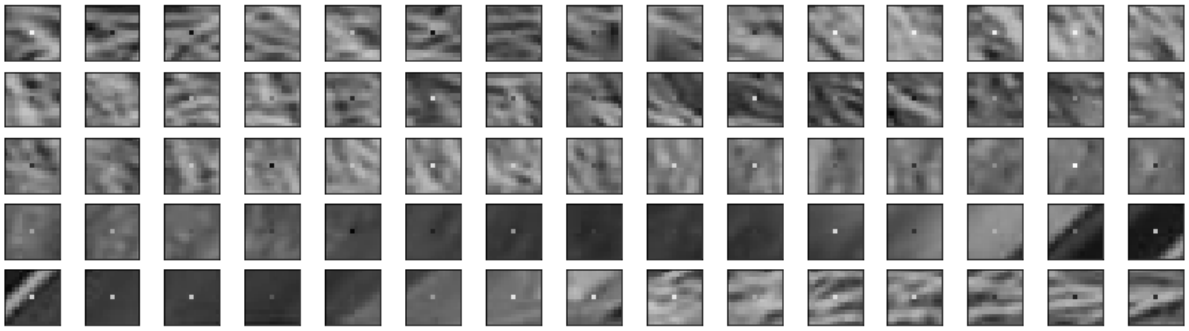


Рисунок 2 – Набор зашумленных входных данных

На кафедре АУТС НТУ «ХПИ» проводятся исследования эффективности применения различных нейросетевых структур для детектирования шума в комплексе с медианным алгоритмом фильтрации.

Учитывая полученные на данный момент результаты, а также появление огромного количество аппаратных платформ оптимальных нейросетей позволяют сделать вывод о целесообразности дальнейших исследований в данном направлении.

Список литературы

1. Kai-Kuang, How-Lung Eng, Noise Adaptive Soft-Switching Median Filter, IEEE TRANS. ON IMAGE PROCESSING, VOL.10, NO.2, 2001.

2. Kang, C. C., & Wang, W. J. (2008) Modified switching median filter with one more noise detector for impulse noise removal. International Journal of Electronics and Communications. doi: 10.1016/j.aeue.2008.08.009.

3. S.Akkoul, R.Lédée, A New Adaptive Switching Median Filter, IEEE Signal Processing Letters Volume:17, p. 587 – 590. 2010.

4. Zhang S., Karim M.A. A new impulse detector for switching median filters // IEEE Signal Processing Letters. 2002. Vol.9. Pp. 360-363.

ДОСЛІДЖЕННЯ СПОСОБІВ ЗНИЖЕННЯ ДИНАМІЧНИХ НАВАНТАЖЕНЬ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ СКРЕБКОВОГО КОНВЕЄРА СР72

Величко В. О.[1)], Ткаченко А. О.[2)]
[1) 2)]НТУ «ХПІ», м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2
velychko.vadym16@gmail.com, ieeemetod@gmail.com

Центральним елементом підземного вуглевидобування є забійний скребковий конвеєр. Від його надійності залежить продуктивність забою в цілому. У 50% випадків відмови скребкових конвеєрів відбуваються через порив ланцюга внаслідок дії навантажень, що перевищують розривні і виникають в основному при заклинюванні [1]. Для обмеження цих навантажень традиційно застосовується гідромуфта. Однак гідромуфта не виключає порив ланцюга, а тільки розширює ділянку конвеєра, на якому заклинювання аварійно безпечне [2]. Часті пуски, а також стопоріння призводять до нагрівання гідромуфти, спрацювання її пристроїв захисту та вихлюпування робочої рідини, наслідком чого являються простої та зниження продуктивності. Тому для виробників скребкових конвеєрів актуальним є завдання виключення гідромуфти з нових розробок конвеєрів та заміна її альтернативним обладнанням.

У доповіді розглянуті різні пристрої і способи виявлення моменту заклинювання ланцюга, дана оцінка їх ефективності (затримка в часі) стосовно скребкового конвеєра СР72 без гідромуфти. Перший спосіб базується на використанні акустичних сенсорів SITRANS AS 100 фірми Siemens. Запропонована система з 4-х таких датчиків (рис. 1), розміщених по довжині конвеєра на відстані $L_д$=25 м один від одного, дозволяє визначити момент заклинювання ланцюга із затримкою не більше як 10 мс.

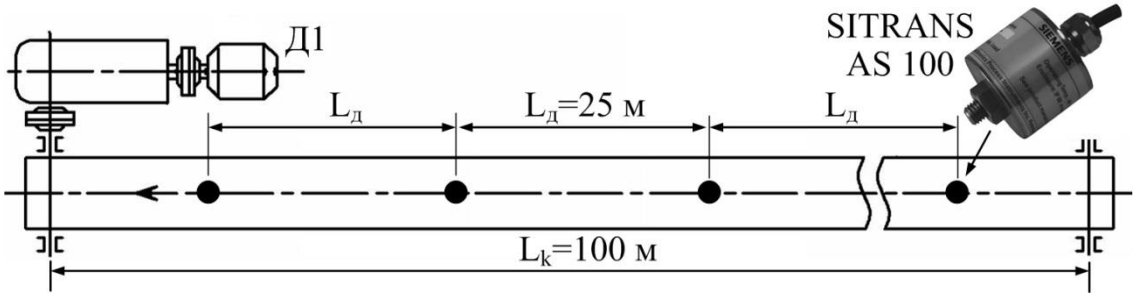


Рисунок 1 – Схема розміщення датчиків по довжині конвеєра

Досліджений на комп'ютерній моделі конвеєра [2] спосіб виявлення заклинювання ланцюга з використанням швидкості наростання струму статора асинхронного двигуна показав затримку близько 30 мс, а з контролем величини струму – близько 50 мс.

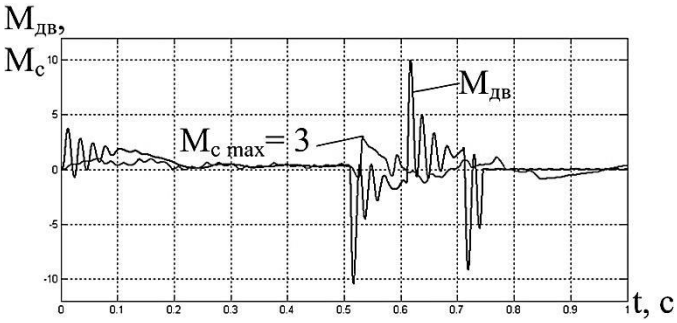


Рисунок 2 – Періодичне реверсування двигуна

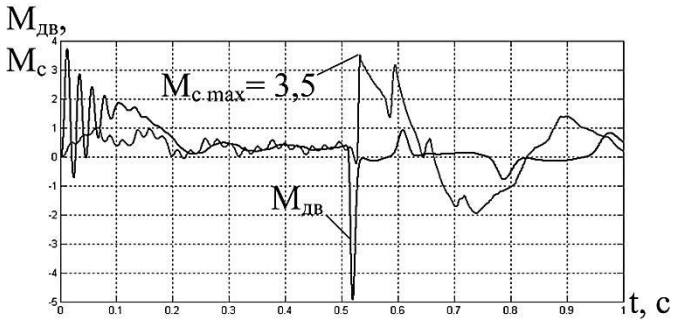


Рисунок 3 – Динамічне гальмування двигуна

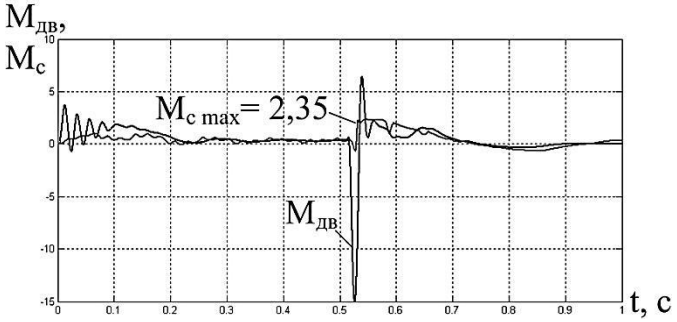


Рисунок 4 – Конденсаторне гальмування двигуна

Зниження динамічних навантажень в ланцюзі конвеєра СР72 при заклинюванні було досягнуто шляхом екстреного гальмування асинхронного двигуна різними способами з урахуванням затримки $t_з$=10 мс.

На рис. 2-4 у відносних одиницях представлені графіки перехідних процесів моменту двигуна $M_{дв}$ і моменту опору на валу двигуна M_c, який пропорційний зусиллю в ланках ланцюга біля приводної станції.

Динамічні навантаження обмежуються в порівнянні з гідромуфтою нарівні і навіть краще (на 46%) при періодичному реверсуванні асинхронного двигуна з наступним відключенням від мережі (рис. 2), а також при динамічному гальмуванні двигуна постійним струмом (рис. 3) зі зниженням зусиль на 37%. Найбільшу ефективність серед розглянутих способів (зниження на 58%) забезпечує конденсаторне гальмування асинхронного двигуна (рис. 4).

Список літератури

1. Alan R. Broadfoot. Control Problems in Armored Face Conveyors for Longwall Mines / Alan R. Broadfoot, Robert E. Betz // IEEE transactions on industry applications. – 1998. – vol. 34. – №2. – pp. 381-386.

2. Осичев А.В. Оценка влияния гидромуфты на динамические усилия в скребковом конвейере СР72 при заклинивании рабочего органа / А.В. Осичев, А.А. Ткаченко // Вісник Кременчуцького державного університету імені Михайла Остроградського. – Кременчук: КДУ. – 2010. – Ч.3, вип. 4(63). – С. 126-129.

ІНТЕЛЕКТУАЛЬНА ІНФОРМАЦІЙНА ТЕХНОЛОГІЯ АВТОНОМНОЇ НАВІГАЦІЇ БЕЗПІЛОТНОГО ЛІТАЛЬНОГО АПАРАТУ

Волков О. Є., Комар М. М., Волошенюк Д. О., Господарчук О. Ю.
Міжнародний науково-навчальний центр інформаційних технологій та систем НАН та МОН України
03187, м. Київ, вул. Академіка Глушкова, 40

У наш час основу навігаційних систем безпілотних літальних апаратів (БпЛА) складають приймачі супутникових навігаційних систем (СНС), які комплексовано з інерційною навігаційною системою, оснащеною акселерометрами та гіроскопами. Така система забезпечує досить точне визначення місця розташування БпЛА і параметрів його руху при наявності прийому сигналів СНС.

Проте, при відсутності корекції від СНС інерційна система не в змозі здійснювати автономне визначення пройденого шляху через високі швидкості дрейфу гіроскопічних датчиків. Деякі зразки здатні підтримувати точність протягом декількох хвилин відсутності сигналу СНС на рівні 100-150 метрів. При цьому, як правило, потрібна підтримка режиму прямолінійного руху без прискорень. Відсутність або навмисне придушення сигналів СНС призводить до неможливості точно визначити власні координати і, як наслідок, виконати політ по заданому маршруту.

Використання традиційних систем позиціонування може бути ускладнене або взагалі неможливе з ряду причин: рельєф місцевості, міські будівлі, недостатня точність, ворожий вплив у вигляді цілеспрямованого глушіння сигналу або атаки типу «спуфинг», і т.д.

У зв'язку з цим виникає актуальне завдання розробки додаткового джерела навігаційної інформації, яке повинно забезпечити можливість визначення поточних координат БпЛА в моменти часу, коли інформація від СНС недоступна або не забезпечує необхідної точності позиціонування. Тобто, має забезпечуватись перехід БпЛА в автономний режим, коли керування навігацією БпЛА відбувається виключно бортовим комп’ютером без участі оператора.

Одним з варіантів вирішення завдань автономної навігації і автоматичного позиціонування БпЛА є використання на борту БпЛА фото- та/або відеокамер із застосуванням алгоритмів і методів комп’ютерного зору. Така технологія автономної навігації має покроково оцінювати положення апарату залежно від того, як змінюється зображення оптичного поля земної поверхні, отримане з відеокамери, під часу руху літального апарату у навколишньому середовищі. Принцип роботи зазначеної навігаційної системи засновується на порівнянні опорного і контрольного зображень оптичного поля земної поверхні.

Процес автономної навігації БпЛА включає в себе наступні основні етапи:

- отримання опорних зображень і їх попередню обробку;
- виділення контрольних точок на підставі зовнішніх орієнтирів;
- отримання та обробка контрольних знімків з камери БпЛА;
- зіставлення контрольних знімків з опорними;
- визначення поточних координат і орієнтації БпЛА;
- коригування траєкторії польоту БпЛА.

В якості зовнішніх орієнтирів (контрольних точок) можуть бути використані такі об'єкти як: будівлі, автомобільні дороги, злітно-посадкові смуги, елементи рельєфу місцевості, річки, озера, тощо. Географічні координати таких об'єктів повинні бути заздалегідь відомі. Кожному орієнтиру присвоюється його унікальний опис (дескриптор), який в подальшому використовується при зіставленні зображень для зменшення похибок у разі наявності на отриманому при польоті контрольному фотознімку декількох орієнтирів, які співпадають з орієнтиром на опорному зображенні.

Перед польотом БпЛА необхідне формування опорного зображення карти ймовірної зони польоту БпЛА, що робиться автоматично за допомогою алгоритму перетворення зображення. БпЛА, виконуючи політ за відсутності сигналу СНС, періодично фотографує земну поверхню, створюючи послідовність контрольних знімків. Цим знімкам відповідають деякі області на вихідній карті (опорному зображенні). Система знаходить відповідність отриманого контрольного знімка ділянці на опорному зображенні і визначає координати розташування БпЛА.

Застосування запропонованої інформаційної технології дозволить створювати нові системи навігації БпЛА високої точності навіть з використанням апаратної частини відносно низької вартості. Це досягається комплексуванням недорогих інерційних навігаційних систем, оснащених мікромеханічними датчиками руху (акселерометрами і гіроскопами) зі супутниковою навігаційною системою та доповненням цих двох систем новим джерелом інформації для підвищення точності визначення координат БпЛА.

Впровадження запропонованої технології автономної навігації БпЛА дозволить отримати суттєві конкурентні переваги у порівнянні із БпЛА, на борту яких відсутні технології комп’ютерного зору. Реалізація технології передбачає використання доступних мікроконтролерів, а також мінімальні зміни у конструкції та масі БпЛА при інтеграції на борт, що в свою чергу позитивно вплине на розширення можливості застосування БпЛА та буде мати високу економічну ефективність.

Все вищезазначене приведе до здешевлення навігаційної системи БпЛА з одночасним збереженням високої точності системи та ринкової конкурентоздатності.

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ В СИСТЕМАХ КОНТРОЛЯ И УПРАВЛЕНИЯ ДОСТУПОМ

Гапон А. И. [1)]***, Крылова В. А.*** [1)] ***, Кубрик Б. И.*** [1)]***, Мамцев Е. А.*** [1)]
[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков,***
E-mail: gaponold54@gmail.com, ksser300@gmail.com

Требования к системам безопасности на предприятиях, в учебных заведениях, торгово-развлекательных центрах, общественных и государственных учреждениях непрерывно возрастают, по мере возникновения новых средств и методов нападения, создания угроз общественному порядку, безопасности людей и материальных ценностей.

Разновидностью систем безопасности являются системы контроля и управления доступом (СКУД), в отношении которых принята классификация: по количеству точек доступа; по функциональности; по типу контроля на объектах; по уровню системы необходимой защиты; по устойчивости к внешним воздействиям; по защите средств техники от несанкционированного доступа. Такие системы пришли на смену традиционным системам видеонаблюдения (рисунок 1), которые следует отнести к пассивным средствам защиты, в силу их непротиводействия правонарушению.

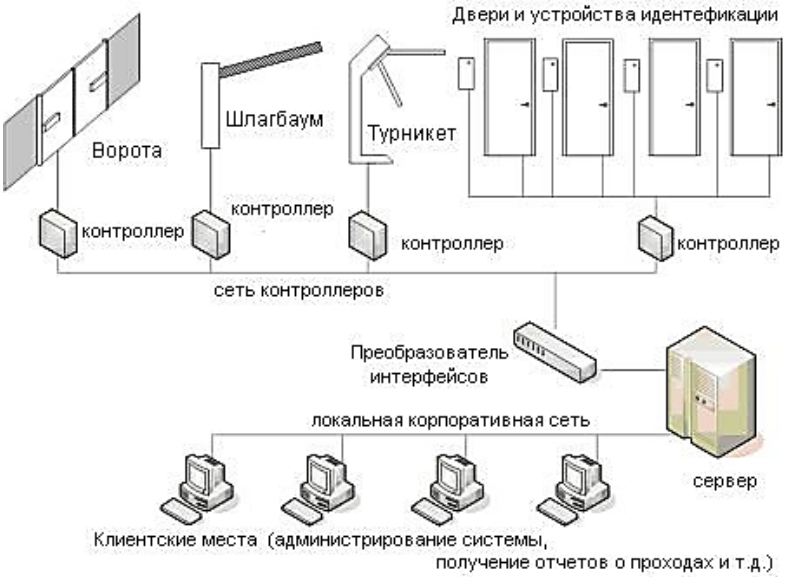


Рисунок 1 – Пример СКУД без видеонаблюдения

Параллельно с такой системой, как правило, функционирует система противопожарной автоматики, локальные и сетевая система охранной сигнализации и пр. Поэтому для сложных объектов целесообразно разрабатывать сетевые СКУД, устанавливать их в тех случаях, когда на предприятии предусмотрена установка комплексной системы безопасности, куда входит пожарная и охранная сигнализация, система дымоудаления, автоматическое пожаротушение, видеонаблюдение и т.п.

Сетевая установка системы контроля доступа позволяет наблюдать за всеми событиями, корректировать права доступа, заносить или удалять информацию в базу данных и др.

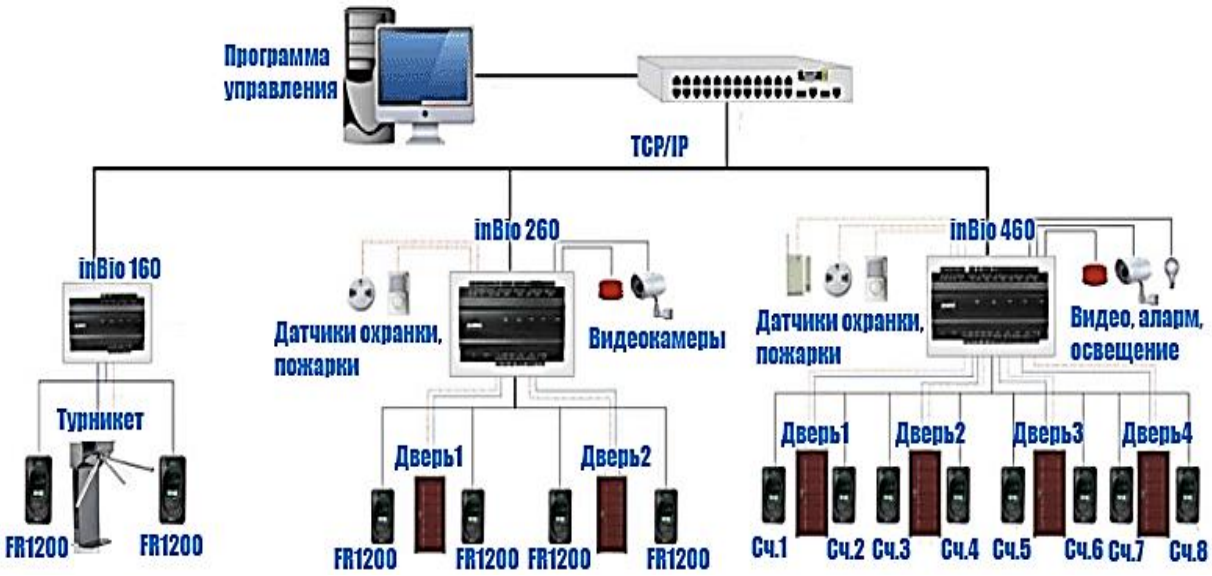


Рисунок 2 – Пример сетевой СКУД, совмещенной с видеонаблюдением

Однако совмещение сразу нескольких функций контроля и управления значительно увеличивает нагрузку на системы коммуникаций. Наиболее существенный вклад в трафик вносит видеонаблюдение. Поэтому в ряде систем видеокамеры включаются по приходу сигнала тревоги.

В то же время большое количество объектов исключает возможность экономии трафика за счет отключения видеонаблюдения. Торговые центры, учебные заведения и пр. должны вести видеозапись непрерывно. При необходимости обработки видеопотока с целью «поиска» нужного изображения в реальном масштабе времени сервер с такой структурой испытывает значительные перегрузки.

В докладе предлагается использовать распределенную структуру СКУД, которая помимо основного режима записи может переходить на режим «тревожного поиска нарушителя». Для этого на локальный вычислитель из центрального сервера передаются характеристические признаки нарушителя (нарушителей) в виде фото, фоторобота или видеоизображения, после чего все локальные вычислители переходят в режим обработки видеопотока, освобождая канал для видеопотока с высшим приоритетом. Развитие технических средств и алгоритмов обработки изображения позволяет считать такой путь развития СКУД наиболее перспективным.

Список литературы

1. Герман Кругль. Профессиональное видеонаблюдение. Практика и технологии аналогового и цифрового CCTV. — «Секьюрити Фокус», 2010. — 640 с. — ISBN 978-5-9901176-2-4.

РЕГУЛИРОВАНИЕ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ БАРАБАНА ВЕСОВ НЕПРАРЫВНОГО ВЗВЕШИВАНИЯ

Гапон А. И. [1)], Гунбин М. В. [1)] , Евсина Н. А. [1)], Рымарь С. И. [1)]
[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков,***
E-mail: gaponold54@gmail.com, ksser300@gmail.com

Непрерывное производство характеризуется, с одной стороны, высокой технологичностью и меньшей себестоимостью, с другой – специфическими требованиями к средствам автоматики и измерительным приборам. Одной из проблем непрерывного производства является непрерывное измерение массы (веса) компонентов и произведенной продукции. Такие проблемы присущи производству строительных материалов, сельскохозяйственной продукции, минеральных удобрений и пр.. Непрерывное взвешивание сыпучих материалов является важной компонентой систем управления технологическим процессом.

Известные решения [1] сводятся, например, к использованию измерительного бункера, который взвешивается после кратковременной остановки его заполнения, после чего бункер разгружается. Такой метод взвешивания вызывает необходимость периодической остановки транспортеров, размещение в технологической линии измерительного бункера, что практически невозможно сделать при модернизации ранее спроектированной технологической линии.

Другой метод позволяет определять массу сыпучего материала с помощью измерительного транспортера, лента которого движется с постоянной скоростью, а слой сыпучего материала формируется такой формы, площадь сечения которой постоянна и известна. Масса материала **M** определяется как

$$\mathbf{M = S*V*t*\rho,} \qquad (1)$$

где **S** – площадь сечения слоя, измеренная перпендикулярно транспортерной ленте, **V** – скорость движения ленты, **t** – время измерений, **ρ** – удельная плотность материала. Такой подход применим для случая, когда заполнение сечения **S** постоянно и приближается к единице. Кроме того, нормирующая рамка для формирования сечения **S** предусматривает установку буферного накопителя, что также, как и первом случае, может вызвать затруднения.

В данном докладе гладкую ленту, на которой насыпан материал слоем заданного сечения, предлагается заменить ячеистым барабаном, скорость вращения которого определяется как функция его веса.

Схема непрерывного взвешивания с помощью ячеистого барабана приведена на рисунке 1.

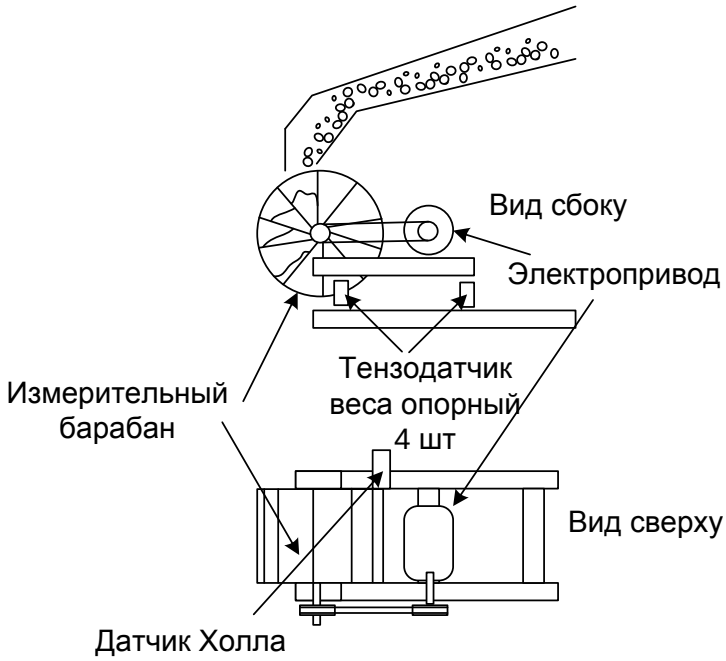


Рисунок 1 – Схема непрерывного взвешивания

Барабан вместе с несущей конструкцией и приводом опирается на 4 опорных тензодатчика веса. ПИД- регулятор вызывает вращение барабана со скоростью, которая является функцией веса всей платформы. При заполнении первой ячейки до заданного уровня (определяется весом заполненной ячейки), барабан, вращаясь, закрывает доступ к данной ячейке, что предотвращает неконтролируемое пересыпание материала через барабан. При этом под загрузку попадает следующая ячейка. Без учета начала взвешивания и его окончания, масса непрерывно движущегося материала определяется как вес материала в одной ячейке, умноженный на число ячеек, которое может быть определено, например, с помощью датчика Хола.

Определенную трудность вызывает неконтролируемая разгрузка ячейки, что может привести к колебаниям веса платформы. Амплитуду таких колебаний можно минимизировать выбором формы перегородки между ячейками барабана, добиваясь при этом достижения максимальной разницы между пустым и заполненным барабаном в режиме динамического равновесия.

Проблема регулирования скорости вращения барабана и учета массы материала в начальный период загрузки барабана и в период полной его разгрузки решается применением особого алгоритма «разгона» и «торможения».

Список литературы

1. Весовое дозирование зернистых материалов / С.В. Першина, А.В. Каталымов, В.Г. Однолько, В.Ф. Першин. – М.: Машиностроение, 2009. – 260 с.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ ЭНЕРГОУСТАНОВОК РАДИОПОЛИГОНА ИНСТИТУТА ИОНОСФЕРЫ НАН УКРАИНЫ

Гапон А. И. [1)], Козлов С. С. [1)] Светличная Е. Е. [1)]
[1)] *Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков,*
E-mail: gaponold54@gmail.com, ksser300@gmail.com

Проблема повышения энергоэффективности научно-исследовательского комплекса радиополигона института ионосферы НАН Украины привела к необходимости создания гибридной энергетической системы, обеспечивающей устойчивую работу научного оборудования для выполнения исследовательских программ НАН Украины. Предложенная в [1] структура предполагает дополнительно установку солнечных батарей, ветрогенераторов и аккумулятора. В данном докладе представлена оценка основных параметров энергогенерирующих установок с точки зрения экономической целесообразности.

Типичное распределение по месяцам солнечной энергии, падающей на единицу площади в зоне радиополигона представлено на рисунке 1-а. Для ветроустановок типичное распределение энергетического потенциала представлено на рисунке 1-б).

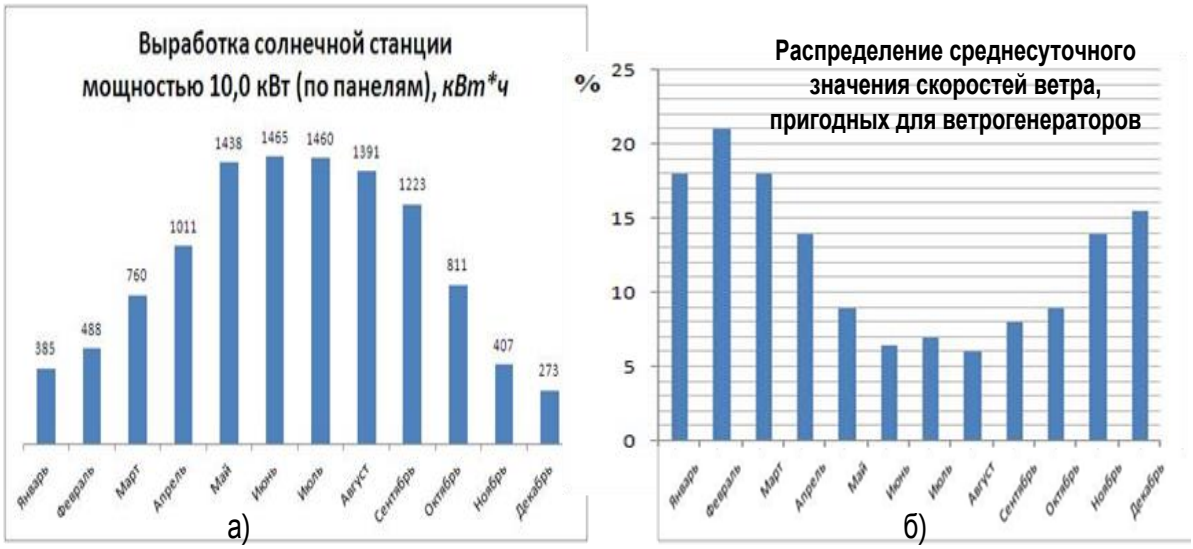
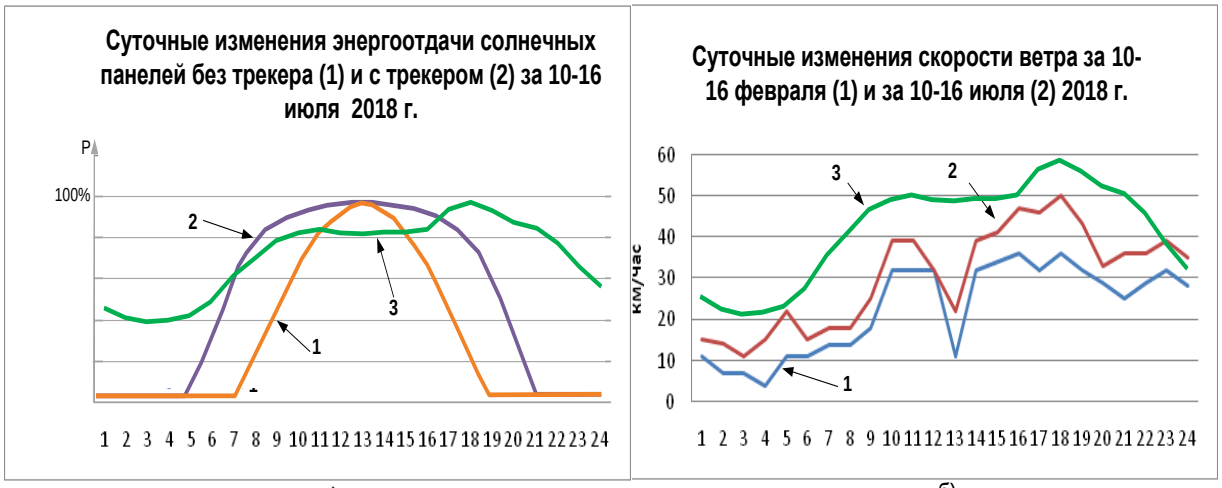


Рисунок 1 – Графики распределения потенциала энергоустановок а) – для солнечных батарей, б) – для ветрогенераторов).

Если рисунок 1-а) иллюстрирует увеличение энергоемкости солнечных батарей в летнее время, то рисунок 1-б) показывает снижение в это же период энергетического потенциала ветрогенераторов. Происходит частичная взаимная компенсация снижения энергоотдачи одной энергогенерирующей установки ростом энергоотдачи – другой.

Важно, также, учитывать распределение энергетического потенциала энергогенерирующих установок в течение суток. На рисунке 2-а) приведен суточный график скорости ветра за февраль и июль 2018 г., наложенный на суточный график (3) нагрузки энергосистемы Украины.



а) б)

Рисунок 2 – Графики суточного распределения потенциала энергоустановок
а) – для солнечных батарей, б) – для ветрогенераторов.

Анализ приведенных данных показывает, что интервал времени суток с максимальной нагрузкой энергосистемы характеризуется высоким энергетическим потенциалом солнечных и ветрогенерирующих установок, что позволяет, с некоторыми ограничениями отказаться от потребления электроэнергии из промсети в дневное время и, наоборот, обеспечить гарантированную нагрузку в ночное время, что выгодно как поставщику, так и потребителю электроэнергии. Кроме того такое сочетание годовых и суточных циклов распределения энергетического потенциала позволяет минимизировать емкость аккумуляторной установки, и прейти к обмену электроэнергией с единой энергосистемой на взаимовыгодных условиях.

Полученные данные были использованы при расчете установленных мощностей солнечных панелей, ветрогенераторов и аккумуляторной батареи, оценке затрат на установку и обслуживание указанного оборудования.

Список литературы

1. С.С. Козлов, Оптимізація енергопостачання науково-дослідного комплексу інституту іоносфери//Матеріали I Міжнародної науково-технічної конференції «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» 2017 – С. 226-227.

2. Твайделл Д. Возобновляемые источники энергии / Д. Твайделл. М.: Энергоатомиздат, 1990.

ОПТИМИЗАЦИЯ ПРОЦЕССОВ СУШКИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГНОЗИРУЮЩИХ МОДЕЛЕЙ

Денисенко Н. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут» м. Харків

Наиболее энергоёмким и длительным по времени технологическим процессом при изготовлении строительных деталей из капиллярно-пористых материалов является их сушка. Поскольку от качества сушки зависит и качество изготавливаемых деталей, то задача его повышения при минимизации расхода энергии и длительности процесса сушки является весьма актуальной.

Рассматриваются паро-воздушные сушильные камеры периодического действия. При сушке материалов в таких камерах можно выделить три основных этапа: 1) прогрев или пропарка материала; 2) этап постоянной скорости сушки; 3) этап с падающей скоростью сушки. Хотя первый этап является вспомогательным, но он может составлять несколько суток. В то же время именно на этом этапе имеется возможность осуществлять наиболее оптимальное с точки зрения энергозатрат и длительности процесса управление. В существующих работах в этой области рассматривалась, в основном, задача оптимального быстродействия без учёта затрат энергии на пропарку материалов [1].

Сушильные камеры периодического действия в общем случае можно характеризовать как нелинейные динамические системы с распределёнными параметрами и взаимосвязанными управляющими воздействиями. Такие системы в динамике описываются нелинейными дифференциальными уравнениями в частных производных, что затрудняет решение задач оптимизации переходных процессов и увеличивает сложность реализации оптимальных регуляторов. В то же время при интенсивной циркуляции агентов сушки неравномерность распределения температурного поля может быть значительно снижена, а вблизи рабочего режима статические характеристики сушильной камеры можно линеаризовать. Всё это позволяет с достаточной точностью описать динамику сушильной камеры линейным дифференциальным уравнением с постоянными коэффициентами.

На основании экспериментальных исследований переходных характеристик камеры отдельно для каналов регулирования по «сухому» и «мокрому» термометрам и физических зависимостей между отдельными величинами, характеризующими процессы в камере, в [2] была предложена структурная схема (рис. 1).

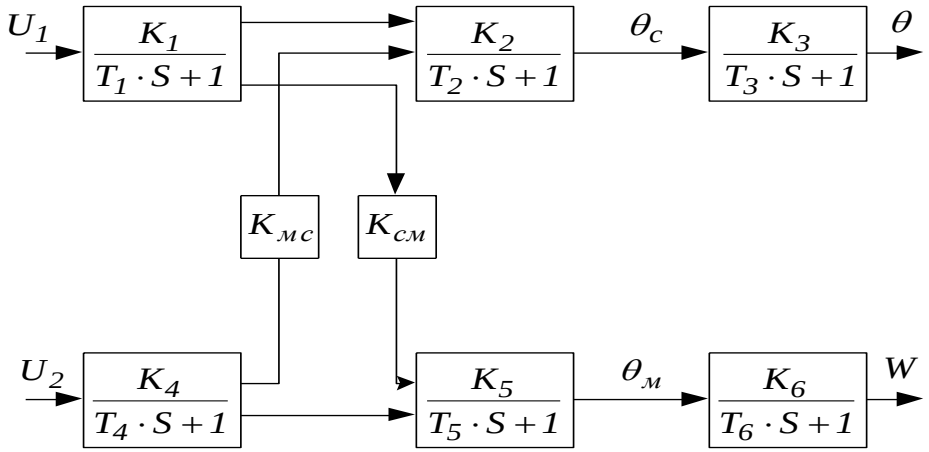


Рис.1 Структурная схема объекта управления

На этой схеме управляющее воздействие U_1 представляет собой количество пара, подаваемого в калориферы, расположенные в сушильной камере. Это воздействие предназначено для организации прогрева – изменения температуры воздуха в камере, т.е. «сухого» термометра θ_c. Управляющее воздействие U_2 представляет собой количество влажного пара, подаваемого непосредственно в камеру, и служит для регулирования температуры «мокрого» термометра $\theta_м$, т.е. влажности в камере. T_1 – постоянная времени калорифера; T_2 – постоянная времени теплообмена в камере; T_3 – инерционность прогрева материала; T_4 – инерционность подачи влажного пара; T_5 – инерционность влагообмена в камере; T_6 – инерционность увлажнения материала; $k_1 \div k_6$ – коэффициенты передачи соответствующих звеньев; $k_{см}$ и $k_{мс}$ – коэффициенты передачи безынерционных звеньев, учитывающие взаимовлияние каналов прогрева и увлажнения; θ – температура внутри материала; W – влажность внутри материала.

На основании указанной структурной схемы проведено моделирование с учётом изменения температуры с использованием системы MATLAB и прогнозирующих моделей.

Список литературы

1. Рогачёв А.И., Денисенко Н.А. Моделирование процессов сушки капиллярно-пористых материалов в пакете MATLAB/Simulink //Вісник НТУ «ХПІ», збірник наукових праць. Тематич. випуск Автоматика та приладобудування. – Харків: НТУ «ХПІ». 2010. – №23. – С. 85-91.

2. А.И. Рогачёв. Минимизация расхода теплоносителя в объекте с вырожденной передаточной функцией //Інтегровані технології та енергозбереження. – Харків: НТУ «ХПІ», 2003. – №1. – С. 11-14.

АЛГОРИТМ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО ОТБОРА ПОХОЖИХ ДОКУМЕНТОВ С УЧЁТОМ ДУБЛИКАТОВ И НЕЕСТЕСТВЕННЫХ ТЕКСТОВ

Дудник А. В. [1)], **Безрук В. И.** [1)], **Бульдяк Я. А.** [1)], **Белоткач А. А.** [1)]
[1)] ***Национальный технический университет «ХПИ», г. Харьков.***

Нынешняя эпоха заслуженно названа информационной: современного человека буквально захлёстывают информационные потоки самого различного качества и тематики, нередко несущие противоречивые и даже взаимоисключающие сведения. Сказанное в полной мере относится и к сугубо научным источникам, а недавний скандал [1] в очередной раз показал, что даже высокостатусные научные издания не гарантируют публикацию проверенных материалов. Таким образом, поиск адекватных опубликованных материалов становится сложной задачей, при решении которой приходится опираться на технические интеллектуальные средства. В [2] было рассмотрено одно из таких средств, приведена его структура и алгоритм работы. В данном докладе рассматриваются методы предварительного отбора текстов.

Предположим, что для подтверждения или опровержения некоторой гипотезы следует опереться на опубликованные материалы. После того, как запрос на поиск текстов определённого содержания сформирован, начинает выполняться соответствующий поисковый алгоритм. В данной работе за основу выбран алгоритм латентно-семантического анализа (LSA). Алгоритмы этого типа находят сходство или различия между текстами, основываясь на том, какие слова и в каком количестве входят в каждый из них.

Предварительно тексты преобразовывают по правилу «мешка слов»: слова берутся в исходной морфологической форме, каждому слову указан вес в форме tf-idf сообразно числу вхождений в текст. Получаем векторную модель текста. Далее алгоритм работает не с исходным документом, а с таблицей, столбцы которой привязаны к анализируемым текстам, а строки — к словам. Очевидно, что с этого момента смысловое содержание текста игнорируется.

Следует отметить, что если один векторизированный текст относительно невелик, то таблица, соответствующая некоторой группе документов обладает большой размерностью, что существенно замедляет работу алгоритма. Также таблица будет разреженной, поскольку многие ячейки будут нулевыми.

С другой стороны, поскольку в данном случае важным является тематическое соответствие документа запросу, следует вести анализ не в плоскости документ-слово, а в плоскости документ-тема. С этой целью из векторизированных документов формируется матрица, которая

подвергается сингулярному разложению методом SVD. Разложение выполняется по формуле:

$$A = U \times S \times W^T,$$

где A – исходная матрица слово-документ, U – матрица слово-тема, S – сингулярная матрица тема-тема, W^T – транспонированная матрица тема-документ.

Матрица S позволяет оценить темы, затронутые в исходном наборе документов, их количество и мощность. В данном случае очевидно ограничение: один документ – одна тема. Однако если предварительно отобраны документы одного направления и их количество более 5, то данное ограничение преодолевается.

Темы с малыми сингулярными числами игнорируются, что снижает количество анализируемых исходных данных и повышает скорость работы алгоритма.

Однако рассмотренный алгоритм абсолютно не затрагивает смысл текстов, и если они дублируются или должным образом синтезированы (т.н. неестественные тексты), то гарантированно будут отобраны. Чтобы не допустить этого, вносится ряд дополнений в исходный алгоритм.

Так, для выбраковывания неестественных текстов следует учесть, что для естественных текстов характерна глобальная тематическая связность. Как правило, они содержат одну основную тему и несколько второстепенных. Синтезированные тексты характеризуются отсутствием единой тематики. Поэтому, после того, как тематическая мощность будет выявлена для всей группы текстов, следует её уточнить для каждого текста. В этом случае было решено дополнить алгоритм скрытым распределением Дирихле (LDA), как предложено в [3].

Предварительно осуществляется распознавания дубликатов. Для этого пары векторизованных текстов соотносятся с центроидами кластеров «дубликаты» и «не дубликаты», настроенных при обучении алгоритма.

Список литературы

1. Научный скандал года: ученые писали фейк-исследования, чтобы разоблачить лженауку [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.bbc.com/russian/features-45751968

2. Дудник А.В. Система анализа сегмента информационного пространства / А.В. Дудник, Н.О. Артюхов, В.С. Багнюк, Д.А. Микитюк, Т.А. Обухова // Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали І Міжнародної науково-технічної конференції, 2017. С. 21–22.

3. Павлов А.С. Методы обнаружения массово порождаемых неестественных текстов на основе анализа разнообразия тематической структуры текстов / А.С. Павлов // Труды 13й Всероссийской научной конференции «Электронные библиотеки: перспективные методы и технологии, электронные коллекции» – RCDL, 2011. С. 195–200.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ОДНОМАССОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ДВИГАТЕЛЕМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОГО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Дяков В. А.[1] ,Обруч И. В.[2]
[1] Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков.
E-mail: vlad98422vd@gmail.com, obruch@kpi.Kharkov.ua

Принципиальная схема включения двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением, учитывающая возможное введение в его цепь якоря добавочного резистора $R_{доб}$ представлена на рис.1.

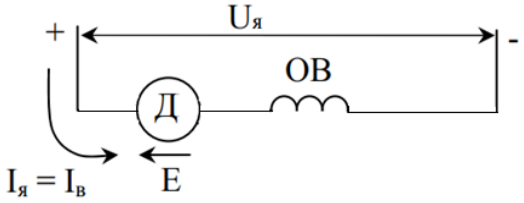


Рисунок 1 – Схема двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением

Включение обмотки возбуждения в силовую цепь, мощность которой на два порядка выше, чем мощность возбуждения, создает условия для форсированного изменения потока двигателя, это приводит в большинстве случаев к значительным ошибкам. С учетом этой фиктивной обмотки математическое описание динамического процесса преобразования энергии в двигателе с последовательным возбуждением имеет следующий вид:

$$\begin{cases} 0 = i_{в.т} R_{в.т} + W_{в.т} \dfrac{d\Phi}{dt}; \\ u_{я} = k\Phi\omega_1 + i_{я} R_{я\Sigma} \dfrac{di_{я}}{dt} + W_{в} \dfrac{d\Phi}{dt}; \\ M = k\Phi i_{я}; \\ E_{д} = k\Phi\omega_{н}; \\ M_1 - M_{с1} = J_1 \dfrac{d\omega_1}{dt}; \end{cases}$$

где $R_{я\Sigma} = R_{я} + R_{д.п} + R_{в}$ – суммарное сопротивление цепи якоря двигателя, k – конструктивный коэффициент, J_1 – момент инерции электромеханической системы, Ф – магнитный поток, ω_1 – скорость электродвигателя, M_1 – момент электродвигателя, $\omega_н$ – номинальная скорость электродвигателя.

Рассмотрим структурную одномассовую электромеханическую систему с ДПТ ПВ которая представлена на рис. 2, и переходные процессы.

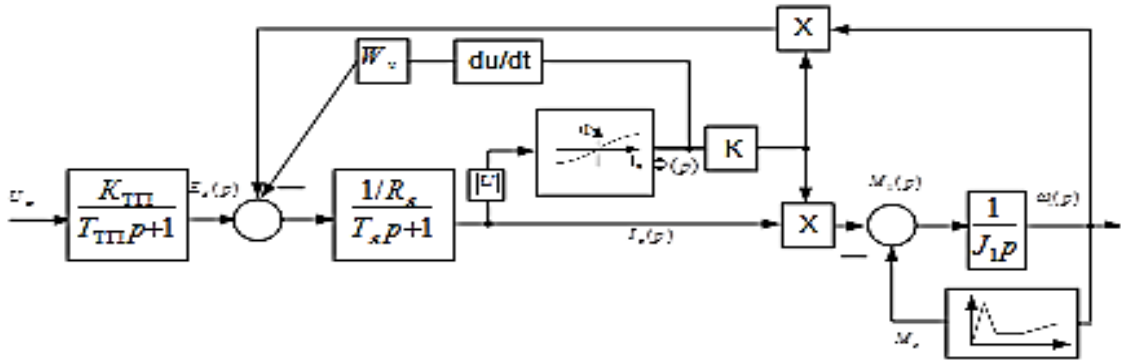


Рисунок 2 – Структурная одномассовая электромеханическая система с ДПТ ПВ

Электродвигатель типа ЭТ-23,5 имеет следующие паспортные данные:

$P_н$ = 23,5 кВт
$U_н$ = 185 В
$n_н$ = 900 об/мин
$I_н$ = 150 А

Моделирование переходных процессов двигателя

Используя параметры двигателя, строим графики переходных процессов. Результат приведен на рисунке 3.

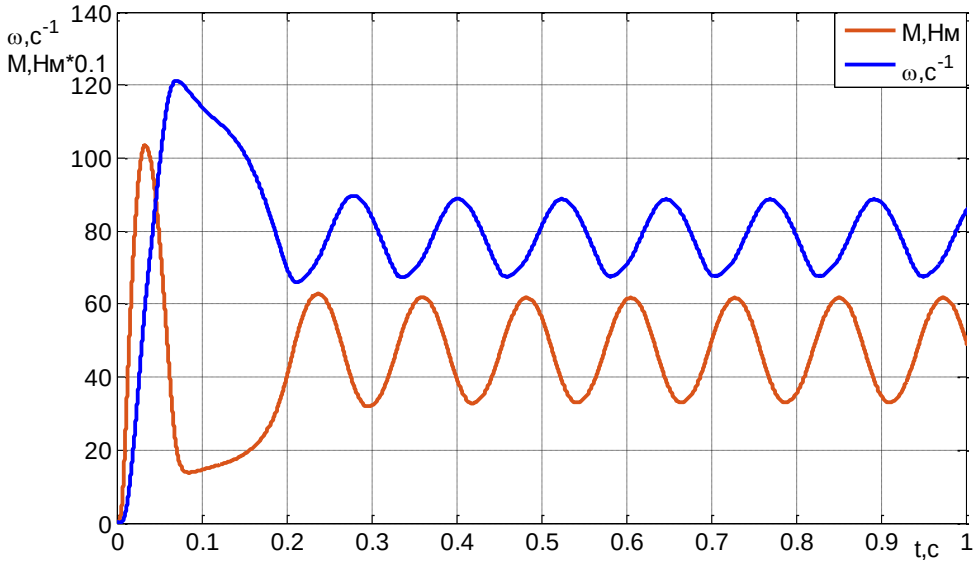


Рисунок 3 – Переходные процессы ω и *M* в разомкнутой одномассовой электромеханической системе.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ДИСПЕТЧЕРСЬКОГО КЕРУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИМ ПРОЦЕСОМ МОДУЛЬНОЇ КОТЕЛЬНІ

Євсеєнко О. М. [1)], Шарапова Т. О. [1)]

[1)]***Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002, olegyevseienko@gmail.com***

Протягом останніх років в енергетичному секторі збільшився попит на якість, ефективність та необхідність упровадження автоматизованих машин керування технологічними процесами. Електростанції, котельні та інші об'єкти вимагають постійного моніторингу через можливі помилки з боку робітників і відсутність деяких функцій у мікроконтролерах, які використовуються.

Необхідно відзначити, що зношеність газового обладнання, засобів автоматизації і газовикористовуючих установок у багатьох областях України досягає 40–60%, а ступінь зносу тепломереж – 70%. Також потрібно говорити і про моральне старіння котелень, які не відповідають сучасним нормам і стандартам, зокрема НПАОП 0.00-1.76-15 «Правила безпеки систем газопостачання».

Котельні є об'єктами підвищеної небезпеки. Вихід з ладу котельні в опалювальний період може призвести до замерзання труб і залишення населення без тепла – це може відбуватися як через спрацювання устаткування, так і людський фактор.

Котельні з'явилися в середині 70-х років в СРСР. З того часу розроблена значна кількість засобів автоматизації, які дозволяють скоротити витрати на енергоресурси і кількість сервісного персоналу котельні. В умовах постійного зростання цін на енергоносії економія на використанні енергоресурсів забезпечує досить швидку окупність нових засобів автоматики.

Застосування сучасних засобів автоматизації дозволить зекономити кошти за рахунок зниження аварійності роботи обладнання, підвищення надійності шляхом запобігання аварійних ситуацій, які призводять до прискореного зносу обладнання. Значні кошти економляться на штрафах, ремонті устаткування і будівель, що постраждали від аварій, а також компенсацій персоналу.

Наступним кроком в організації безпечної роботи котельних приміщень є створення центрального диспетчерського пункту. Система диспетчеризації дозволяє організувати збір даних з котелень в єдину мережу. Дана структура дозволяє контролювати робочі параметри котелень, реалізувати онлайн-моніторинг та SMS-сервіс для оповіщення обслуговуючого персоналу про аварійні ситуації. Подібна організація

роботи дозволяє скоротити штат аварійних диспетчерів, досягти високої оперативності усунення неполадок і аварій.

У зв'язку зі збільшенням кількості будинків зростає і навантаження на вже існуючі котельні, що призводить до зносу котельного обладнання і до ризику виникнення аварійних ситуацій. Тому набули поширення так звані блочно-модульні котельні. Блочно-модульний принцип дозволяє створювати котельні в широкому діапазоні потужностей. Оскільки блочно-модульні котельні є типовими за своїм складом і структурою, за допомогою них можна реалізовувати інтелектуальні алгоритми керування опаленням адміністративних, житлових і офісних будівель.

На підставі технічного завдання, аналізу існуючих систем управління та нормативних документів у середовищі SimpleScada розроблено проект диспетчерського керування технологічними процесами котельні. Як OPC сервер використовується Lectus modbus opc/dde сервер. На рис. 1 представлена мнемосхема технологічного процесу роботи модульної котельні.

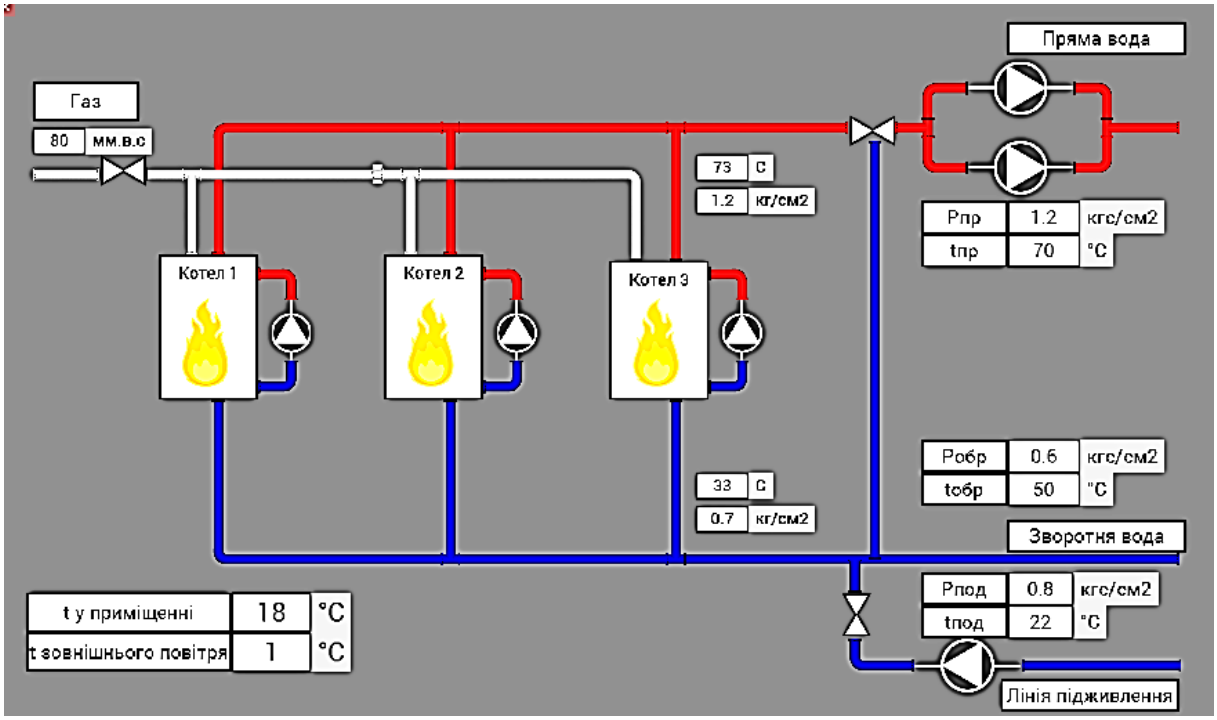


Рисунок 1 — Мнемосхема модульної котельні

Для організації роботи однієї котельні необхідно не менше 60 параметрів керування. У проекті закладено алгоритм погодозалежного керування; оператор котельні має можливість задавати координати точок зовнішнього повітря та прямої мережевої води. Також реалізовані функції авторизації користувача, побудови графіків температур і тиску прямої та зворотної води, формування добових звітів контрольованих параметрів, оповіщення користувача про поточних аварії у котельні.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ СИСТЕМЫ К ВХОДНЫМ ФАКТОРАМ В РЕЗУЛЬТАТЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕТИ БАЙЕСА

Евсина Н. А. [1)], Либерг И. Г. [1)], Гапон А. И. [1)]
[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, E-mail: newquasar838@gmail.com, i_liberg@ukr.net, gaponold54@gmail.com***

Для корректировки области определения функций принадлежности нечетких множеств с целью получения требуемой чувствительности системы к входным факторам предложено использовать сеть Байеса. Этот выбор определяется неоднозначностью данных, поступающих на вход системы, вследствие чего рассчитывается вероятность гипотезы в условиях, когда на основе наблюдений известна лишь некоторая частичная информация о событиях.

Пусть W – выборочное пространство случайных событий, а E и H – две переменные, которые каким- либо образом взаимосвязаны между собой. Если переменная H принимает конкретное значение, то условная вероятность события E, т.е. вероятность с которой переменная Е примет конкретное значение, определяется из выражения:

$$p(E|H_k) = \frac{p(E \cap H_k)}{p(H_k)}) \, . \quad (1)$$

Две переменные не пересекаются, если они не имеют одинаковых значений. Теория построения сетей Байеса основывается на предположении, что события являются исчерпывающими и не пересекаются. В этом случае вероятность события E можно вычислить при помощи условных вероятностей:

$$p(E) = \sum_{i=1}^{n} p(E \cap H_i) = \sum_{i=1}^{n} p(E|H_i)\, p(H_i). \quad (2)$$

Используя формулу (1), вероятность пересечения событий E и H можно выразить следующим образом:

$$p(E \cap H_k) = p(E|H_k)p(H_k) = p(H_k|E)p(E) \, , \quad (3)$$

откуда получаем:

$$p(H_k|E) = \frac{p(E|H_k)p(H_k)}{p(E)} \, . \quad (4)$$

С учетом (2) формулу (4) можно представить следующим образом:

$$p(H_k|E) = \frac{p(E|H_k)p(H_k)}{\sum_{i=1}^{n} p(E|H_i)p(H_i)}. \quad (5)$$

Последняя формула представляет собой формулу Байеса.

Для нахождения коэффициентов, определяющих область определения функций принадлежности нечетких множеств, используется следующий подход.

1. Рассчитываются вероятности входных факторов при априори заданной вероятности выходной переменной, при этом вероятности значений выходной переменной изменяются в максимально возможном диапазоне.

2. Определяется коэффициент максимального изменения вероятностей i-го параметра:

$$k_i = \frac{P_{max} - P_{min}}{\sum P}, \quad (6)$$

где $\sum P$ – сумма значений вероятностей значений i-го фактора при различных априори заданных значениях выходной переменной.

3. Рассчитываются параметры, характеризующие область определения функций принадлежности нечетких множеств.

При этом следует учитывать, что большему значению k_i соответствует меньшая область определения функции принадлежности. Это делает систему более чувствительной к данному фактору [1]. Если σ – параметр, определяющий предварительную область определения функции принадлежности, то с учетом степени влияния данного фактора этот коэффициент принимает значение $\frac{1}{k_i}\sigma_i$.

Решение задачи производилось с использованием программной среды Matlab. Для настройки сети были определены значения входных факторов, соответствующих 100 значениям выходной переменной. Дискредитация переменных была произведена путем их разбиения на 3 приблизительно равных диапазона для входных параметров и 5 – для выходной переменной.

Для выходных параметров использовались треугольные функции принадлежности нечетких множеств [2]:

$$trimf(\mathrm{x}, \mathrm{a}, \mathrm{b}, \mathrm{c}) = max\left(min\left(\frac{\mathrm{x}-\mathrm{a}}{\mathrm{b}-\mathrm{a}}, \frac{\mathrm{c}-\mathrm{x}}{\mathrm{c}-\mathrm{b}}\right), 0\right), \quad (7)$$

где параметры a и c определяют координаты основания треугольника, а параметр b определяет координату его вершины. При своей простоте эти функции позволяют получить требуемую точность дефаззификации за счет фиксированной области их определения.

Исследования показали, что комплексное использование системы нечеткого логического вывода и сети Байеса в системах автоматического управления способствует повышению скорости и точности принятия решения за счет автоматизации процесса обработки поступающей информации.

Список литературы

1. Заде Л.А. Понятие лингвистической переменной и ее применение к принятию приближенных решений. – М.: Мир, 1968. – 167 с.

2. Мелихов А.Н., Бернштейн Л.С., Коровин С.Я. Ситуационные советующие системы с нечеткой логикой. – М.: Наука, 1990. – 272 с.

ОБ ОДНОМ КЛАССЕ ТЕОРЕТИКО-ЧИСЛОВЫХ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ

Ивашко А. В. [1)], **Лунин Д. А.** [1)]
[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, E-mail: ivashkoauts@ gmail.com, lunindenis77@gmail.com***

При решении задач радиолокации, связи, технической и медицинской диагностики и многих других широко применяется дискретный спектральный и корреляционный анализ [1].

Так, широкое распространение получили алгоритмы спектрального оценивания, основанные на представлении сигнала как результата прохождения белого шума через цифровой фильтр. При вычислении оценок параметров модели используется система уравнений Юла-Уолкера, коэффициентами которой являются отсчеты автокорреляционной функции (АКФ) анализируемого сигнала:

$$\begin{bmatrix} r_{xx}[0] & r_{xx}[-1] & \cdots & r_{xx}[-p] \\ r_{xx}[1] & r_{xx}[0] & \cdots & r_{xx}[-p+1] \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ r_{xx}[p] & r_{xx}[p-1] & \cdots & r_{xx}[0] \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 \\ a[1] \\ \vdots \\ a[p] \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \rho_\omega \\ 0 \\ \vdots \\ 0 \end{bmatrix}, \quad (1)$$

где

$$r_{xx}[m] = \frac{1}{N-m} \sum_{i=0}^{N-m-1} x_i \cdot x_{i+m}\,, \quad (2)$$

Оценивание АКФ согласно формуле (2) требует значительного объема вычислений, пропорционального квадрату числа отсчетов сигнала N.

В [2] был предложен метод вычисление АКФ на основе быстрого преобразования Фурье, что позволяет значительно уменьшить объем вычислений при больших N. Однако, это приводит к определенным вычислительным неудобствам, так как при расчете ДПФ необходимо проведение операций с комплексными иррациональными числами. Кроме того, в ходе вычислений неизбежно накапливается ошибка при округлении и переполнении разрядной сетки.

Поэтому в [2] были разработаны теоретико-числовые преобразования (ТЧП), в которых вычисления производятся над конечным полем $GF(p)$, то есть по модулю простого числа p.

ТЧП последовательности x_i, $i = 0 \ldots N-1$ определяется как

$$X_k = \sum_{i=0}^{N-1} x_i \cdot g^{ik} \pmod p\,, \quad (3)$$

где g – первообразный корень, который выбирается так, чтобы

выполнялось условие:

$$g^N = 1 (\mathrm{mod}\ p), \qquad (4)$$

Были проведены поиски модулей p, удобных с точки зрения реализации ТЧП. Наиболее подходящими оказались преобразования по модулям чисел Ферма $2^{2^m}+1$ и Мерсенна $2^q - 1$ (q – простое) [2]. Однако, известно небольшое количество простых чисел Ферма и Мерсенна, поэтому был проведен поиск простых модулей $p = 3 \cdot 2^n + 1$, известных как числа Голомба [3].

С вычислительной точки зрения, наиболее подходящими являются следующая последовательность модулей:

$M_1 = 3 \cdot 2^1 + 1 = 6 + 1 = 7$ $\qquad$ $M_{12} = 3 \cdot 2^{12} + 1 = 12288 + 1 = 12289$

$M_2 = 3 \cdot 2^2 + 1 = 12 + 1 = 13$ $\qquad$ $M_{18} = 3 \cdot 2^{18} + 1 = 786432 + 1 = 786433$

$M_5 = 3 \cdot 2^5 + 1 = 96 + 1 = 97$ $\qquad$ $M_{30} = 3 \cdot 2^{30} + 1 = 3221225472 + 1 = 3221225473$

$M_6 = 3 \cdot 2^6 + 1 = 192 + 1 = 193$ $\qquad$ $M_{36} = 3 \cdot 2^{36} + 1 = 68719476736 + 1 = 68719476737$

$M_8 = 3 \cdot 2^8 + 1 = 768 + 1 = 769$ $\qquad$ $M_{41} = 3 \cdot 2^{41} + 1 = 2199023255552 + 1 = 2199023255553$

Такие модули, с одной стороны, позволяют применять эффективные алгоритмы быстрых преобразований, с другой – упрощают вычисление арифметических операций.

Также был проведен поиск минимального значения g для заданных модуля p и длины последовательности N. В табл.1 приведены несколько простых модулей вида $p = 3 \cdot 2^n + 1$, меньшие $3 \cdot 2^{20}$ и соответствующие им $256 \le N \le 262144$ и g.

Таблица 1 – Простые модули для размерностей ТЧП с быстрыми алгоритмами

N	p	g	N	p	g
256	769	7	2048	786433	19
256	12289	9	4096	12289	41
512	12289	3	4096	786433	14
512	786433	724	16384	786433	43
1024	12289	49	65536	786433	3
1024	786433	361	131072	786433	8
2048	12289	7	262144	786433	5

Список литературы

1. Марпл.-мл. С.Л. Цифровой спектральный анализ и его приложения. – М.: Мир, 1990. – 584 с.

2. Рабинер Л., Гоулд Б. Теория и применение цифровой обработки сигналов. – М.: Мир, 1990. – 850 с.

3. Чернов В.М. Арифметические методы синтеза быстрых алгоритмов дискретных ортогональных преобразований. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2007. – 264 с.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ГРАФИЧЕСКОГО СОПРОЦЕССОРА ДЛЯ ЗАШИФРОВАНИЯ ДАННЫХ НА БОРТОВОМ КОМПЬЮТЕРЕ БПЛА

Караман Д. Г., Зуев А. А.

Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», ул. Кирпичева 2, Харьков 61002, Украина

БПЛА используются для решения задач в различных областях человеческой деятельности. Однако, за последнее десятилетие произошло множество инцидентов, связанных с безопасностью как гражданских, так и военных БПЛА [1, 2].

Среди множества целей злоумышленников можно выделить две основные: захват контроля над управлением БПЛА и перехват прикладных данных, которые собирает БПЛА. Вмешательство в систему контроля управлением БПЛА требует от злоумышленника значительных материальных и организационных ресурсов, тогда как перехват прикладных данных может оказаться значительно проще и выгоднее. Кроме того, в последнем случае требуется привлечение минимального числа векторов атак.

В качестве прикладной вычислительной системы на борту БПЛА используют одноплатные микрокомпьютеры (микро-ПК), построенные по схеме SoC (System-on-Chip), которые имеют малое энергопотребление и небольшую массу. Особенностью таких микро-ПК, является наличие встроенного графического ускорителя (GPU), который может быть использован для проведения расчетов общего назначения, так как является, по сути, организованным массивом параллельных вычислителей. GPU функционирует независимо от центрального микропроцессора (CPU), таким образом, расчеты на нем могут выполняться одновременно с основным процессом СПО бортового компьютера БПЛА. Ресурсы GPU могут использоваться как для первичной обработки данных, поступающих с сенсоров, так и ряда специализированных задач, например, процедур шифрования. Предпочтение в использовании GPU обосновывается еще и тем, что процесс шифрования требует существенных вычислительных ресурсов, а вычислительная нагрузка на GPU, обычно незначительна, тогда как CPU практически полностью загружен задачами обработки и сохранения поступающей с сенсоров информации.

Для реализации прикладных алгоритмов и программ на GPU требуется их анализ и адаптация, чтобы учесть вышеперечисленные особенности и обеспечить их эффективную работу на GPU.

В докладе предложено практическое решение для обеспечения оперативного зашифрования прикладных данных, получаемых БПЛА, для которого используются возможности графического ускорителя бортового

компьютера. Предложенное решение помимо надежной защиты получаемых прикладных данных с помощью современного криптоустойчивого алгоритма шифрования «Калина» [5] позволяет снизить нагрузку на центральный процессор бортового компьютера и наиболее эффективно использовать возможности аппаратной платформы БПЛА.

Предложенная реализация процедуры зашифрования на GPU может быть использована не зависимо от применяемого графического API под любой ОС, для GPU любого производителя.

В процессе практической реализации механизма криптографической защиты прикладных данных БПЛА был проведен анализ алгоритмических структур и математического аппарата алгоритма шифрования «Калина», среди них были выделены наиболее ресурсозатратные части. По некоторым криптографическим преобразованиям предложен ряд оптимизаций для реализации алгоритма «Калина» на GPU. Выполнена практическая реализация метода на GPU бортового микро-ПК и показана возможность его эффективного применения на устройствах с высокими требованиями к производительности и строгим ограничениям по доступным ресурсам.

Список литературы

1. Kim A. Cyber attack vulnerabilities analysis for unmanned aerial vehicles / A. Kim, B. Wampler, J. Goppert, I. Hwang, H. Aldridge. // Infotech@Aerospace, – 2012.

2. Javaid A. Y. Cyber security threat analysis and modeling of an unmanned aerial vehicle system/ A. Y. Javaid, W. Sun, V. K. Devabhaktuni, M. Alam. // 2012 IEEE Conference on Technologies for Homeland Security (HST). – 2012. – pp. 585–590.

3. N.Nishikawa, K Iwai, and T.Kurokawa, «High-Performance Sysmmetric Block Ciphers on CUDA,» // Proc. of 2011 Second International Conference on Networking and Computing(ICNC). – 2011. – pp. 221-227.

4. Qinjian Li, Chengwen Zhong, Kaiyong Zhao, Xinxin Mei, Xiaowen Chu. (2012) Implementation and Analisys of AES Encryption on GPU. // IEEE 14th International Conference on High Performance Computing and Communication & 2012 IEEE 9th International Conference on Embedded Software and Systems. DOI: 10.1109/HPCC.2012.119.

5. Горбенко И. Д. и др. Симметричный блочный шифр «Калина» – новый национальный стандарт шифрования Украины. – Радиотехника. – 2015. – Вып. 181 – с. 5-22.

6. Совин Я. Р., Отенко В. І., Штефанюк Є. Ф. Ефективна реалізація алгоритму блокового симетричного шифрування ДСТУ 7624:2014 («Калина») для 8/16/32-бітових вбудованих систем. – Сучасний захист інформації. – №2(30), – 2017. – с. 6-16.

ТЕХНОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ОПТИМАЛЬНОГО УПРАВЛІННЯ ПРОЦЕСОМ ДРЕНУВАННЯ ФЛЕГМИ У ВИПАРНИКАХ БЛОКУ ВТОРИННОЇ КОНДЕНСАЦІЇ У ВИРОБНИЦТВІ АМІАКУ

Кравченко Я. О.[1)], Бабіченко А. К.[1)], Подустов М. О.[1)]
[1)]НТУ «ХПІ», Україна, м.Харків, вул.Кирпичова, 2

Блок вторинної конденсації, і зокрема абсорбційно-холодильні установки (АХУ), що входять до його складу характеризуються широким застосуванням апаратів з повітряним і водяним охолодженням. Враховуючи великотоннажність виробництва аміаку та існуюче апаратурно-технологічне оформлення робота блоку вторинної конденсації знаходиться під постійним впливом зовнішніх збурень, що призводить до зміни параметричних умов експлуатації, а отже і до суттєвих змін температури охолодження циркуляційного газу (ЦГ) у випарниках АХУ у межах $-8\,^{\circ}C \div 4\,^{\circ}C$. Проте підвищення цієї температури навіть на $1\,^{\circ}C$ зумовлює зниження енергоефективності агрегату синтезу загалом за рахунок збільшення річних витрат природного газу у додатковий паровий котел на 307,3 тис.$нм^3$ [1]. Тому мінімізація температурного режиму охолодження ЦГ у випарниках АХУ є актуальною задачею у загальному процесі підвищення економічної ефективності агрегатів синтезу аміаку.

Особливість експлуатації випарника пов’язана з надходженням холодоагенту (аміаку) з домішками води, що обумовлює необхідність відводу (дренування) залишку води у вигляді флегми. Однак в сучасній літературі [2] практично відсутня інформація щодо визначення необхідної інтенсивності дренування флегми у залежності від постійно діючих зовнішніх збурень. При цьому недостатнє, як і надмірне, дренування у підсумку знижує холодопродуктивність агрегату. З метою встановлення кількісної оцінки оптимального значення витрати флегми з випарника, за значного впливу зовнішніх збурень, яке забезпечить найефективніші значення температури охолодження циркуляційного газу та холодопродуктивності і були проведені дослідження з використанням методу математичного моделювання.

За результатами досліджень визначена залежність показників ефективності процесів теплообміну випарника, таких як теплові потоки, холодопродуктивність, температура охолодження ЦГ, температурний напір та коефіцієнти теплопередачі від зміни керуючої дії витрати флегми та зовнішніх збурень. Встановлений екстремальний характер залежності холодопродуктивності та температури охолодження ЦГ від керуючої дії витрати флегми. Визначені показники енергоефективності виробництва аміаку, а саме витрати природного газу в умовах зміни керуючої дії витрати флегми та зовнішніх збурень. При цьому в результаті застосування керуючої дії по витраті флегми в діапазоні, наприклад, від 0,1 т/год до

0,35 т/год забезпечується зниження річної витрати природного газу майже на 990 тис.нм^3 (рис.1).

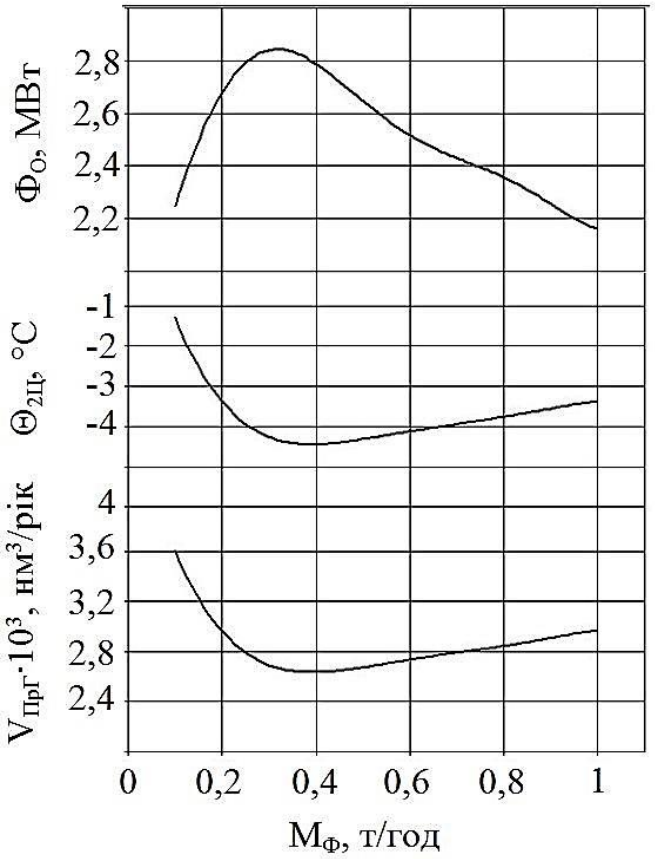


Рисунок 1 – Залежність холодопродуктивності Φ_O, температури охолодження ЦГ $\Theta_{2Ц}$ випарника та витрати природного газу $V_{ПрГ}$ від керуючої дії витрати флегми

Проведеними дослідженнями доведено, що незважаючи на незначну, на перший погляд, зміну температури вторинної конденсації від керуючої дії витрати флегми з випарника для таких великотоннажних виробництв як агрегати синтезу аміаку, вона суттєво впливає на енергофективність. При цьому за рахунок оптимізації температурного режиму охолодження випарника енергоефективність може бути значно підвищена в наслідок зниження витрати природного газу.

Список літератури

1. Бабиченко А.К. Повышение энергоэффективности блока вторичной конденсации агрегатов синтеза аммиака в условиях колебаний температуры атмосферного воздуха [Текст] / А.К. Бабиченко // Экология и промышленность. – 2012. – №1. – С.89-92.

2. C.O.P Derivation and thermodynamic calculation of ammonia-water vapor absorption refrigeration system / Shukla A., Mishra A., Shukla D., Chauhan K. // International journal of mechanical engineering and technology. 2015. Vol. 6, Issue 5. P. 72–81.

К ВОПРОСУ РАЗРАБОТКИ УСТРОЙСТВА ЗАЩИТЫ ОТ БУКСОВАНИЯ РЕЛЬСОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ

Кутовой Ю. Н., Кириленко Я. А., Бондаренко В. А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков

Буксование рельсовых транспортных средств (РТС) возникает при пуске из-за того, что сила тяги больше силы сцепления. В некоторых случаях, когда привод постоянного тока с двигателями последовательного возбуждения, буксование может иметь разносный характер [1].

Буксование и юз снижают производительные и экономические показатели. Поэтому разработка устройств защиты от буксования является актуальной задачей.

Авторами известно более 150 патентов и авторских свидетельств устройств защиты, которые используются в рельсовом транспорте[2].

Устройства защиты, представляющее собой простые технические решения, не всегда позволяют выявить буксование на начальной стадии, а особенно одновременное буксование колес и не всегда формируют сигнал пропорциональный скорости избыточного скольжения колес:

$$u = V_K - V_{ЭЛ}$$

где V_K – линейная скорость на ободе колеса

$V_{ЭЛ}$ - линейная скорость электровоза.

Скорость избыточного скольжения используется как сигнал отрицательной обратной связи в автоматической системе реализации максимальной силы тяги по условиям сцепления.

Существующие вычислительные устройства в большинстве случаев экономически не оправданы, да и рассчитаны на работу в совсем другом диапазоне скоростей.

Предлагаемое устройство устранения буксования для РТС имеет только датчик угловой скорости, позволяет обнаружить буксование и формирует сигнал скорости пропорциональный скорости избыточного скольжения[3].

Функциональна схема устройства для двухосного РТС и временная диаграмма, поясняющая его работу приведена на рис. 1.Функциональная схема устройства состоит из следующих блоков:

– датчики скорости первой и второй колесной пары ДС1, ДС2;
– устройство выделения разности скоростей УРС;
– дифференцирующее устройство ДИФ;
– пороговый элемент первый и второй П1, П2;
– логический элемент ИЛИ;
– аналоговый ключ АК;
– запоминающее устройство ЗУ;

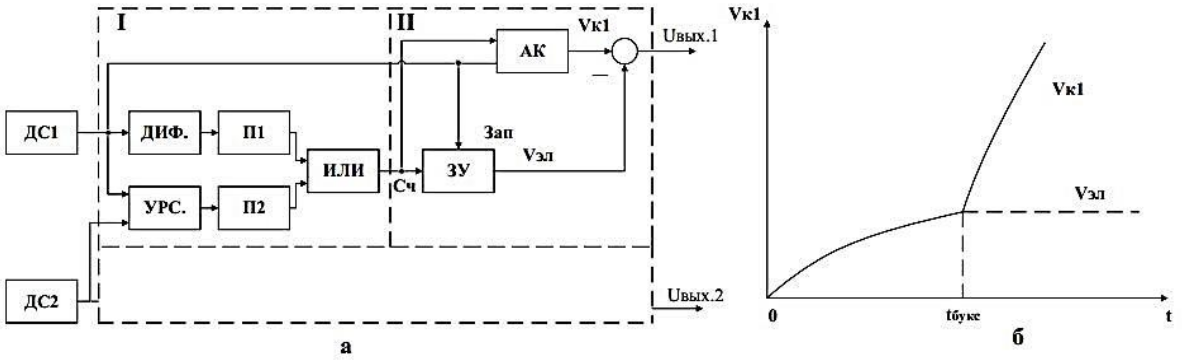


Рисунок 1 – устройство устранения буксования для РТС:
а – функциональная схема устройства; б – временная диаграмма

Блок устройств I предназначен для определения буксования и включения блока II. Блок II формирует сигнал пропорциональный скорости избыточного скольжения.

В момент срыва сцепления колеса с рельсом $t_{букс}$ на выходе схемы «ИЛИ» появляется напряжение логической I. Напряжение логической I прекращает запись сигнала с датчика скорости. Начинается считывание и одновременно с этим по входу 2 отпирается аналоговый ключ. АК пропускает напряжение ДС. На выходе противобуксовочного устройства формируется напряжение, пропорциональное разности скоростей текущей и постоянной, записанной в ЗУ в момент времени $t_{букс}$. Если считать, что за время буксования колесной пары скорость электровоза не меняются, то выходной сигнал защиты от буксования пропорционален избыточному скольжению колесной пары. Отключение ПБУ происходит в начале замедления колесной пары. Сигнал ускорения формирует устройство ДИФ.

Приведенная функциональная схема реализуется на современной базе пассивных элементов и в качестве вычислительных средств микроконтроллеров архитектуры ARM Cortex-3M фирмы ST

Список литературы

1. Минов Д.К. Повышение тяговых свойств электровозов и тепловозов с электрической передачей. – М.:Транспорт ,1976. – 386 с.

2. Защита электроподвижного состава от буксования / П.И. Гордиенко, А.Е. Ковалева, П.К. Штепенко и др. – М.: Информэлектро, 1971. – 41 с.

3. Повышение тяговых свойств рудничных акомуляторных электровозов средствами элктропривода / Кутовий Ю.Н – Изв.Вузов. Горный журнал, №2, 1989.

О ПРИМЕНЕНИИ АВТОМАТНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА НЕИСПРАВНОСТЕЙ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ

Либерг И. Г. [1)] , Евсина Н. А. [1)]

[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков, E-mail: i_liberg@ukr.net, newquasar838@gmail.com***

В настоящее время наблюдается повышенный интерес к вопросам диагностирования оперативной памяти (ОЗУ). Этот интерес связан с тем, что ОЗУ является доминирующим компонентом как в составе современных компьютерных систем – внешняя оперативная память -, так и в составе встроенных систем System on Chip (SoC) – встроенная оперативная память. По некоторым оценкам [1], встроенная память занимает более 90 % площади кристалла SoC .

Для анализа неисправностей ОЗУ общепринятым инструментом является множество моделей Ван дер Гура [2].

На основании этих моделей было разработано большое количество тестов линейной длины с последовательным перебором адресов или, так называемых, маршевых тестов, которые имеют оригинальные имена, например « March-C», « March-S» и т.д.

Однако , несколько ранее, Хэйесом была предложена модель памяти на макро уровне описания [3]. Согласно этой модели ОЗУ с одноразрядной организацией представляется в виде конечного автомата Мили M_N, содержащего N элементов памяти, которое обозначается как C=$\{C_0 , C_1 , \dots , C_n , \dots , C_{N-1}\}$,где индекс ячейки указывает ее адрес .

По отношению к каждой ячейки памяти C_n определены три типа входных операций: запись «0»-$\overline{W}\, n$; запись «1»- W_n ; считывание – R_n .

Работа автомата M_N описывается системой уравнений, которые связывают последующее состояние автомата и его выход с текущим состоянием и входом. Поскольку (3N+1) возможных значений входных операций не могут проводиться одновременно и взаимно исключают друг друга, то уравнение состояний, описывающее функцию переходов автомата в виде

$$y = \delta(y, \beta) ,$$

можно представить системой из (3N+1) уравнений в виде

$$W_n\left(y_0^j, \dots , y_n^j, \dots , y_{N-1}^j\right) = \left(y_0^j, \dots , 1, \dots , y_{N-1}^j\right) , \quad (1)$$

$$\overline{W}\, n\left(y_0^j, \dots , y_n^j, \dots , y_{N-1}^j\right) = \left(y_0^j, \dots , 0, \dots , y_{N-1}^j\right) , \quad (2)$$

$$R_n\left(y_0^j, \dots , y_n^j, \dots , y_{N-1}^j\right) = \left(y_0^j, \dots , y_n^j, \dots , y_{N-1}^j\right) , \quad (3)$$

$$\beta_n\left(y_0^j, \dots , y_n^j, \dots , y_{N-1}^j\right) = \left(y_0^j, \dots , y_n^j, \dots , y_{N-1}^j\right) , \quad (4)$$

n=0, 1, … , N-1 ;j= 0, 1, … , 2^N-1 .

Значение функции выходов z=$\lambda(y,\beta)$ определяется следующим образом

$$z(y_j, \widetilde{Wn}) = x\ , \tag{5}$$

$$z(y_j, R_n) = y_n^j\ , \tag{6}$$

$$z(y_j, \beta) = x, \tag{7}$$

$$n= 0, 1, \dots , N-1\ ;\quad j=0, 1, \dots , 2^N-1\ ;$$

где $\widetilde{Wn}$- операция записи («0»или «1») в ячейку C_n,

R_n – операция считывания («0»или «1») из ячейки C_n.

В проведенных исследованиях мы попытались наложить множество моделей Ван дер Гура на автоматную модель Хейеса при условии, что только один вид неисправности может иметь место при проведении эксперимента. Оказалось, что любая одиночная неисправность соответствующая модели Ван дер Гура приводит к искажению функций переходов и выходов исправного автомата при проведении операций записи и считывания в каждую из N ячеек памяти. Аналитически эта модель представляется в виде отображения

$$y_j \xrightarrow[z\ ,z^f]{\beta} y_i\ , y_f \qquad , \tag{8}$$

Выражение (8) описывает влияние неисправности, под действием которой автомат перешел из состояния y_j в состояние y_f вместо состояния y_i при подаче входного символа β, порождая при этом выход z^f вместо z. Это соответствует исчезновению дуги в автоматном графе, ведущей из состояния y_j в y_i , и появлению новой дуги из y_j в состояние y_f .

Таким образом , появляется возможность формализованного синтеза новых, более эффективных тестовых последовательностей, на основе анализа неисправностей ОЗУ с применением автоматной модели памяти.

Список литературы

1. Ioannis Voyiatzis, Antonis Paschalis. A Concurrent Built-In Self-Test Architecture Based on a Self-Testing RAM // IEEE TRANS ON RELIABILITY, VOL. 54, NO. 1, MARCH 2005.
2. A.J. van de Goor, «Testing Semicon doctor Memories, Theory and Practice», Com Tex Publishing,. Gouda, The Netherlands, 1998.
3. Hayes S. P. Detection of pattern-sensitive fault in random-access memories / S. P. Hayes // IEEE Trans. Comp., 1975. – № 2. – P. 150– 157.

МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ З ВИКОНАВЧИМИ АСИНХРОННИМИ ДВИГУНАМИ

Лишук В. В., Селепина Й. Р., Заблоцький В. Ю.
Луцький національний технічний університет,
кафедра електроніки та телекомунікацій, et@lntu.edu.ua

Електромеханічні системи займають важливу нішу у технічному поступі України. Розроблення математичних моделей таких систем неможливе без створення математичних моделей їхніх окремих елементів [1]. Одним із найпоширеніших пристроїв таких систем є виконавчі асинхронні двигуни. Якщо виконавчий двигун працює в системі, де задіяна група n паралельно ввімкнених двигунів, що живляться від спільного трансформатора, то напруга живлення u_k, k-го з них, належить до невідомих і підлягає обчисленню.

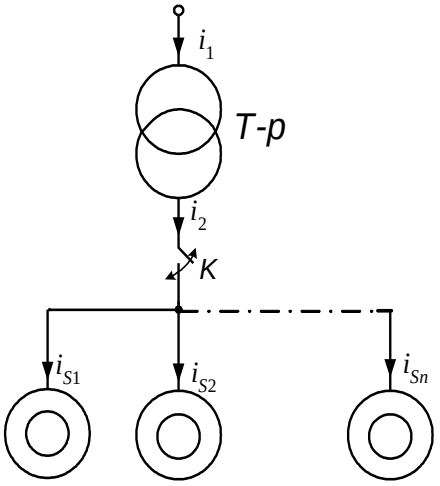


Рисунок 1 – Структурна схема системи.

Запишемо за I та II законами Кірхгофа рівняння такої системи

$$i_2+\sum_{k=1}^{n} i_{Sk}=0,\ u_{Sk}=u_2,\ k=1,2,...,n, \quad (1)$$

де u_2, i_2 – напруга і струм вторинної обмотки живлячого трансформатора; u_k, i_{sk} – напруга і струм обмотки фази k-го двигуна.

Рівняння вторинної обмотки трансформатора запишемо у вигляді [1]

$$\frac{di_2}{dt}=S_2u_2+T_2u_1+E_2, \quad (2)$$

де

$$S_2=\alpha_2(1-\alpha_2A_2);\quad T_2=-\alpha_1\alpha_2A_{12};\quad E_2=-S_2r_2i_2+T_2r_1i_1, \quad (3)$$

причому

$$A_{12}=w_1w_2/\rho;\quad A_2=w_2^2/\rho;\quad \rho=\rho''(\Phi)+\alpha_1w_1^2+\alpha_2w_2^2. \quad (4)$$

Тут u_1 – первинна напруга, $\rho''(\Phi)$ – диференціальний магнітний опір магнітопроводу, Φ – основний магнітний потік, α_1, α_2 – обернені індуктивності розсіяння, r_1, r_2 – опори обмоток, w_1, w_2 – кількості витків обмоток трансформатора.

Диференціюючи за часом (1), отримуємо

$$\frac{di_2}{dt}+\sum_{k=1}^{n}\frac{di_{Sk}}{dt}=0. \quad (5)$$

Рівняння рівноваги напруг обмоток запишемо у вигляді

$$\frac{d\Psi_j}{dt}=u_j-i_jr_j. \qquad j=2,S. \quad (6)$$

Струм вторинної обмотки трансформатора та обмоток статорів двигунів знаходимо за виразами [1]. Індекси 2 та *S* у (6) вказують на причетність до вторинної обмотки трансформатора та статора.

$$i_2 = \alpha_2(\Psi_2 - w_2\Phi). \tag{7}$$

$$i_S = \alpha_S(\Psi_S - w_S\Phi_s). \tag{8}$$

Похідну струму обмотки виконавчого двигуна отримуємо диференціюванням за часом (8), врахувавши, що потоки Φ_s знаходимо за значеннями радіального компонента вектора магнітної індукції на поверхні ротора.

Згідно [1] отримаємо

$$\frac{di_S}{dt} = \alpha_S\left(u_S - r_S i_S - w_S c\int_0^{\pi}\frac{\partial B_r(R,\varphi)}{\partial t}\cos\varphi d\varphi\right), \tag{9}$$

де $c = \dfrac{4lR}{\pi\rho}$, *l, R* – довжина і радіус ротора, φ – просторова координата.

Із другого рівняння Максвела [1], отримуємо

$$\frac{\partial B_r}{\partial t} = -\frac{\partial E}{\partial\varphi}, \tag{10}$$

де $E = -\partial A/\partial t$ – вектор напруженості електричного поля.

Підставляючи (10) у (9), згідно з (2), отримуємо

$$\frac{di_S}{dt} = S_S u_2 + E_S. \tag{11}$$

$$E_S = \alpha_S\left(\frac{cw_S}{R}\int_0^{\pi}\frac{\partial E}{\partial\varphi}\cos\varphi d\varphi - r_S i_S\right). \tag{12}$$

Коефіцієнти (12) не залежать від конструкції виконавчого двигуна. Це може бути двигун як з феромагнітним, так і з немагнітним ротором.

Підставляючи (2), (11) у (5), знаходимо

$$S_2u_2 + T_2u_1 + E_2 + \sum_{k=1}^{n}\left(S_{Sk}u_2 + E_{Sk}\right) = 0. \tag{13}$$

Звідси отримуємо шуканий вираз для напруги живлення двигунів

$$u_2 = -\frac{T_2u_1 + E_2 + \sum_{k=1}^{n}E_{Sk}}{S_2 + \sum_{k=1}^{n}S_{Sk}}. \tag{14}$$

Отже, застосувавши теорії математичного моделювання та електромагнітного поля за допомогою чисельних методів можна розраховувати різноманітні електромеханічні перехідні процеси в таких системах.

Список літератури

1. Чабан В. Й. Математичне моделювання електромеханічних процесів / В. Й. Чабан. – Львів : В-во ДУ „Львівська політехніка», 1997. – 342 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ДАТЧИКІВ ДЛЯ МЕХАТРОННИХ СИСТЕМ НА ПЛАТІ QNET MECHKIT КОМПАНІЇ NATIONAL INSTRUMENTS

Лобода К. Ю.[1)], Асмолова Л. В. [1)]
[1)]НТУ «ХПІ», м. Харків, 61002, вул. Кирпичова, 2
katyaloboda17@gmail.com, asmolova_larisa@ukr.net

За останні роки в техніці вимірювання і регулювання параметрів різних процесів в самостійну галузь виділилося виготовлення і застосування датчиків. Ця галузь, постійно розвиваючись, служить основою створення різноманітних варіантів систем автоматичного регулювання. Однією з актуальних задач на сьогоднішній день не тільки в системах автоматичного регулювання мехатронних систем, але і в робототехніці, медтехніці, машинобудуванні, і багатьох інших областях науки і техніки є точне визначення кутового положення вала.

Прилад, за допомогою якого перетворюється кут повороту обертового об'єкта (вала) в електричні сигнали, що дозволяє визначити швидкість і кут його повороту є датчик кута повороту або енкодер. Він являє собою пристрій, вал якого з'єднується з валом, що обертається досліджуваного об'єкта, і забезпечує електронний контроль кута повороту останнього. Найбільш поширеним є поворотний накопичуючий або інкрементальний оптичний енкодер, що визначає кут повороту вала за кількістю імпульсів.

Дослідження роботи інкрементального енкодера розглядається в рамках проведення лабораторних робіт в програмі курсу «Основи мехатроніки» з використанням сучасного вимірювального обладнання компанії National Instruments на платі мехатронних датчиків – Quanser QNET Mechatronics Sensors Board [1]. В роботі виконано спостереження сигналів, згенерованих енкодером, приведено опис віртуального приладу QNET MECHKIT Encoder, його компонентів та принцип їх взаємодії.

Енкодер має диск з вікнами переривання по периметру, навпроти яких розміщені світлодіод і фототранзистор (рис. 1), що забезпечують формування вихідного сигналу у вигляді послідовності прямокутних імпульсів, за кількістю яких можна зрозуміти, на який кут повернувся вал. Визначення напрямку обертання кута повороту вала забезпечується двома каналами А і В, зміщеними відносно один одного по фазі на 90^0. Це дозволяє визначити, який канал випереджає інший і, отже, встановити напрямок обертання валу.

Індекс імпульсів (вікно переривання для прив'язки системи відліку до початку відліку) фіксується один раз за кожен оберт диска і використовується для калібрування і установки в початковий стан системи.

Сигнали A і B, які генеруються в міру обертання валу, використовуються в алгоритмі декодування для генерації відліку. Дозвіл енкодера залежить від кодування диска і декодера. Так енкодер з 1024 лініями на диску генерує 1 024 імпульсів на один оборот (рис. 2).



Рисунок 1 – Рукоятка енкодера і світлодіоди на QNET-стенді

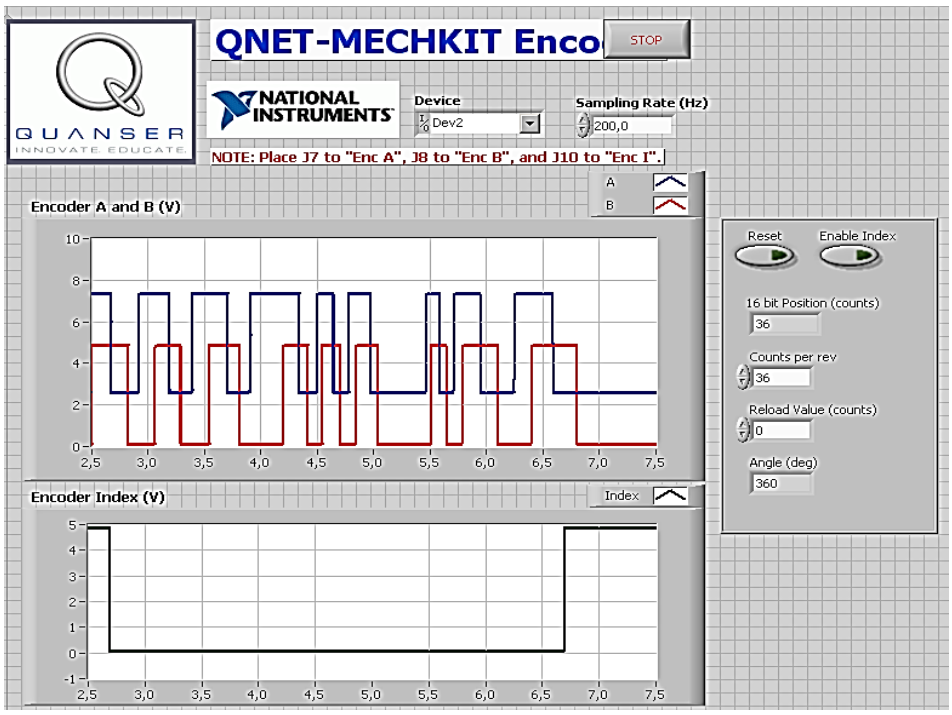


Рисунок 2 – QNET MECHKIT Encoder

З рисунку 2 видно, що індекс каналу A випереджає індекс каналу B, що відповідає напрямку обертання валу за годинниковою стрілкою і за один оборот на індикаторі Angle (deg) точно відображається кут повороту 360^0.

Список літератури

1. Тренажер QNET Мехатронные датчики. Лабораторный практикум QNET-MECHKIT – руководство для преподавателя.

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДВУХМАССОВОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ДВИГАТЕЛЕМ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ВОЗБУЖДЕНИЯ

Малюк С. В.[1)], Обруч И. В. [1)]

[1)]Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», г. Харьков,

E-mail: sergejmaluk96@gmail.com, obruch@kpi.kharkov.ua

Динамические свойства электромеханической системы (ЭМС) зависят от ее физических параметров. Математическую модель двухмасового электропривода будет рассмотрена на базе двигателя постоянного тока последовательного возбуждения (ДПТ ПВ) [1].

Принципиальная схема включения двигателя постоянного тока с последовательным возбуждением, учитывающая возможное введение в его цепь якоря добавочного резистора *Rдоб* представлена на рис. 1. [2]

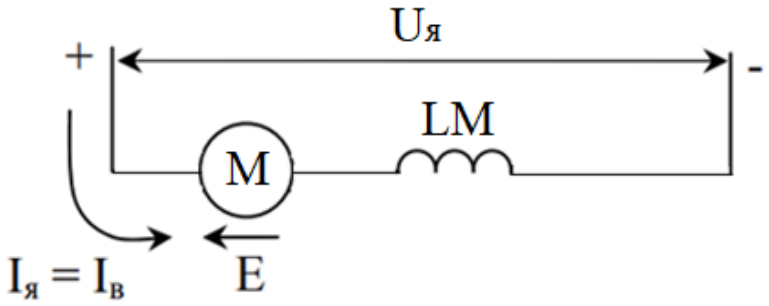


Рисунок 1 – Схема включения ДПТ ПВ в сеть постоянного тока.

Рассмотрим структурную двухмассовую электромеханическую систему с ДПТ ПВ которая представлена на рис. 2. Следует заметить, что данная структурная схема может быть применена для анализа процесса возбуждения фрикционных автоколебаний в электроприводах постоянного и переменного тока.

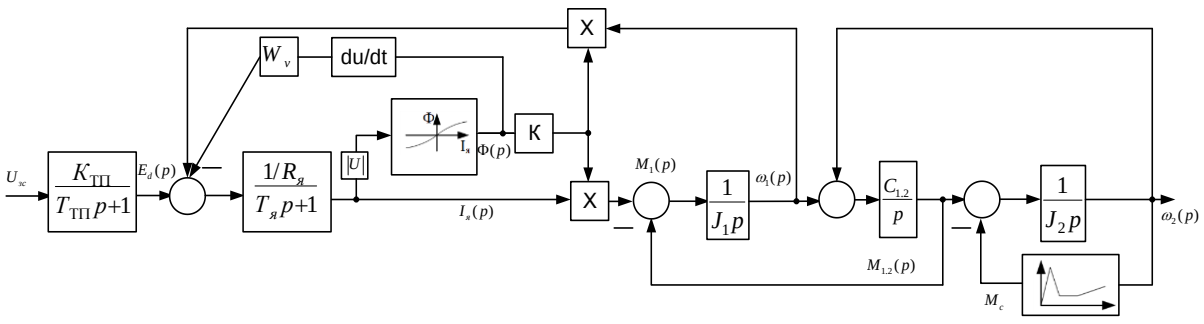


Рисунок 2 – Структурная схема двухмассовой ЭМС с ДПТ ПВ

Моделирование работы двигателя производим на баз структурной схемы, представленной выше.

Электродвигатель типа ЭТ-23,5 который применяется на рудничном электровозе АРП – 14 [3], имеет следующие паспортные данные:

$P_н$ = 23,5 кВт, $U_н$ = 185 В, $n_н$ = 900 об/мин, $I_н$ = 150 А.

Используя параметры двигателя, получаем необходимые переходные процессы. Результаты приведены на рисунках 3:

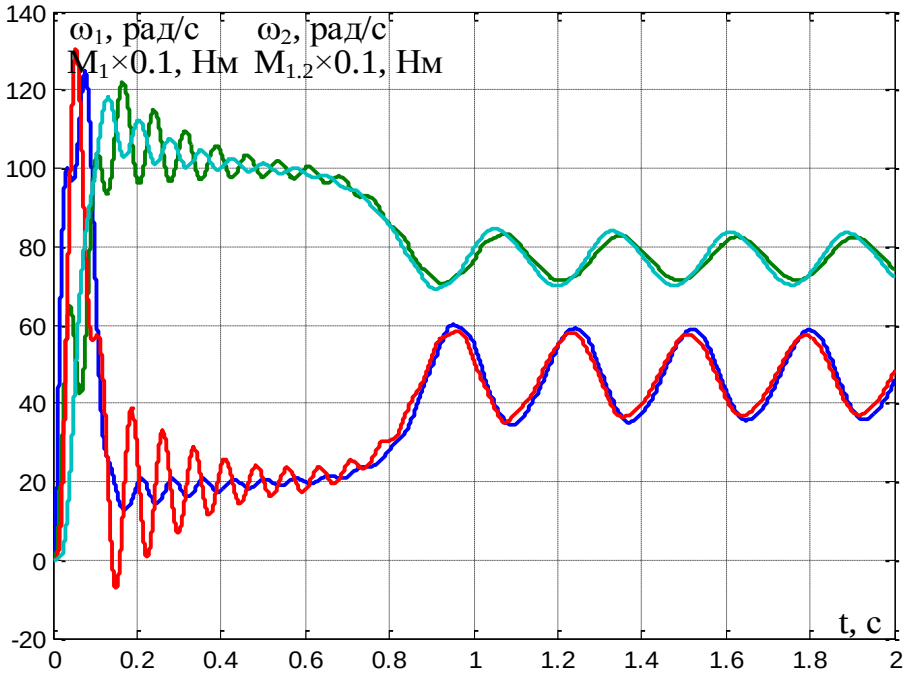


Рисунок 3 – Переходные процессы ω и *M* в разомкнутой двухмассовой электромеханической системе

Список литературы

1. Вестник Харьковского политехнического университета, VII Университетская научно-практическая студенческая конференция магистров, 2014, с. 150-15.

2 Ключев В.И. Теория электропривода. – М.: «Энергоатомиздат», 1985, 560 с.

3. Обруч И. В., Кутовой Ю. Н. Нейросетевая система управления электропривода электровоза АРП14 // Электротехнические и компьютерные системы № 15 (91). Изд. «Техника», Киев, 2014. – С. 132 – 135.

ИСПЫТАНИЯ РЕЛЕЙНЫХ ЗАЩИТ С ПОМОЩЬЮ АППАРАТНО-ПРОГРАММНЫХ ИСПЫТАТЕЛЬНЫХ КОМПЛЕКСОВ

Новаш И. В. [1)], **Романюк Ф. А.** [1)], **Румянцев В. Ю.** [1)]
[1)] ***Белорусский национальный технический университет,***
Республика Беларусь, 220013, г. Минск, пр-т Независимости, 65,
novash@bntu.by

На кафедре «Электрические станции» БНТУ проводятся испытания цифровых устройств релейной защиты (ЦУРЗ) с помощью аппаратно-программного испытательного комплекса (АПИК) на базе проверочной установки (ПУ) CMC 356 компании OMICRON [1].

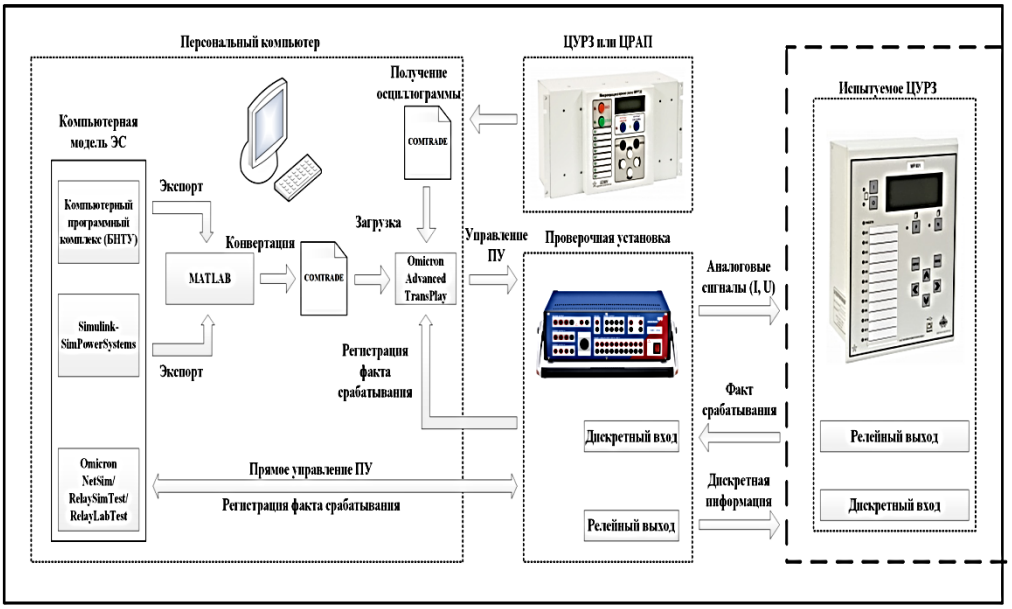


Рисунок 1 – Аппаратно-программный испытательный комплекс

Структурная схема АПИК представлена на рис. 1. В состав программного обеспечения ПУ входят специализированные программы, обеспечивающие выбор, воспроизведение и просмотр заранее подготовленных осциллограмм аварийных процессов в формате COMTRADE. Также имеются специализированные программы моделирования режимов защищаемого объекта. Основными недостатками этих программ является ограниченный и мало документированный набор математических моделей силового оборудования, что не позволяет в полной мере моделировать сложные режимы и схемы. Также не предусмотрена возможность создания пользовательских моделей силового оборудования.

Для проведения испытаний ЦУРЗ с помощью ПУ CMC 356 используются разработанные на кафедре «Электрические станции»

компьютерные программные комплексы (КПК), позволяющие получать методом вычислительного эксперимента входные информационные сигналы релейных защит линий электропередачи и силовых трансформаторов.

Основным достоинством таких КПК является то, что они позволяют выполнять расчеты входных сигналов защиты – вторичных токов трансформаторов тока − с учетом их несинусоидальных форм, обусловленных наличием в энергосистеме нелинейных элементов, и насыщения магнитопроводов силового и измерительных трансформаторов, что в большей степени соответствует реальным условиям аварийных режимов. Результаты расчетов КПК сохраняются в формате COMTRADE (рис. 2), и могут быть использованы в качестве исходных данных для ПУ.

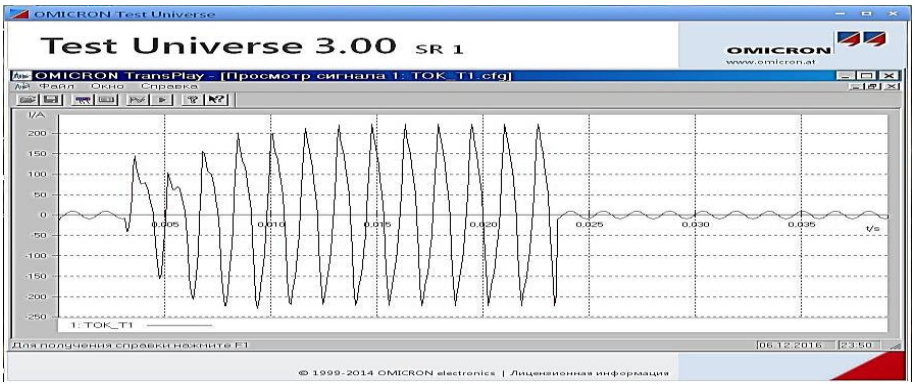


Рисунок 2 – График тока из COMTRADE-файла

Испытания проводились с помощью установки CMC 386 OMICRON для микропроцессорных защит линий и силовых трансформаторов, имеющихся в лабораториях кафедры «Электрические станции» (рис. 3).



Рисунок 3 – Стенд для испытания микропроцессорных защит

Список литературы

1. Новаш, И. В. Моделирование энергосистем и испытание устройств релейной защиты в режиме реального и модельного времени / И. В Новаш. // Энергетика. Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ. – 2017. – № 3. – С. 198–210.

РАЗРАБОТКА РОБАСТНОГО АЛГОРИТМА ГАРАНТИРОВАННОГО ЭЛЛИПСОИДАЛЬНОГО ОЦЕНИВАНИЯ И ЕГО ПРИМЕНЕНИЕ ДЛЯ ОРИЕНТАЦИИ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЗЕМЛИ

Шолохов А. В., Панкратова Н. Д.
Институт прикладного системного анализа
Национальный технический университет Украины «Киевский политехнический институт имени Игоря Сикорского»
Украина, 03056, г. Киев, проспект Победы, 37
natalidmp@gmail.com, gyroalex@ukr.net

Ориентация большинства космических аппаратов, в том числе искусственных спутников Земли (ИСЗ), является необходимым режимом в процессе их целевого функционирования на орбите [1]. При этом оценивание углового положения и угловой скорости спутника осуществляется по сигналам позиционных датчиков и гироскопических датчиков угловой скорости (ДУС), соответственно. Важным режимом является угловая стабилизация в орбитальной системе координат. Актуальной задачей является определение минимального состава бортовых датчиков (без учета резервирования) и требования к классу их точности, для достижения и сохранения требуемой точности ориентации в орбитальной системе координат. Линеаризованная модель углового движения описывается уравнением

$$x_{j+1} = A_j x_j + w_j, j \in T_0. \quad (1)$$

Здесь: $j \in T_0 = [0,1,...,k]$ – дискретное время $(k < \infty)$, $x_j \in R^n$ – вектор фазового состояния в j-момент времени, $w_j \in R^n$ – вектор помехи, $A_j \in R^{n \times n}$. Пара (A_j, f) – управляема. В уравнении (1) переменные и параметры приняты [2]: $x_j^{\mathrm{T}} = [\varphi_j, \psi_j]$, где φ_j – крен, ψ_j – курс; матрица $A = e^{\Omega \Delta t}$, где $\Omega = \begin{bmatrix} 0 & -\omega_{\mathrm{ors}} \\ \omega_{\mathrm{ors}} & 0 \end{bmatrix}$, где ω_{ors} – угловая скорость вращения орбитальной системы координат относительно инерциальной системы координат вокруг оси, перпендикулярной плоскости орбиты; Δt – временной интервал, на котором момент, управляющий движением спутника вокруг его центра масс, остаётся постоянным. Модель помехи $f^{\mathrm{T}} = [0,1](2)$, что означает действие возмущения только на неизмеряемую переменную, поскольку величина возмущения по переменной φ_j всегда ограничена погрешностью измерителя этого угла; $\rho = d = \omega_{\mathrm{drift}} \Delta t = \mathrm{const}$, где ω_{drift} – «сдвиг нуля»

датчика угловой скорости (ДУС) по каналу курса.

Полагая, что на борту имеется один построитель местной вертикали (ПМВ) [3, 4], и датчики угловой скорости (ДУС) [5], измеряющие абсолютную угловую скорость вращения ИСЗ, «воспроизводим» на борту ИСЗ гироорбиту. Наблюдатель состояния использует робастный алгоритм эллипсоидального оценивания [6], в котором минимизируется след матрицы эллипсоида, оценивающего возможное состояние системы (1)

$$\overline{x}_{j+1} = e^{A\Delta t_j}\overline{x}_j + \tau_j e_j^{-1} H_j h(y_j - h^{\mathrm{T}} e^{A\Delta t_j}\overline{x}_j).$$

Выражение для матрицы эллипсоида множества достижимости:

$$H_{j+1} = (1+\overline{k})(\overline{k}^{-1} ff^{\mathrm{T}}(d\Delta t_j)^2 + e^{A\Delta t_j} H_j e^{A^{\mathrm{T}}\Delta t_j}), \overline{k}_j^2 = f^{\mathrm{T}} f (d\Delta t_j)^2 \operatorname{trace}(e^{A\Delta t_j} H_j e^{A^{\mathrm{T}}\Delta t_j})^{-1}.$$

Здесь τ_j, e_j определяемые в ходе работы параметры.

В результате получаем требования к классу точности ПМВ и ДУС при заданной точности ориентации.

Моделирование в среде MATLAB показывают работоспособность предложенного алгоритма и практическую ценность для определения требований к бортовым датчикам угловой скорости и углового положения.

Список литературы

1. *Раушенбах Б.В., Токарь Е.Н.* Управление ориентацией космических аппаратов. Москва: «Наука», 1974. – 600с.
2. *Кузовков Н.Т.* Модальное управление и наблюдающие устройства. М.: «Машиностроение», 1976. 184с.
3. *Беленький А.Д., Васильев В.Н., Семенов М.Е.* Исследование динамики ориентации и стабилизации по курсу космического аппарата «Метеор-М» при использовании информации инфракрасной вертикали и датчиков угловой скорости. *Вопросы электромеханики.* Т.107. 2008. С. 38-45.
4. *Гандлевский Ю.М., Михайлов Е.Н., Мосолова Ю.С., Рабовский А.Е.* Оценка точности инфракрасных построителей местной вертикали по результатам лётных испытаний. *Вопросы электромеханики.* 2014. Т.141. С. 31-38.
5. Розрахунок і проектування гіростабілізаторів. Методичні вказівки до вивчення дисципліни «Гіроскопічні системи стабілізації та орієнтації». К., 2003. 76с.
6. *Шолохов А. В.* К эллипсоидальному оцениванию состояния линейной динамической системы по скалярному наблюдателю. *Системні дослідження та інформаційні технології.* 2008. № 3. С. 78-87.

СЕКЦІЯ 2.
МЕДИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

ВОЗМОЖНОСТИ МЕТОДОВ ДЛЯ РАСПОЗНАВАНИЯ МР ИЗОБРАЖЕИЙ ПРИ МНОЖЕСТВЕННОЙ МИЕЛОМЕ

Абрамова А. А., Аврунин О. Г.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
Украина, г. Харьков, 61024, пр. Науки, 14.
E-mail: hanna.abramova@nure.ua

Одной из фундаментальных проблем современности является проблема зрительного восприятия. Возникнув очень давно, она является актуальной и в настоящее время, ибо изображение является естественным средством взаимодействия человека и окружающего его мира; изображение является естественным средством общения человека и машины в любых системах обработки, анализа и контроля.

В данной работе рассмотрены методы обработки изображений при множественной миеломе. Множественная миелома (ММ) – это опухоль иммунной системы, при которой в костном мозге находят аномальные плазматические клетки. Поздняя стадия заболевания характеризуется у большинства пациентов развитием остеолитических поражений, вызванных дисбалансом между остеобластами и остеокластами.

В процессе анализа используемых методов (табл. 1) были сформулированы критерии для их сравнения [1-5].

Таблица 1 – Методы для распознавания медицинских изображений

Метод	Результат	Точка приложения анализа	Алгоритм	Ограничения входных параметров
Алгоритм Канни	Изображение	Разрывность яркости, интенсивность	Пороговая обработка	
Алгоритм Собеля	Изображение	Разрывность яркости	Вычисление градиентов от функций яркости	Полутоновое изображение
Размерность Ренье	Число	Фрактальная размерность	Обученная нейросеть	
Метод локальной бинарной текстуры	Число	Локальный бинарный шаблон	Геометрическая интерпретация, евклидово расстояние	Полутоновое изображение
Метод Харалика	Число	Текстурные признаки статистики разностей серого тона в двух соседних точках	Обученная нейросеть	Полутоновое изображение

Первый и основной критерий обработки изображений – результат. Методы, используемые в данном процессе можно разделить на две большие категории: методы, в которых как входными данными, так и результатом являются изображения; методы, где входные данные – изображения, а в результате работы выходными данными выступают признаки и атрибуты, выявленные на базе входных данных.

Вторым критерием сравнения методов определим точку приложения анализа – какой из параметров исходного изображения или его части (например, яркостная, цветовая, градиентная или текстурная информация) берется для последующей обработки.

Третий критерий сравнения – это применяемый алгоритм для обработки. Это может быть обученная нейронная сеть, опорный вектор, дискриминантный анализ, пороговая обработка и т.д.

Четвертый критерий сравнения рассматриваемых методов – исходный материал для обработки. В качестве такового определим критерий бинарности – является ли изображение цветным или полутоновым.

Таким образом, автоматическая компьютерная интерпретация биомедицинских изображений остается главной проблемой медицинской интроскопии. Для ее качественного выполнения нужна база знаний из сравнительной и патологической анатомии. Полученные структуры и параметры должны быть сопоставимы с известными структурами и классифицированы.

Список литературы

1. Pauly, B Glocker, A Criminisi, D Mateus, A Möller, S Nekolla, and N Navab. Fast multiple organ detection and localization in whole-body MR dixon sequences. In Proc MICCAI (Med Image Comput Comput Assist Interv), 2016.

2. Томакова, Р. А. Метод обработки и анализа сложноструктурируемых изображений на основе встроенных функций среды MATLAB [Текст] / Р. А. Томакова, С. А. Филист // Вестник ЧитГУ. 2012. No 1 (80). С. 3-9.

3. Стругайло, В. В. Обзор методов фильтрации и сегментации цифровых изображений / В. В. Стругайло // Наука и образование. 2012. №5. С. 270-281

4. Аврунин О. Г. Опыт разработки биомедицинской системы цифровой микроскопии / О. Г. Аврунин // Прикладная радиоэлектроника. – 2009. – Т.8. – № 1. – С. 46-52.

5. Построение персонализированной анатомической модели диафрагмы человека / В.Г. Дуденко, О.Г. Аврунин, М.Ю. Тымкович, В.В. Куринной / Ж. експериментальна і клінічна медицина. – 2014. – № 2 (63). – С. 68-70.

ОЦЕНКА ШИРИНЫ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ В НОСОВОЙ ПОЛОСТИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РЕЖИМАХ ДЫХАНИЯ

Аврунин О. Г., Носова Я. В., Шушляпина Н. О., Юнус И.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
Украина, г. Харьков, 61024, пр. Науки, 14.
E-mail: nyav007@gmail.com

Проблеме изучения аэродинамики носа уделяется достаточно много внимания [1, 2]. Установлены основные физиологические показатели носового дыхания, изучаются распределения основных аэродинамических характеристик по длине носовой полости. При дыхании, проходящий через носовую полость воздушный поток представляет собой напорное движение массы воздуха по анатомически ограниченным стенками парные носовые каналы сложной конфигурации. Это определение позволяет рассматривать задачу движения воздуха по каналам с переменным поперечным сечением с учетом несжимаемости воздуха при действующих скоростях [1, 2]. Учитывая, что форма носовой полости существенно отличается от круглой, целесообразно для проведения теоретических расчетов перейти к эквивалентным (гидравлическим) диаметрам носовых каналов, которые для каждого из них будут определяться отношением учетверенной площади к периметру соответствующих живых сечений.

Движение воздуха в носовой полости вызывается перепадом давления между окружающей средой и легкими. При вдохе в легких возникает разряжение, способствующее инспираторному движению воздуха, при выдохе – наоборот, избыточное давление в легких вызывает экспираторное движение воздуха. Вид зависимости перепада давления от расхода воздуха, проходящего через носовую полость, фактически, определяет аэродинамическое носовое сопротивление и режим течения воздуха. Причем, в ламинарном режиме эта зависимость линейная, в турбулентном – квадратичная [1]. Данный критерий наиболее эффективно использовать при анализе экспериментальных данных риноманометрических исследований.

В настоящее время актуальной задачей является изучение влияние воздушного потока на слизистую оболочку носовой полости. Воздушный поток в турбулентом режиме делится на турбулентное ядро и пограничный ламинарный пристеночный слой. Повышенная турбулизация воздушного потока будет способствовать высушиванию отдельных областей слизистой оболочки носовой полости, и как следствие травматизация слизистой с последующей морфологической перестройкой ее отдельных областей. Оценить ширину ламинарного пограничного слоя можно исходя из представлений полуэмпирической теории турбулентности и

геометрических и физиологических характеристик носовой полости согласно графика на рис. 2. При этом очевидно, что с ростом числа Рейнольдса толщина пограничного слоя δ уменьшается, что необходимо учитывать при планировании ринохирургических оперативных вмешательств.

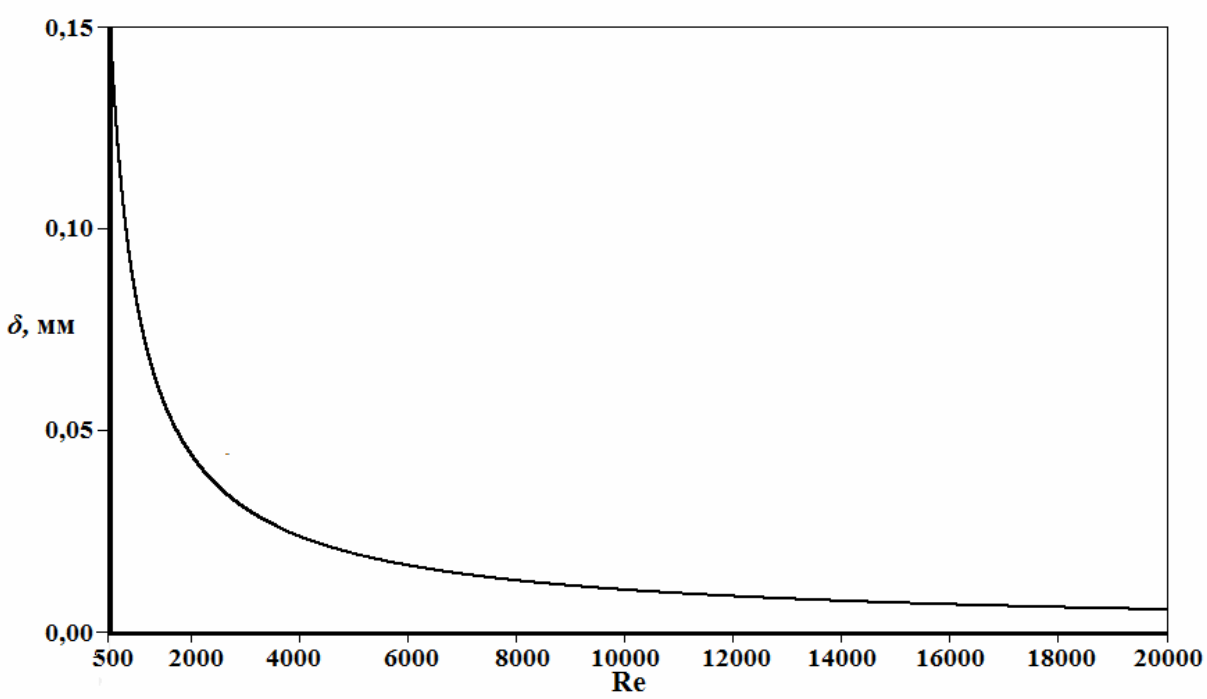


Рисунок 1 – Зависимость толщины пограничного слоя от числа Рейнольдса

Оценить негативное влияние воздушного потока на слизистую оболочку носовой полости можно путем определения аэродинамических характеристик верхних дыхательных путей при различных режимах дыхания и проведением сравнительного анализа толщины пограничного слоя с неоднородностями стенок носовой полости.

Список литературы

1. Аврунин О. Г. Принципы компьютерного планирования функциональных оперативных вмешательств / О. Г. Аврунин // Технічна електродинаміка, тем випуск «Силова електроніка та енергоефективність». – 2011. – Ч. 2. – С. 293–298.

2. Носова, Я. В. Определение микрохарактеристик воздушного потока в носовой полости при дыхании / Я. В. Носова, О. Г. Аврунин, Х. И. Фарук // Вестник НТУ «ХПИ», Серия: Новые решения в современных технологиях. – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2018. – № 16 (1292). – С. 122-127.

МЕТОДИКА ПОЛУЧЕНИЯ ИНТЕРФЕРЕНЦИОННОГО ГОЛОГРАФИЧЕСКОГО ИЗОБРАЖЕНИЯ МИКРООБЪЕКТОВ

Бернадская Т. В., Колесник К. В., Томашевский Р. С., Бархоткина Т. М.
НТУ «ХПИ», ул. Кирпичова, 2, г. Харьков, Украина, 61002,
tatyana.bernadskaya@gmail.com

В настоящее время уровень здравоохранения определяется наличием и использованием в лечебных учреждениях новейших медицинских приборов, систем и медицинских технологий. Разработка новых методов медицинской диагностики базируется на достижениях в области биофизики и нанотехнологий, позволяющих получить более детальную информацию о состоянии организма пациента. Лабораторные методы исследования крови позволяют получить информацию о работе всех органов человеческого организма. Более половины объема крови составляют эритроциты, форма которых является индикатором патогенного процесса и характеризует состояние организма в целом.

Авторы предложили прибор, использующий метод голографической микроскопии в сочетании с компьютерной обработкой изображений, что позволяет повысить качество трехмерного изображения эритроцитов крови человека за счет целевой оптимизации способов формирования опорного и объектного пучка лучей интерферометра [1].

Целью данной работы является разработка методики получения интерференционного голографического изображения микрообъектов, в том числе и эритроцитов крови для работы экспериментального стенда.

Принципиальная оптическая схема прибора, обеспечивающей построение изображения интерференционной картины микрообъекта.

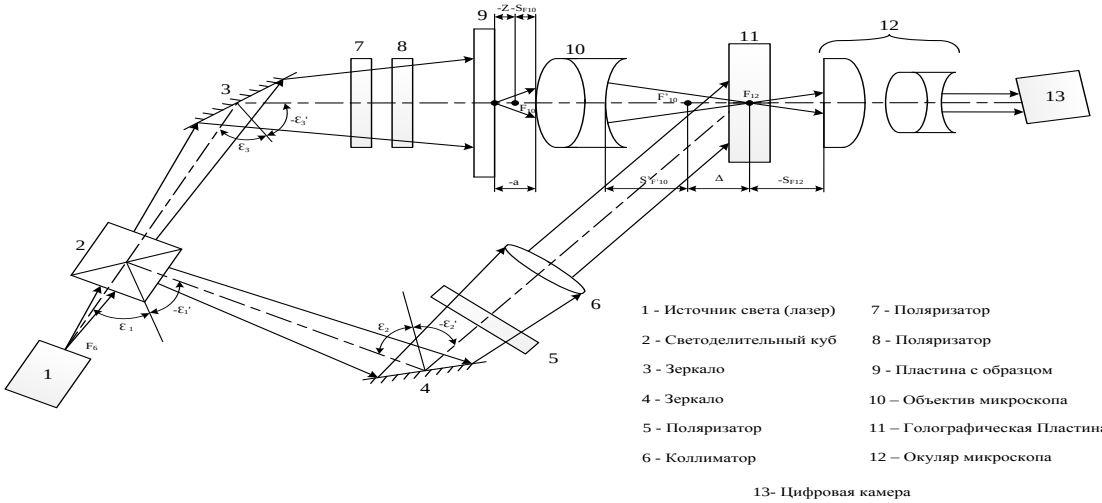


Рисунок 1 – Оптическая схема стенда для получения трёхмерного изображения микрообъектов

Ввиду малого размера исследуемых микрообъектов оптическая схема прибора должна обеспечивать высокое качество изображение, что

достигается путем подбора оптимальных по оптическим характеристикам элементов и устранением аберраций, вызванных нарушением гомоцентричности прошедшего через систему пучка лучей.

Перед началом эксперимента проводиться юстировка путем перемещения элементов схемы 2, 3, 4, 6, 10, 12 вдоль и перпендикулярно оптической оси, используя в качестве предмета диафрагму 9 диаметром порядка 0,3 мм.

Затем на место диафрагмы устанавливается исследуемый образец крови 9 и производиться запись изображения на голографической пластине 11, расположенной в передней фокальной плоскости окуляра микроскопа 12. Запись несет информацию об отражённом от объекта рассеянном, волновом фронте электромагнитного излучения, его амплитуде (яркости) и сдвиге фазы (объёме) в некоторой точке.

Запись изображения на пластине состоит из двух этапов:

1. Запись голограммы путем экспонирования (засветки) и обрабатывают химически (проявляют и закрепляют).

2. Восстановление голограммы путем освещения ее таким же когерентным излучением (опорным пучком). Поскольку голограмма представляет собой сложную интерференционную картину, то на ее прозрачных и непрозрачных участках происходит дифракция когерентного излучения, и в результате получается изображение.

Интерферограммы исследуемого образца крови регистрируются с помощью цифровой видеокамеры и обрабатываются на компьютере. Программное обеспечение компьютерной обработки изображения построено на принципе двухмерного преобразования, при котором плоскость предметов и плоскость изображений связаны обратным преобразованием Фурье.

Предложенная методика трехмерной визуализации микрообъектов может быть положена в основу работы современных приборов для исследования эритроцитов крови и позволит существенно снизить затраты на лабораторные исследования.

В дальнейшем, для повышения эффективности предложенного прибора, предполагается замена голографических пластин на матричный фотоприемник.

Список литературы

1. Бернадская Т.В. Экспериментальный стенд для исследования возможности применения метода голографической интерферомотрии в биоинженерии. / Т.В. Бернадская, К.В. Колесник, Р.С. Томашевский, Т.М. Бархоткина // Материалы МНПК «Современные информационные и электронные технологии» – 2018 – Украина. Одесса. – с. 120-121.

2. Гвоздева Н.П., Коркина К.И. Прикладная оптика и оптические измерения. – Москва: Машиностроение. – 1976. 370 с.

АКУСТОМАГНИТНОЕ ВОЗБУЖДЕНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ В ВОДНОМ РАСТВОРЕ NaCl

Бондаренко И. С.[1], Аврунин О. Г.[1], Бондаренко С. И.[2], Кревсун А. В.[2]
[1]Харьковский национальный университет радиоэлектроники,
г. Харьков, Украина, пр. Науки 14, E-mail: igor.bondarenko@nure.ua
[2]Физико-технический институт низких температур им. Б.И. Веркина,
г. Харьков, Украина, пр. Науки 47, E-mail: bondarenko@ilt.kharkov.ua

Поступательное перемещение заряженных частиц с некоторой скоростью (**v**) в постоянном магнитном поле (ПМП) с индукцией (**B**) вызывает появление в пространстве электрического поля (**E**). Вектор **E** направлен под некоторым углом к направлениям векторов скорости и магнитного поля [1]. Магнитогидродинамические генераторы электрической энергии построены, в частности, на основе этого закона. Особенности перемещения заряженных частиц с переменной по величине и направлению скоростью изучаются в данной работе. В частности, такое коллективное перемещение могут совершать ионы проводящей жидкости под действием волны ультразвукового излучения (УЗИ). Биологическая среда является в основном электропроводящей жидкостью. Целями настоящих экспериментальных исследований являются проверка возможности наблюдения и величины магнитогидродинамического эффекта под действием УЗИ в водном растворе NaCl, моделирующем биологическую среду, а также определение характеристик УЗИ с помощью измерения величины возникающего в растворе электрического поля.

Измерения показали, что МГД (магнитогидродинамический) – эффект хорошо наблюдается в модельном образце биологической среды (БС). Устройство для проведения экспериментов показано на рис. 1.

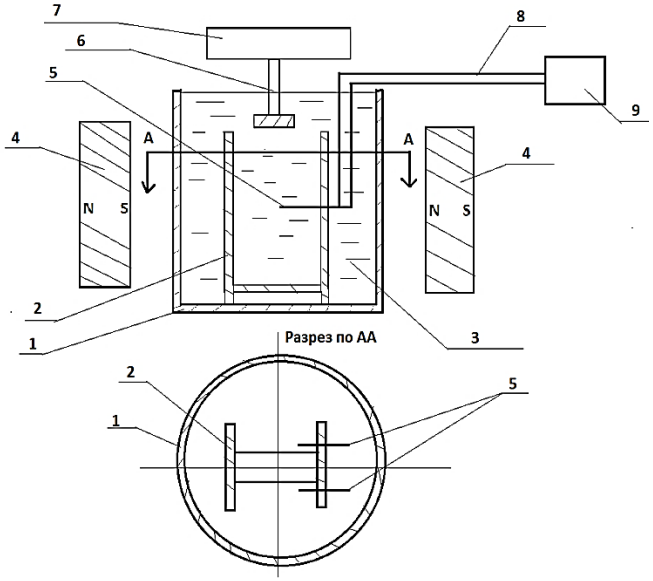


Рисунок 1 – Схема измерительного устройства: 1 – медный стакан, 2 –пластины для крепления электрических зондов, 3 – раствор Na Cl, 4 – постоянные магниты, 5 – электрические зонды на расстоянии l друг от друга, 6 –звукопровод источника УЗИ, 7 – генератор УЗИ, 8 – провода от зондов к вольтметру, 9 – селективный микровольтметр.

В качестве источника УЗИ использовался серийный ультразвуковой диспергатор УЗДН-2Т.

Амплитуда переменного напряжения на зондах (5) $U_{max} = E_{max} \times l$ на частоте ультразвука составила $U_{max} \approx 50$ микровольт при выходной интенсивности УЗИ диспергатора $I_s \approx 3\times10^{-2}$ Вт/см^2. Соответствующее значение амплитуды переменного электрического поля составило $E_{max}= 5\times10^{-3}$ В/м. Величина напряжения зависит от угловой ориентации базы зондов с длиной l по отношению к направлению постоянного магнитного поля (ПМП). Напряжение имеет максимальное значение при взаимно перпендикулярном положении базы и направления вектора ПМП, а при параллельном обращается в нуль. Это в точности соответствует векторному произведению:

$$E = v \times B \qquad (1)$$

где v – амплитуда скорости перемещения частиц раствора под действием УЗИ. Интенсивность ультразвука (I_z) в области расположения зондов можно оценить по величине наблюдаемого напряжения на основании полученной нами ранее [2] формулы:

$$I_z \approx U_{max}^2 \cdot \rho \cdot c / (2B^2 \cdot l^2) \qquad (2)$$

где в качестве приближенных значений ρ и с были взяты плотность воды и скорость звука в воде. Для параметров нашей установки из формулы (2) получаем: $I_z \approx 10^{-2}$ Вт/см^2, что близко к величине выходной мощности генератора УЗИ. Значения максимальной скорости (v_{max}) и амплитуды (А) перемещения ионов раствора, а также давления (Р) акустической волны могут быть получены с помощью ранее полученных в [2] соотношений на основании измеренного значения электрического напряжения U_{max} и формулы (2).

Экспериментально доказано, что в электропроводящей жидкости в виде водного раствора NaCl, моделирующего биологическую среду, возникает переменное электрическое поле под действием ультразвукового излучения и постоянного магнитного поля. Направление и величина электрического поля определяются базовым соотношением (1) между скоростью перемещения электрических зарядов жидкости и магнитным полем, что соответствует существованию магнитогидродинамического эффекта в жидкости. Достаточно большая величина регистрируемого напряжения (50 мкВ) на зондах с малой базой (10мм) при малой скорости (1см/с) движения проводящей среды говорит о перспективности использования МГД-эффекта, в частности, для определения приращения скорости движения крови по сосудам во время сердечных сокращений.

Список литературы

1. Роза Р. Магнитогидродинамическое преобразование энергии / Р. Роза. – Москва, 1979.– 252с.

2. Бондаренко И.С. Магнитная гидродинамика биологической среды / И.С. Бондаренко, О.Г. Аврунин // Актуальные проблемы автоматики и приборостроения: материалы 1-й Международной научной и технической конференции. – 2017. – С. 252.

ІДЕНТЕФІКАЦІЯ БРОНХОЛЕГЕНЕВИХ ЗАХВОРЮВАНЬ ЗА ДОПОМОГОЮ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ З ВИКОРИСТАННЯМ СПЕКТРОГРАМ

Вайтишин В. І., Порєва А. С.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 03056 Україна, Київ, вул. Політехнічна 16, корп.12, к.423,
E-mail: valenook.ua@gmail.com, porevanna@gmail.com

Захворювання органів дихальної системи є одними з найпоширеніших у світі. Своєчасне і раннє визначення захворювань дихальних органів дуже важливо, так як сприяє ефективному лікуванню.[1] Для діагностики недостатньо обмежиться первинним оглядом, необхідно використовувати спеціальні методи, наприклад метод електронної аускультації.

Багато діагнозів мають схожі симптоми і рання установка діагнозу допоможе вибрати оптимальне лікування. Також для діагностики важливо не тільки виділяти характерні ознаки, а й коректно класифікувати їх. Для вирішення завдання класифікації ефективним є застосування машинного навчання [2].

В роботі було запропоновано використовувати спектрограми сигналів звуків легень в якості вхідних даних для класифікатора. Спектрограми були обрані тому що, при патологіях дихальної системи з'являються хрипи більш високої частоти. Спектру Фур'є не достатньо, так як втрачається часова складова і задектувати патологію значно важче.

Для класифікації спектрограм було запропоновано використання згорткової нейронної мережі [3]. Як джерело даних використовувалися записи звуків легень, отриманих методом електронної аускультації.

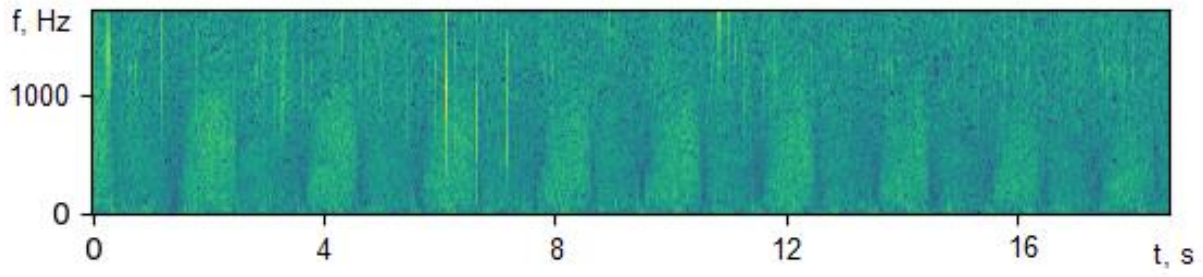


Рисунок 1 – Спектрограма сигналу, отриманного за допомогою методу електронної аукультації

Запропонована структура нейронної мережі, мережа була тренована на базі з 157 пацієнтів. База була розбита у процентному відношенні на тренувальну та валідаційну виборку у відношенні 0.85/0.15. Мережа

вчилась передбачувати 6 класів: здорова людина, пневмонія, пневмоконіоз, астма, бронхіт та хроніче обструктивне захворювання легень.

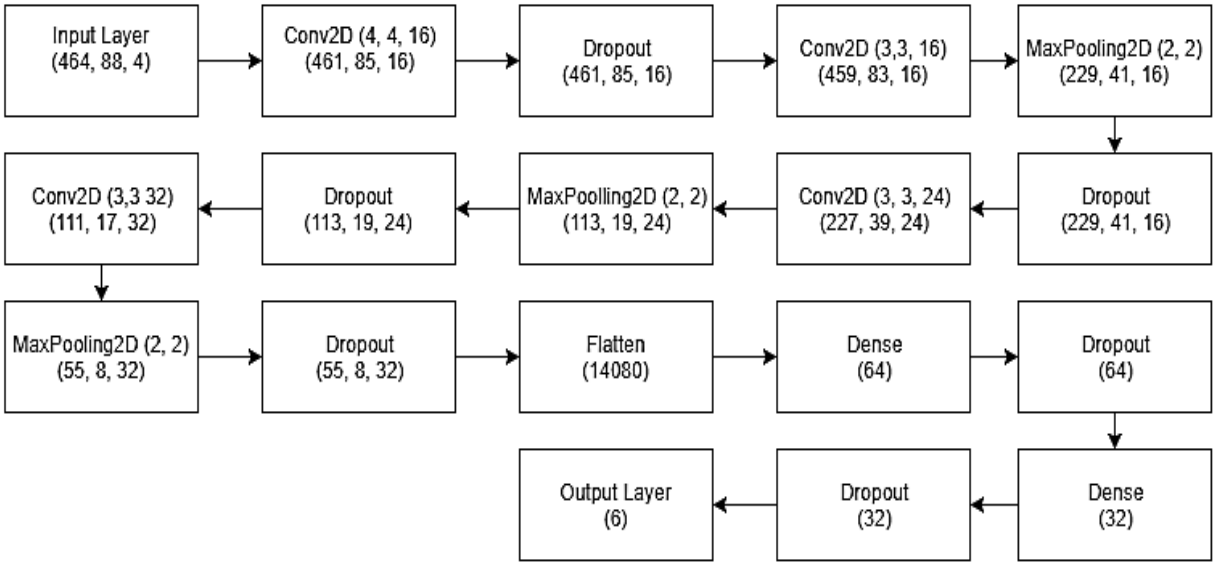


Рисунок 2 – Структура нейронної мережі

Отриманні результати дозволяють визначити ймовірність хвора людина чи ні та допомогти лікарю визначити остаточний діагноз.

Таким чином для лікаря розроблена рекомендаційна система, яка допоможе йому швидко встановити точний діагноз. Експерименти показали, що використання спектрограм і нейронної мережі допомагають класифікувати стан людини і допомогти визначити діагноз.

Список літератури

1. World Health Organization. The top 10 causes of death http://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death

2. Порєва А. С., Вайтишин В. І., Карплюк Є. С. "Методи машинного навчання для дослідження сигналів звуків легенів"; ISSN 2523-4447. MicrosystElectronAcoust, 2017, vol. 22, no. 6

3. Valentyn Vaityshyn, Mariia Chekhovych, Anna Poreva "Convolutional neural networks for the classification of bronchopulmonary system diseases with the use of lung sounds"; . 2018 IEEE 38th International Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO); Pages 383 - 386, ISBN: 978-1-5386-6382-0

КЛИЕНТ-СЕВЕРНОЕ РЕШЕНИЕ ПРОГРАМНО-АППАРАТНОГО ТЕЛЕМЕДИЦИНСКОГО КОМПЛЕКСА

Голдобин С. Н., Шишкин М. А.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Украина, г. Харьков, ул. Кирпичова 2
E-mail: dexxonone@gmail.com

В данный момент времени развитие информационно-аналитических систем с поддержкой телеметрической техники занимает не последнее место в сфере медицинских услуг, а широкое распространение мобильной и иных видов беспроводной связи с сопутствующим их развитием предоставляют новые возможности для решения задач телемедицины [1].

Авторами предложен универсальный сервер телемедицинского комплекса [2], предназначенный для обработки данных сердечной деятельности, артериального давления, дыхания, мышечной активности, показатели механической активности желудка и кишечника, кислотность желудочного содержимого и температуры.

Разработанный программно-аппаратный комплекс построен на клиент-серверной архитектуре. В его структуру входит сервер, клиент пациента и клиент врача. Функциональная схема представлена на рис. 1.

Сервер, размещаемый на стационарном компьютере, содержит Web интерфейс, базы данных SQL. Клиент врача позволяет осуществлять подключение к серверу, получать список пациентов, назначенных этому врачу и проводить мониторинг состояния пациента. Клиент пациента выполняет функции подключения к серверу, обработки сигналов подсоединенных датчиков.

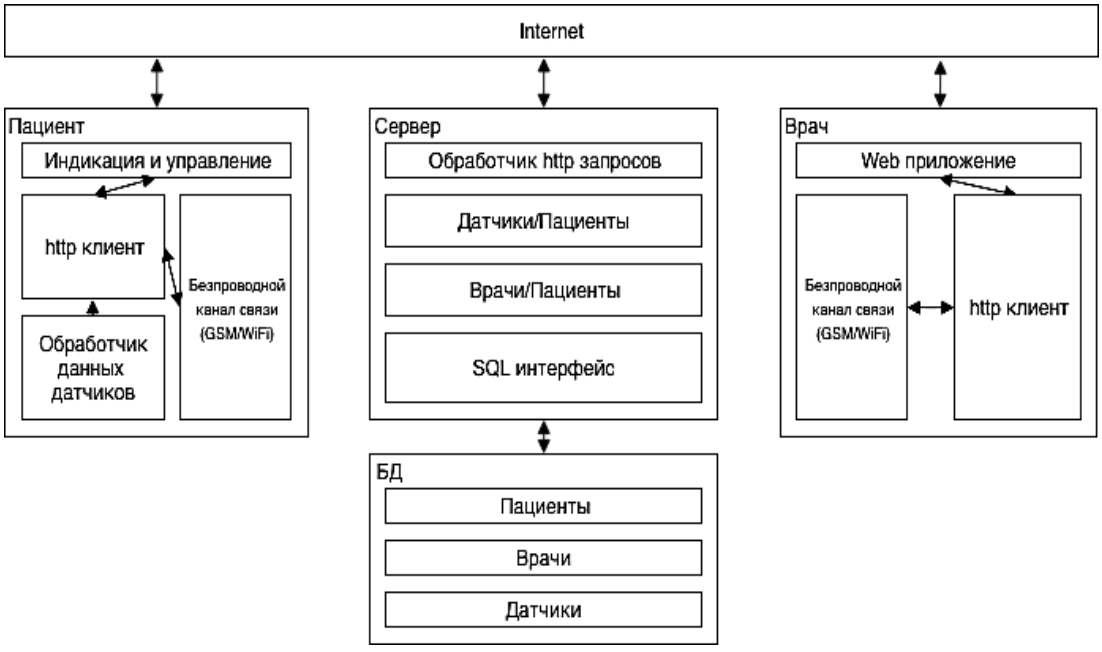


Рисунок 1 – Функциональная схема аппаратного комплекса

В настоящее время проведена разработка программного обеспечения для экспериментального телемедицинского стенда на примере трех показателей.

В ходе разработки были решены следующие задачи: анализ и построение протокола взаимодействия компонент системы, определение интерфейсов обмена для обеспечения передачи данных с наименьшими потерями, определение конфигурации и структуры базы данных.

Клиент пациента состоит из микроконтроллера STM32, WiFi модуля ES8266 и датчиков ЭКГ, температуры и SPO2. Для отправки данных на Web сервер клиент пациента формирует GET запрос [3].

При получении данных Web сервер сохраняет их в базе данных. При запросе данных клиентом врача (браузер) сервер визуализирует ранние полученные данные датчиков для выбранного пациента рис 2.

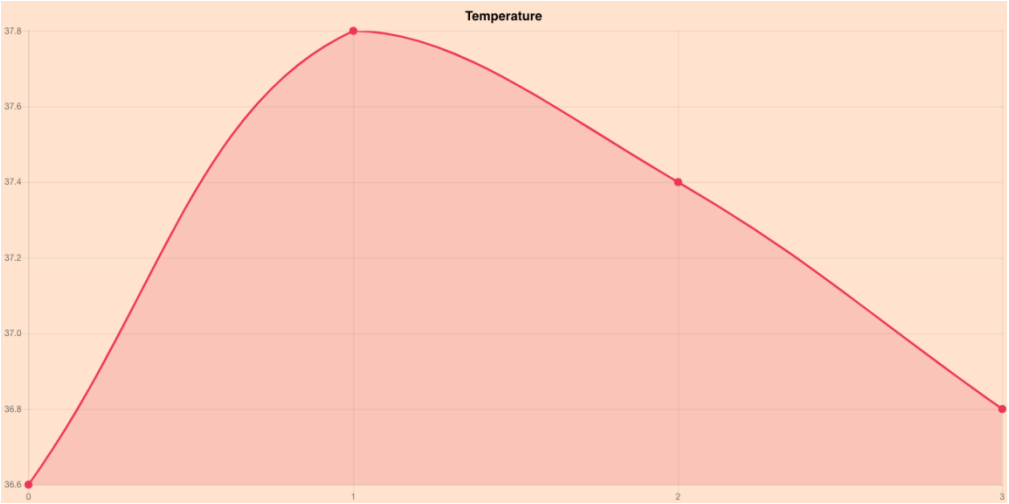


Рисунок 2 – Внешний вид Web интерфейса

Результатом проведенной работы стал законченный цикл передачи телеметрических данных от пациента на сервер и с сервера к врачу.

Список литературы

1. Использование мобильных радиотехнических комплексов в биотелеметрии и телемониторинге / К.В. Колесник, М.А. Шишкин, А.В. Кипенский и др// «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития: МРФ-2014».– т. III: конференция «Проблемы биомединженерии. Наука и технологии».– Харьков. – 2014.– С. 166-171.

2. Шишкин М.А., Колесник К.В., Голдобин С.Н. Универсальный сервер телемедицинского комплекса // Сборник научных трудов трудов I Международной научно-технической конференции «Актуальные проблемы автоматики». – т. I. Украина, Харьков. – 2017. – С. 99-100.

3. Брайан Тотти, Дэвид Гоерли. HTTP: The Definitive Guide, 2002. – 658 с.

ПОРТАТИВНИЙ ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ КОНЦЕТРАЦІЇ АЦЕТОНУ У ПОВІТРІ, ЩО ВИДИХАЄТЬСЯ ЛЮДИНОЮ

Дорош А. М., Авер'янова Л. О.
Харківський національний університет радіоелектроніки
61166, Харків, пр. Науки, 14, каф. Біомедичної інженерії

В Україні від цукрового діабету страждають близько 2,5 млн осіб [1]. Особливо небезпечним є стан кетоацидотичної коми, що розвивається у людей, які страждають від цукрового діабету 1 типу. Вона викликана викидом великої кількості кетонів, які виникають в організмі внаслідок переробки жирних кислот. Тому необхідно здійснювати своєчасне виявлення підвищеного рівня ацетону в організмі людини, яка дозволить попередити небезпечний життю коматозний стан та розпочати своєчасне лікування.

Для цього був запропонований прилад для вимірювання концентрації ацетону у повітрі, що видихається людиною, та розроблена його структурна схема (рис. 1).

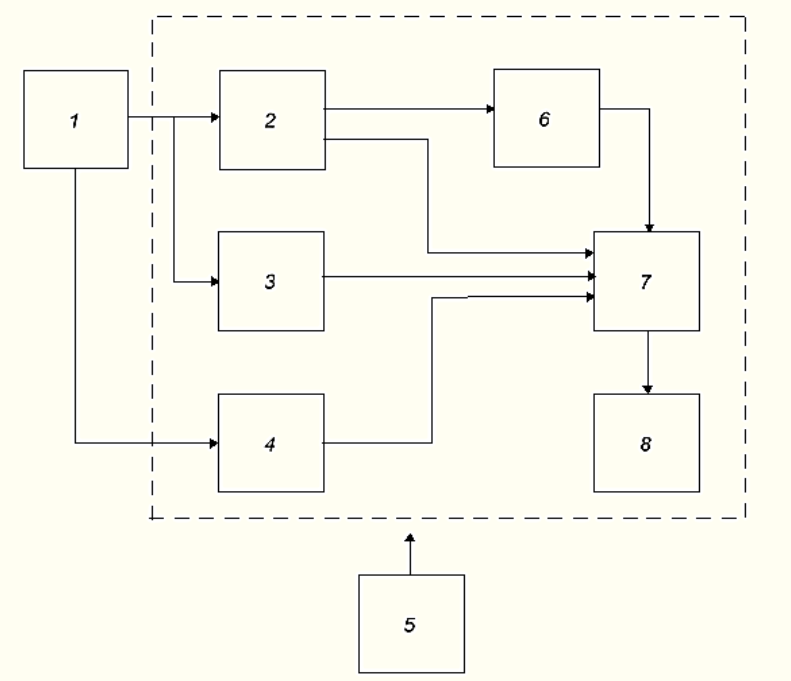


Рисунок 1 – Структурна схема приладу для вимірювання концентрації ацетону у повітрі, що видихається людиною

Досліджуваний пацієнт 1 взаємодіє з високовибірковим датчиком 2, який є чутливим до парів ацетону. Основними характеристиками датчика, що гарантують необхідну точність вимірювань є: чутливість до малих концентрацій ацетону в повітрі, що видихається, лінійність в діапазоні вимірювань, малий дрейф параметрів (стабільність показань) на досить

великому проміжку часу (як правило, не менше 12 місяців). Діапазон показань становить від 5 ppm до 500 ppm. Час встановлення показів не більше 10 секунд. Час прогріву, тобто підготовка до тесту при первинному включенні, при температурі в 20^{O}C становить не більше 10 секунд. Також прилад відрізняє висока швидкість регенерації датчика після аналізу газової суміші, яка становить не більше 60 с. Крім того, у приладі застосовано датчик температури та вологості 3, призначений для контролю точності діагностичних даних при можливих змінах температури та вологості повітря, блок керування 4, блок живлення 5, компаратор 6, необхідний для візуальної індикації селективності сенсора до парів ацетону та надходження цифрового сигналу до мікроконтролера, для активації алгоритму роботи.

Управління приладом здійснюється за допомогою мікроконтролера. Типовий мікроконтролер поєднує на одному кристалі функції процесора і периферійних пристроїв, містить ОЗУ і ПЗУ. У даній структурній схемі призначений насамперед для перетворення аналогової інформації в цифрову.

Пристрій індикації 8 складається з рідкокристалічної панелі, яка має мале енергоспоживання, високу контрастність і оснащена підсвічуванням на базі світлодіодного індикатора з можливістю регулювання яскравості.

Для реалізації даного приладу були розглянуті два сенсора TSG-822 та MQ-138, які селективні до парів ацетону. Провівши аналіз стосовно цих датчиків, було виявлено, що сенсор MQ-138 є кращим для реалізації даного приладу. Перевагами даної схеми є простота реалізації, портативність та дешевизна. Проте слід відзначити, що на даному етапі розробки ще не реалізована методика калібрування самого датчика.

Прилад придатний для повсякденного застосування, що дозволяє у домашніх умовах попередити настання кетоацидотичної коми шляхом контролю та об’єктивізації оцінки вмісту ацетону у повітрі, що видихається.

Список літератури

1. Данные ВОЗ по заболеваемости диабетом, 2016 год Електронний ресурс /Телеграф. – Режим доступа: ttp://www.who.int/diabetes/country-profiles/ukr_en.pdf?ua=1/ 2016 р./ Заголовок с екрана.

2. Блаксер. К. Метаболизм энергии у животных и человека / Блаксер. К. – Кембридж: Cambridge University Press, 1999.

3. Бережной. Р. В. Судебно-медицинская экспертиза отравлений техническими жидкостями /Р. В. Бережной. – М., Медицина, 1977. – С. 142 – 146.

4. Крамаренко. В. Ф. Токсикологическая химия / В. Ф. Камаренко. – Киев, 1989, – С. 80 – 82, 144.

ЛАЗЕРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ПОДОВЖЕННЯ ТЕРМІНУ ЗБЕРІГАННЯ МОЛОКА

Жила В. І., Лисиченко М. Л.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, e-mail: 1prlysychenko@ukr.net

Ринок молока в Україні складається з двох складових: 25 % це крупні спеціалізовані агрофірми, які постачають молоко 1-го класу або «Екстра» та 75 % від дрібних агрофірм і особистих господарств – молоко 2-го класу. В найближчому майбутньому молочні переробні підприємства будуть вимушені відмовитись від збору молока 2-го класу внаслідок запровадження Європейських стандартів до сировини. Основною причиною низької якості молока є відсутність ефективних та доступних для дрібного виробника пристроїв або установок для його знезаражування. Найбільш поширеним обладнанням для обробки молока з метою подовження терміну його зберігання є установки для пастеризації [1]. Однак суттєвим недоліком процесу пастеризації є необхідність підтримувати високу температуру (70-90 ^oC), що призводить до зменшення біологічної цінності молока внаслідок часткової зміни біохімічного складу. Існують інші способи знезаражування, наприклад, ультрафіолетовим випромінюванням причому одночасно здійснюється і інтенсифікація процесу вітаміноутворення [2]. Недоліком вказаної установки є використання люмінесцентних ламп типу ЛЭ для активізації процесу вітаміноутворення, а лампи типу ДБ – для стерилізації. З огляду на наявність широкого спектру випромінювання у ламп ЛЭ і ДБ важко забезпечити адресний вплив на ті чи інші клітини або молекули, що значно знижує ефективність процесу опромінювання молока і збільшує відповідно енерговитрати. Відома установка для опромінювання молока з метою подовження його терміну зберігання завдяки інфрачервоному опромінюванню у вигляді ніхромової спіралі навитої на кварцеву трубку, по якій воно протікає.

Метою дослідження є підвищення ефективності процесу обробки молока та подовження терміну зберігання молока і при цьому зниження його енергоємності. Сформульована мета досягається завдяки застосуванню скляного оптично прозорого кільцевого трубопроводу із розміщенням всередині та зовні напівпровідникових лазерів. Причому, лазери розміщені з обох сторін потоку молока з по черзі з максимумом випромінювання – 1,74 *мкм* і 0,41 *мкм*, які працюють в імпульсному режимі. Завдяки вибірковій дії лазерного випромінювання мікрофлора молока активно поглинає енергію квантів вказаної довжини хвилі, якої достатньо для руйнування її захисної оболонки, при цьому, кульки жиру,

які більші майже в 10 разів, вплив енергії вказаного випромінювання буде мінімальний.

Лазерна установка працює наступним чином (рис. 1): молоко 2 рухається потоком 5 в кільцевому каналі 1, з обох сторін якого послідовно встановлені напівпровідникові лазери 4, а навпроти кожного з них розміщені фотодатчики 3 які здійснюють контроль рівня випромінювання 6.

Напівпровідникові лазери встановлені навколо потоку молока 5, мають максимуми випромінювання відповідно максимумів поглинання основних складових зовнішньої оболонки шкідливої мікрофлори, а саме для жиру – 1,74 *мкм* 7 і для білка 0,40 *мкм* 8.

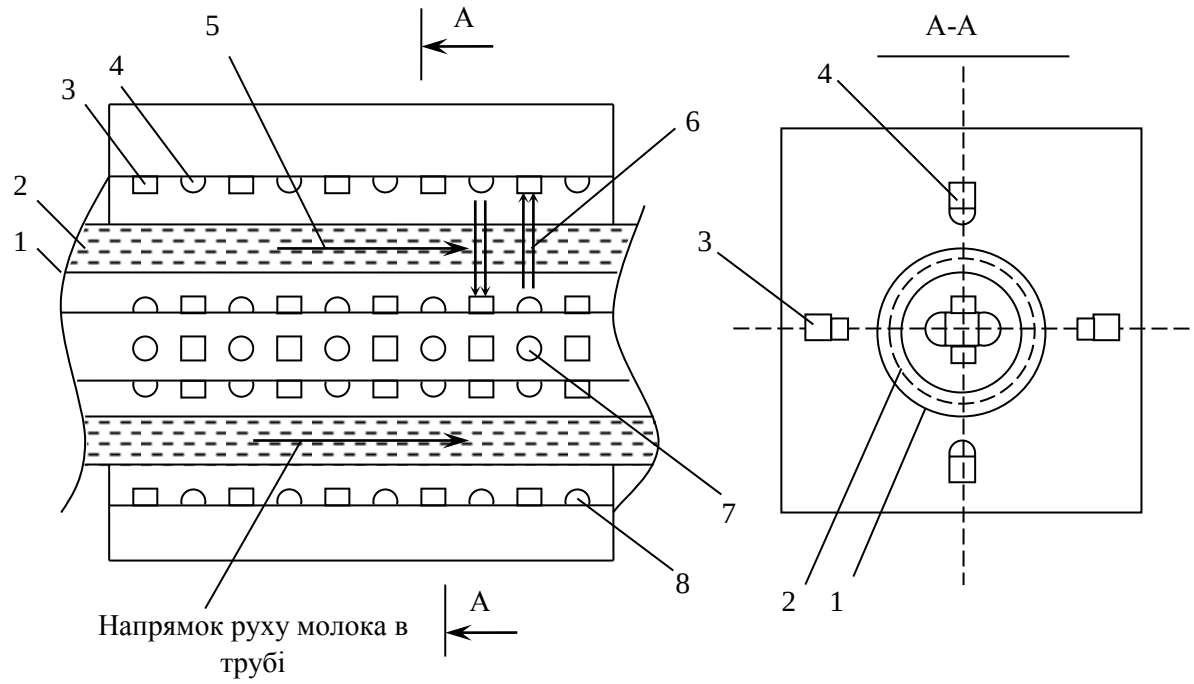


Рисунок 1 – Лазерна установка

Після лазерної обробки молоко потрапляє в танк-охолоджувач для подальшого зберігання при температурі 4-8 ^{o}C.

Використання запропонованого пристрою для лазерної обробки молока забезпечує уповільнення зростання кислотності, що подовжує термін зберігання молока до 5,5 *год* у стані першого сорту в порівнянні з необробленим.

Список літератури

1. Ковалев Ю.Н. Установки для пастеризации молока – М.: Россельхозиздат, 1981. – 80 с.

2. А.с. СССР № 656297 МПК^{5} А 01 J 11/00 Установка для обработки молока ультрафиолетовым излучением / В.Г. Гизатулин – № 2496021/13; Заявл. 06.06.1977; Опубл. 15.12.1993; Бюл. № 45-46 – 3 с.

МОДЕЛЮВАННЯ ПОТЕНЦІАЛУ ДІЇ У КАРДІОМІОЦИТАХ

Іванушкіна Н. Г.[1)], Іванько К. О.[1)], Лазун В. Д.[1)], Іванушкіна М. О.[2)]
[1)]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 03056 Україна, Київ, вул. Політехнічна 16, корп.12, к. 423
[2)]Національний медичний університет ім. О.О. Богомольця, 02000 Україна, Київ, Проспект Перемоги 34
E-mail: n.ivanushkina@gmail.com, koondoo@gmail.com, veralazun.d@gmail.com ivanushkina.mmasha@gmail.com

Мета роботи – обчислювальне моделювання електричної активності серця на основі створення нових протоколів дослідження потенціалу дії (ПД) кардіоміоцитів з урахуванням варіабельності серцевого ритму.

Серцеві аритмії є найбільш частими захворюваннями серцево-судинної системи. Тому зусилля багатьох учених спрямовані на розробку методів та засобів для вивчення нестабільного функціонування міокарда. Вивчення електричної активності серця здійснюється за допомогою експериментальних та математичних моделей.

Нові експериментальні технології на основі платформи "лабораторія-на-чіпі" дозволяють виконувати прогностичне оцінювання активності серця на клітинному рівні. Завдяки технології "серце-на-чіпі" можливо успішно моделювати людське серце і вимірювати реакції кардіоміоцитів на електричні, механічні та хімічні впливи, одночасно знижуючи потребу в цих дослідженнях на тваринах та людях.

У випадку дослідження небезпечних для життя аритмій, математичне моделювання являє корисний і кращий спосіб вивчення тканинної електрофізіології, оскільки це може передбачити можливу поведінку кардіоміоцитів. Сьогодні загальновизнаною є математична теорія Ходжкіна-Хакслі [1].

У роботі проведено обчислювальне дослідження в середовищі *Matlab* з вдосконаленою моделлю паралельних провідностей [2,3]. Результати числових експериментів наведено на рис. 1. Процес перехідного періоду зміни тривалості ПД досліджено шляхом моделювання ПД шлуночкових кардіоміоцитів при зміні частоти стимуляції, що відображає варіабельність серцевого ритму.

Ці дані показують, що кардіоміоцити генерують ПД із змінною тривалістю, оскільки тривалість ПД пристосовується до змінного діастолічного інтервалу (ДІ) кардіоциклу. Залежність тривалості ПД від попереднього ДІ відображає фізіологічну адаптацію до зміни серцевого ритму.

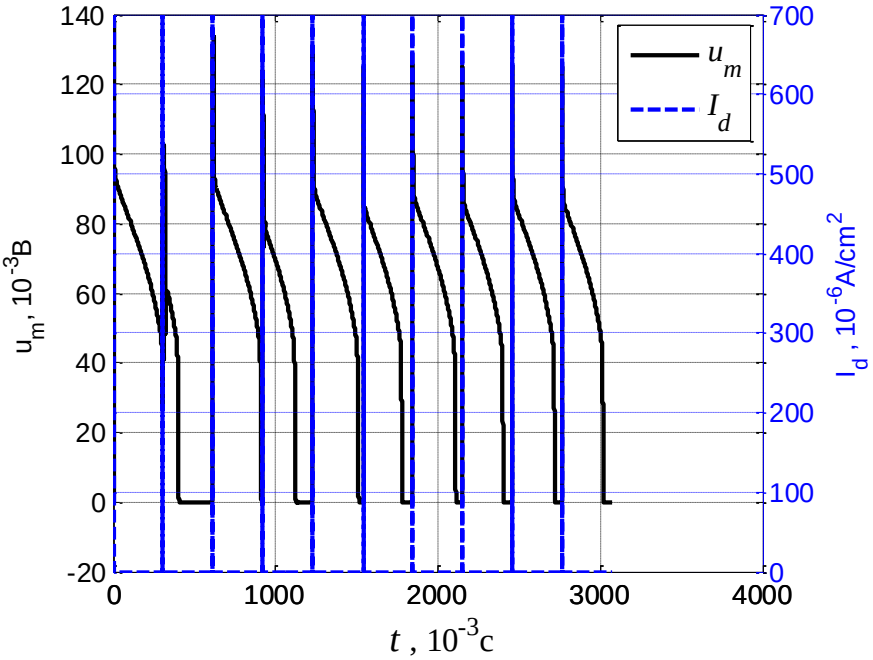


Рисунок 1 – Зміна тривалості ПД при зміні частоти стимуляції з урахуванням варіабельності серцевого ритму

Отримані результати дозволяють припустити, що новий підхід до дослідження електричної активності кардіоміоцитів викриває механізми виникнення альтернацій, які не можна виявити за стандартними протоколами стимуляції.

На основі досліджень електричних процесів у серцевих клітинах з урахуванням варіабельності серцевого ритму визначено, що можуть відбуватися альтернації тривалості потенціалу дії та амплітуди струмів кальцію, які приводять до аритмій.

Обчислювальні результати досліджень електричних властивостей кардіоміоцитів можуть сприяти плануванню експерименту на основі технології "серце-на-чіпі".

Список літератури

1. R. Plosey and R.Barr. Bioelectricity. A Quantitative Approach, third ed. New York: Springer Science+Business Media, LLC, 2007.

2. Ivanushkina N. G., Ivan'ko E. O., Prokopenko Yu. V., Redaelli A., Tymofieiev V. I., Visone R. A Computational Model of Electrophysiological Properties of Cardiomyocytes, Visnyk NTUU KPI. Seriia Radiotekhnika. Radioaparatobuduvannia", 2018, Iss. 72, pp. 69–77.

3. Simulation of action potential in cardiomyocytes / Ivanko K., Ivanushkina N., Prokopenko Y. // Proceedings of 2017 IEEE 37th International Scientific Conference on Electronics and Nanotechnology (ELNANO 2017).

ФОТОМЕТР ДЛЯ ДОСЛІДЖЕННЯ БІОЛОГІЧНИХ РІДИН

Караченцева К. О.
ХНУРЕ, проспект Науки, 14, Харків, Харківська область, 61000,
E-mail: Katya.Karachenceva1997@gmail.com

Є багато методів лабораторного аналізу, основними є: оптичні, метод серій, експрес методи та метод світової мікроскопії. Кожен з них широко використовується у медичних лабораторіях, але найбільшу популярність отримали оптичні методи до яких відноситься і фотометрія. Даний метод є актуальним так як володіє високою точністю, селективністю, відтворюваністю, скорочує час проведення аналізу. Фотометрія дозволяє визначати кількісні параметри якісних кольорових хімічних реакцій. Отже, фотометричні методи є актуальними в наш час, і з цього приводу було розроблено економічно доступний фотометр для дослідження біологічних рідин.

Метод фотометрії засновано на законі Бургера-Ламберта-Бера. Його суть полягає в тому, що шари речовини однакової товщини завжди поглинають одну й ту саму частину падаючого на них світла.

Метод фотометрії широко застосовується у лабораторному аналізі, а саме: визначення кількості білка в сечі за допомогою спектрів поглинання Кумассі, визначення різних форм гемоглобіну за допомогою їх спектрів, а також визначення спектрів поглинання жовчі людини та інші.

Розглянули основні методи фотометрії: візуальна колориметрія, спектрофотометрія та фотоелектроколориметрії. Із розглянутих методів вибрали метод спектрофотометрії, так як у цього метода ширше діапазон хвиль, ніж в колориметрії. Також розглянули існуючі фотометри, які використовуються у вітчизняних клініках на даний час: КФК-3КМ, СФ-26 та СФ-2000. При детальному ознайомленні з цими приладами було виявлено, що вони являються застарілими та дорогими, складними у застосуванні медичних працівників, також мають великі габарити, що є недоліком при транспортуванні з приладом, не мають зв’язку з ПК, що не дає можливості оброблювати та передавати дані.

Була розроблена структурна схема приладу, яку зображено на рисунку 1.

1 – блок передачі інформації, який здійснюється за допомогою USB порту ПК. На цей вхід подаються дані світлового потоку.

2 – блок гальванічної розв’язки, який необхідний для передачі сигналу до блоку управління. Також гальванічна розв’язка необхідна для безконтактного управління та для захисту приладу та медичного працівника від ураження електричним струмом.

3 – блок управління, який потрібен для вибору одного з семи світлодіодів для підсвічування кювети.

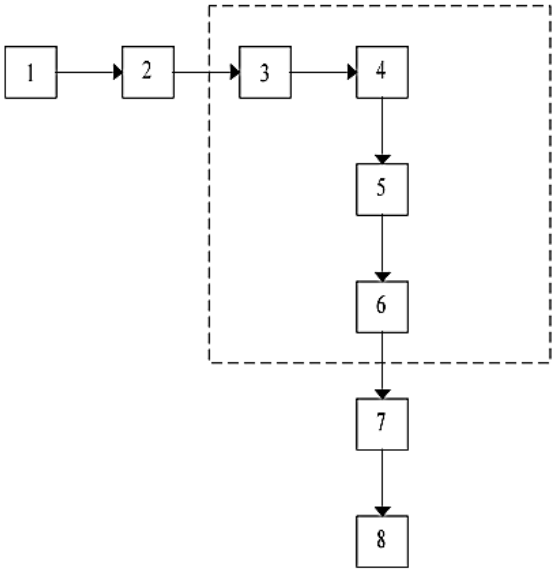


Рисунок 1 – Структурна схема фотометру для дослідження біологічних рідин: *1* – блок передачі інформації; *2* – блок гальванічної розв'язки; *3* – блок управління; *4* – блок світлопередачі; *5* – кюветне відділення; *6* – фотоприймач; *7* – перетворювач; *8* – ПК;

Причому в цьому блоці відбувається калібровка приладу з послідовними перемиканням світлодіодів – вимір світлопропускання кювети із стандартним розчином). У ході калібрування дані поступають на ПК про готовність до роботи.

4 – блок світлопередачі до якого входять світлодіоди, які випромінюють світло в діапазоні видимого електромагнітного випромінювання.

5 – кюветневідділеня, яке необхідно для установки кювети.

6 – фотоприймач, в якості якого застосовуємо фоторезистор, який приймає світло від блоку *4* (світлодіодів). Також фоторезистор є частиною резистивного дільника, з якого сигнал подаємо на вхід АЦП МК. Дільник потрібен в пристрої для установки опорної напруги.

7 – перетворювач або МК, в якому частота сигналу від джерела світла (світлодіодів) перетворюється на світловий потік, за рахунок подачі сигналу на вхід АЦП МК.

8 – ПК, який потрібен для обробки отриманих результатів в результаті аналізу біологічних рідин. Також від ПК можливе живлення пристрою.

При розробці структурної схеми особливу увагу приділила калібруванню, так як при проведенні фотометричних аналізів це найголовніший етап. Також приділила увазі застосувати USB порт для передачі, обробці інформації (розрахунок параметрів, побудування спектральних характеристик) за допомогою ПК та програмного забезпечення «SvetSpec», що допоможе медичному персоналу чи лаборанту зменшити час на проведення аналізу та отримання результатів.

ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ МОДУЛИРУЮЩЕГО СИГНАЛА ДЛЯ УНИВЕРСАЛЬНОГО НИЗКОЧАСТОТНОГО ГЕНЕРАТОРА

Кипенский А. В., Король Е. И., Продченко Н. С.
НТУ «ХПИ» ул. Кирпичева, 2, г. Харьков, 61002

В последние годы в физиотерапии наметилась тенденция в использовании именно модулированных воздействий различными факторами физической природы [1]. Такой подход в значительной степени подавляет адаптационные и суммационные процессы в организме человека, что повышает эффективность терапевтического воздействия [2].

Модуляцию сигналов для физиотерапии можно представить, как периодическое изменение состояния сигнала, которое характеризуется определенной совокупностью амплитудно-частотно-временных параметров. При этом переход сигнала от одного стационарного (квазистационарного – для гармонических и импульсных сигналов) состояния к другому может сопровождаться изменением одного или нескольких параметров по линейному или по нелинейному законам. В работе [3] теоретически обоснована возможность создания универсального низкочастотного генератора, позволяющего формировать различные виды сигналов для физиотерапии.

Выходной сигнал такого генератора получают путем модуляции исходного гармонического сигнала с помощью частотного, амплитудного и амплитудно-импульсного модуляторов. Для формирования модулирующих сигналов предусмотрены специальные формирователи. В простейшем случае модулирующий сигнал для модуляторов универсального генератора содержит четыре участка (см. рис. 1). Из них два стационарных (1 и 3) и два переходных (2 и 4). Уровень напряжения на каждом из стационарных участков может изменяться от –1 В до +1 В. Варианты комбинаций уровней напряжений на стационарных участках сведены в табл. 1. Анализ таблицы показывает, что не все из рассмотренных вариантов имеют смысл. Вариант 5 не позволяет обеспечивать переход сигнала из одного состояния в другое.

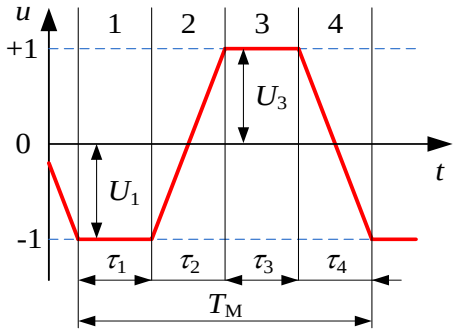


Рисунок 1 – Модулирующий сигнал

Таблица 1. Комбинации значений напряжений на стационарных участках

Варианты	1	2	3	4	5	6	7	8	9
U_1	< 0	< 0	< 0	0	0	0	> 0	> 0	> 0
U_3	< 0	0	> 0	< 0	0	> 0	< 0	0	> 0

Кроме этого, ряд пар вариантов (2–4; 3–7; 6–8) оказывается тождественно эквивалентными. Таким образом, с учетом комбинаций значений уровней напряжений на стационарных участках, для формирования модулирующего сигнала можно использовать только пять из девяти возможных вариантов, при условии, что $U_1 \neq U_3$.

Длительность каждого из стационарных (τ_1 и τ_3) и переходных (τ_2 и τ_4) участков может изменяться в диапазоне от 0 до $T_М$, где $T_М$ – период модуляции, но при этом всегда должно выполняться условие $\tau_1 + \tau_2 + \tau_3 + \tau_4 = T_М$. На практике значения длительностей участков удобнее задавать, как некоторую часть периода модуляции. В таблице 2 приведены комбинации некоторых сочетаний длительностей стационарных и переходных участков модулирующих сигналов. При этом длительности временных интервалов приняты кратными $0{,}25T_М$ только для наглядности, в реальных условиях они могут быть любыми в пределах допустимых значений.

Таблица 2. Длительности временных интервалов стационарных и переходных участков модулирующих сигналов

Варианты сигналов	Длительности временных интервалов			
	τ_1	τ_2	τ_3	τ_4
$u_1(t)$	0,5	0	0,25	0,25
$u_2(t)$	0,5	0,25	0,25	0
$u_3(t)$	0,5	0	0,5	0
$u_4(t)$	0,5	0	0	0,5
$u_5(t)$	0,5	0,5	0	0
$u_6(t)$	0,5	0,25	0	0,25
$u_7(t)$	0	0	0	1
$u_8(t)$	0	1	0	0
$u_9(t)$	0	0,5	0	0,5

На рис. 2 приведены диаграммы модулирующих сигналов $u_1(t)$–$u_9(t)$, временные параметры которых соответствуют табл. 2. Уровни сигнала U_{min} и U_{max} изображены на рисунке без учета их полярности и конкретных значений, которые могут быть заданы любыми в допустимом диапазоне изменения.

В сигнале $u_1(t)$ (см. рис. 2, *а*) длительность первого переходного участка $\tau_2 = 0$, это приводит к формированию прямоугольного фронта у импульсов модулирующего сигнала. Для формирования прямоугольного среза достаточно задать равной нулю длительность второго переходного участка $\tau_4 = 0$ (см. рис. 2, *б*). При условии $\tau_2 = \tau_4 = 0$ модулирующий сигнал будет иметь прямоугольную форму (рис. 2, *в*).

В том случае если задать равными нулю пары временных интервалов $\tau_2 = \tau_3 = 0$ или $\tau_3 = \tau_4 = 0$, получим пилообразные модулирующие импульсы, чередующиеся с паузами (рис. 2, *г*, *д*). Если задать равным нулю

длительность только третьего временного интервала $\tau_3 = 0$, то получим треугольные модулирующие импульсы, чередующиеся с паузами (рис. 2, *е*).

Для получения пилообразных или треугольных модулирующих импульсов без пауз достаточно задать равными нулю длительности стационарных участков $\tau_1 = \tau_3 = 0$ (см. рис. 2, *ж-з*).

Использование рассмотренных принципов формирования модулирующих сигналов позволяет формировать физиотерапевтические воздействия самой разнообразной формы.

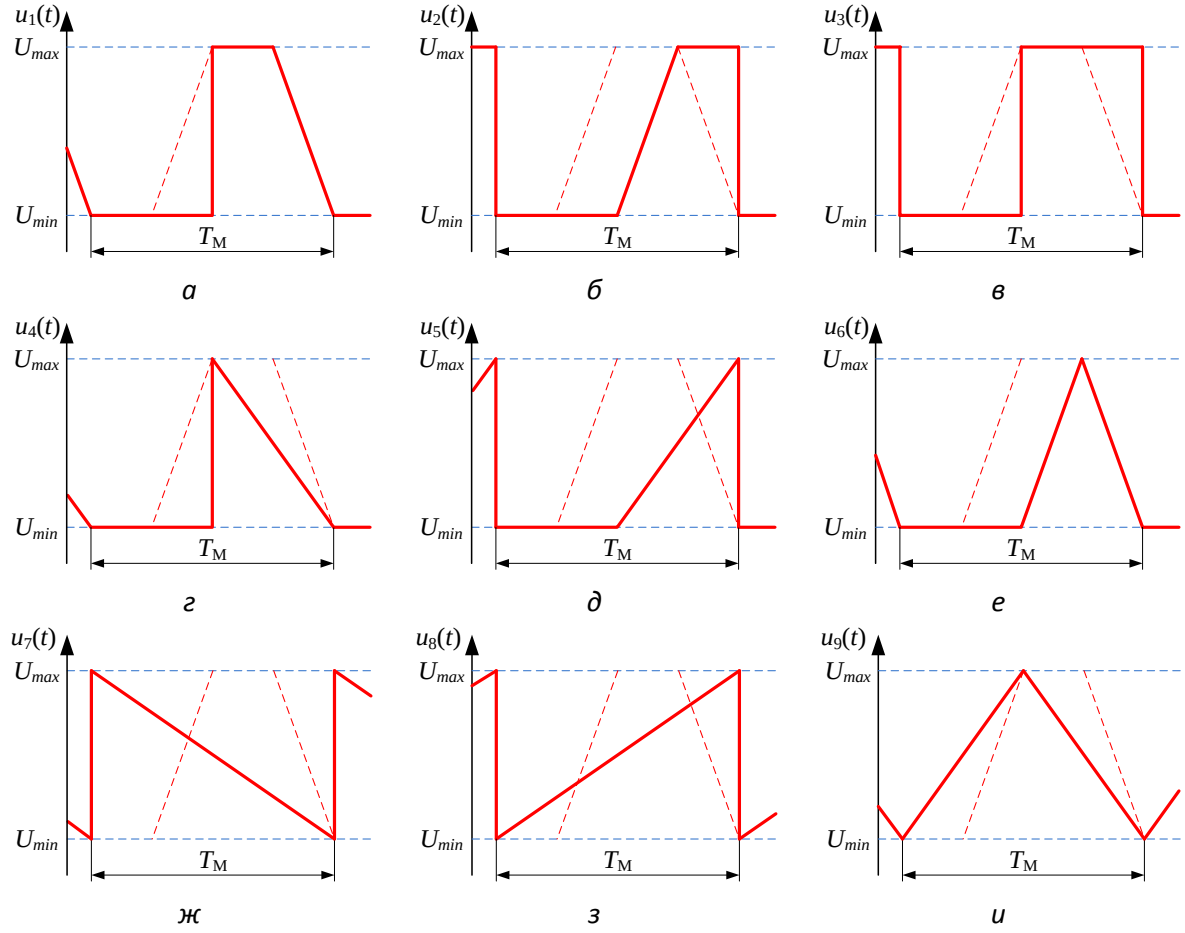


Рисунок 2 – Варианты модулирующих сигналов, полученных при изменениях длительностей стационарных и переходных участков

Список литературы

1. Боголюбов В.М., Пономаренко Г.Н. Общая физиотерапия. – М.: Медицина, 1999. – 432 с.

2. Улащик В.С., Лукомский И.В. Общая физиотерапия. – Мн.: Интерпрессервис; Книжный дом, 2003. – 512 с.

3. Кипенский А.В., Король Е.И. Теоретическое обоснование возможности создания универсального низкочастотного генератора сигналов для электротерапии // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія «Нові рішення в сучасних технологіях». – Харків: НТУ «ХПІ», 2018. – № 26(1302). – Т. 1. – С. 86-94.

ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИЙ СТЕНД ТЕЛЕМЕДИЧНОГО ДІАГНОСТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ

Колесник К. В.[1)], Шишкін М. А.[1)], Коваль С. М.[2)]
[1] НТУ «ХПІ», 61002, Харків, вул. Кирпичова 2
[2] Національний інститут терапії ім. Л.Т. Малой НАМН України
Харків, пр. Любові Малой, 2-а
E-mail: kolesniknet@ukr.net.

В сучасній медицині, де інколи від декількох секунд залежить життя пацієнта, телемедична біометрія є актуальним напрямком. В медицині біометричні системи використовуються для регистрації та передачі на відстань данних о стані здоров'я хворого, що знаходиться на відстані від лікувального чи консультативного центру.

На сьогодні існує досить телемедичних приладів та технологій, але в звязку з вимогами часу, необхідність удосконалення їх використання залежить від зростаючих вимог щодо якості та швидкості надання медичної допомоги.

В цьому сенсі наукові дослідження в галузі створення сучасних телемедичних технологій та приладів досить поширені, та для їх проведення потрібне науково-технічне устаткування та експериментальні стенди для відпрацювання запропонованих технічних рішень [1, 2].

Авторами запропонований експериментальній стенд для дослідження новітніх методик отримання, передачі та опрацювання біометричної інформації, отриманої від віддаленого пацієнта для проведення дистанційної діагностіки та контролю його стану (рис. 1).



Рисунок 1 – Функціональна схема експериментального стенду

Експериментальний стенд являє собою фрагмент телемедичного комплексу, що має у своєму складі центральний сервер (ЦС) та виносні пункти контролю (ВПК) пацієнтів, а також виносний пункт лікаря-консультанта (ВПЛ), що здійснює постійний контроль за станом пацієнта в реальному масштабі часу, та канали звязку.

До складу програмно-апаратних засобів стенду входять прилади

реєстрації біометричних документів (кардіографи, тонометри, пульсометри, термометри та ін.), мобільні засоби первинної обробки, стиснення та передачі біометричної інформації, засоби звязку та телекомунікації, сервери та прибори обробки, зберігання та реєстрації біометричної інформації і статистичної інформації про стан пацієнта та проведеного лікування [3].

В запропонованому експериментальному стенді телемедичного комплексу в якості приладів реєстрації використовуються прилади суточного моніторінгу ЕКГ, тиску та пульсу (для випадку моніторінгу артеріальної гіпертензії), з можливостю дооснащення при необхідності іншими засобами. В якості ЦС використовується ПК Intel Pentium 3.3GHz/16GT/3MB з вбудованими модемами Internet та GSM/GPRS, зовнішнім монітором та HDD 4TB, DDR 16 GB. В якості ВПК – холтер на базі модуля ESP8266 та контролера Arduino, в якості ВПЛ – планшет Apple IPad Wi-Fi 32Gb. Для забеспечення виконання поставлених задач використовується штатне ПЗ Apache HTTP-сервер, SQLite та ПЗ спец. призначення для Web –інтерфейсу бази даних, Wi-Fi модуля ВПК: ESP8266. В стенді використовані канали Internet та GSM/GPRS – звязку для передачі біометричної інформації на великі відстані між ЦС та ВПК, та Wi-Fi - для забеспечення роботи ВПЛ.

Стенд призначений насамперед для відпрацювання новітніх методик контролю та прогнозуючої діагностики пацієнтів з захворюваннями серцево судинної системи, ішемією, артеріальною гіпертензією, та може бути використаний для інших хвороб за відповідного доопрацювання.

Робота виконується НТУ ХПІ разом з НІТ ім. Л.Т. Малой НАМН України в рамках НДР М7824, та передбачає практичне використання при створенні регіонального центру артеріальні гипертензії на базі останнього.

Список літератури

1. Владзимерский А.В. Телемедицина // Донецк: ООО «Цифровая типография» – 2011. – 477 С.

2. Сокол Е.И., Колесник К.В., Коваль С.Н., Снегурская И.А., Юшко К.А. Аналитический обзор биомедицинских средств дистанционного мониторинга пациентов с артериальной гипертензией // Сборник научных трудов VI Международного радиоэлектронного форума «Прикладная радиоэлектроника. Состояние и перспективы развития: МРФ-2017»: конференция «Проблемы биомединженерии. Наука и технологии».– Украина, Харьков. – 2017.– С. 128-111.

3. Шишкин М.А., Колесник К.В., Голдобин С.Н. Універсальний сервер телемедичного комплексу // Материалы I международной научно-технической конференции»: Актуальные проблемы автоматики и приборостроения» (7-8 декабря, 2017). – Украина, Харьков. – 2017. НТУ ХПИ, – С. 99-100.

МОДЕЛЬНО-КОМПЬЮТЕРНЫЙ МЕТОД РАННЕЙ ДИАГНОСТИКИ ЛАТЕНТНОГО САХАРНОГО ДИАБЕТА 2-ГО ТИПА

Лапта С. С.
НТУ «ХПИ», г. Харьков, ул. Кирпичова 2

Работа посвящена развитию теоретических основ технических методов диагностики латентного сахарного диабета 2-го типа (СД2). В диабетологии, в связи с неудовлетворительной результативностью традиционных методов диагностики, уже более полувека проводится работа по внедрению технических средств, которые, однако, еще не решили всех медицинских проблем и требуют совершенствования.

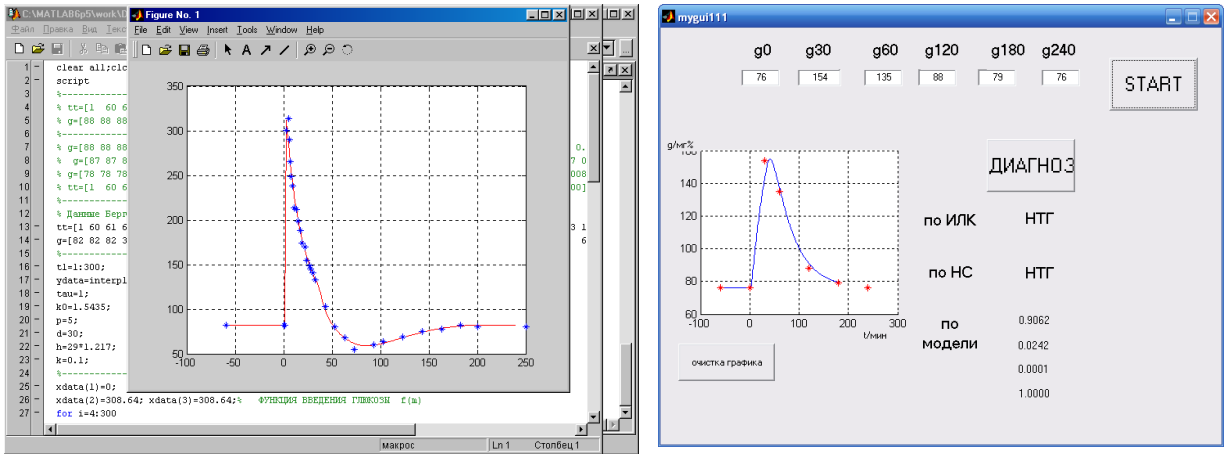
Известно, что развитие сахарного диабета (СД) обусловлено недостаточностью в секреции инсулина поджелудочной железой при сахарном диабете 1-го типа (СД1) либо в его восприимчивости тканями организма пациента при СД2. Последняя форма СД имеет длительный латентный период. В ней выделяют особое состояние с нарушенной толерантностью к глюкозе (НТГ), которое может развиться в явный СД2 и поэтому нуждается в ранней диагностике. Хотя острая форма СД успешно снимается инъекциями инсулина уже почти 100 лет, проблема предотвращения его поздних осложнений все еще не решена. Установлено, что они являются следствием хронических, даже незначительных, превышений уровня гликемии над НОРМОЙ, наблюдаемых и при НТГ. Исключить их пока не удается даже при правильном лечении по применяемым методикам. Поэтому в настоящее время эти опасные осложнения диабета пока неизбежны.

Поскольку существующие методы измерения инсулина в крови являются очень сложными и скорее качественными, чем количественными, в клинической практике был найден косвенный способ получения информации о нем путем измерения гликемии в процессе специальной глюкозной нагрузки – теста. Экзогенная глюкоза стимулирует секрецию инсулина, а динамика изменения гликемии отражает его действие. На этих гликемических данных теста основана как качественная экспертная ранняя диагностика СД2 врачами, так и предложенные ранее различные способы его объективной диагностики. Известно, что последние, превосходя экспертную раннюю диагностику латентного СД2 по выявлению состояния с НТГ в объективности, возможности автоматизации и массового применения, уступают ей в достоверности и определенности.

В последние годы коллективом исследователей, в который входит автор этого доклада, было разработано семейство оригинальных физиологически адекватных математических моделей регуляции углеводного обмена, позволяющих проведение их численного анализа практически в реальном масштабе времени. На них основан пересчет

измеренных у пациента гликемических данных в значения модельных диагностических параметров, имеющих физиологический смысл. По их значениям появилась возможность проведения ранней дифференциальной диагностики латентного СД2 у пациента с предсказанием его развития в явный диабет, которая, как установлено в совместной работе с Институтом проблем эндокринной патологи имени В.Я. Данилевського АМН Украины, не уступает экспертной диагностике опытного эндокринолога.

В настоящее время она реализована нами в виде компьютерной программы обработки клинических гликемических данных теста, интерфейс которой представлен на рис. 1.



а) б)

Рисунок 1 – Интерфейс программы ранней диагностики СД2:
а) ВТГГ, б) ПТТГ.

Традиционно измерение уровня гликемии проводят по инвазивно полученной капле крови в клинических лабораториях или простым глюкометром, уже широко распространенным у больных СД. Кроме того, сейчас с целью мониторинга гликемии в течение 3 суток ограниченно применяются дорогие подкожные сенсоры глюкозы, а также успешно разрабатываются различные неинвазивные глюкометры.

Очевидно, что оснащение программным чипом по разработанной компьютерной программе каждого из этих устройств превратит его в эффективный диагностический прибор ранней диагностики СД2.

Список литературы

1. Сахарный диабет и нарушения углеводного обмена: пер. с англ. / Г.М. Кроненберг, Ш. Мелмед, К.С. Полонски; ред. И.И. Дедов, Г.А. Мельниченко. – М.: Рид Элсивер, 2010. – 437 с.

2. Лапта С.И. Функционально-структурное математическое моделирование сложных гомеостатических систем / С.И. Лапта, С.С. Лапта, О.И. Соловьева. – Харьков: Изд. ХНЭУ, 2009. – 332 с.

ПРИЛАД ДЛЯ ВИМІРЮВАННЯ БІОІМПЕДАНСУ ЛЮДИНИ

Лосєв М. В., Томашевський Р. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
вул. Кирпичова, 2, м. Харків, 61002
romiocat.khpi@gmail.com

Кожного дня на сході України відбуваються перестрілки між українськими захисниками та проросійськими бойовиками, де неминуче гинуть українці. Тож наразі є необхідність проробки методів врятування життів у мирний час та під час бойових дій, для чого необхідно розробляти нові методи. Одним із методів відстеження стану людини є біоімпедансометрія, що проводиться у реальному часі. Вона дозволяє відстежувати зміну біоімпедансу ділянки тіла людини під впливом різних чинників, серед яких можуть бути: фізичне навантаження та відпочинок після нього, приймання різних речовин пероральним та іншими способами, зовнішня або внутрішня кровотечі, різноманітні травми, тощо.

Метою наукової роботи є розробка приладу для розробки методів аналізу стану людського тіла з використанням досвіду попередньої розробки[1]. Основними недоліками попереднього приладу можна назвати використання АЦП для оцифрування даних, що обмежувало найбільшу частоту вимірювання, відсутність звукової індикації та передача виміряних даних бездротовим інтерфейсом, що робило пристрій дорожчим та менш енергоефективним. Тож було перероблено схему вимірювання напруги, додано звукову індикацію для вчасного сповіщення оператора та USB-роз’єм для передавання даних замість пристрою бездротової передачі даних. Додатково була модернізована схема генерації напруги та її перетворення у струм, обрано сучасніший контролер, додано світлову індикацію для сповіщень у режимі енергозбереження, встановлено стабілізатор струму підзарядки для збереження ресурсу акумулятора.

Як зображено на структурній схемі (рис. 1), прилад генерує високочастотну гармонічну напругу та перетворює її в струм, що подається до ділянки тіла людини двома електродами. Після вимірювання падіння напруги на ділянці тіла під час зовнішнього впливу на піддослідного проходить розрахунок імпедансу ділянки тіла, що пізніше може бути передано до зовнішнього флеш-накопичувача для подальшого аналізу даних з метою розробки методик діагностики. Реалізований за допомогою дисплею та кнопок інтерфейс дозволяє розпочати або завершити вимірювання, обрати для нього частоти, передати виміряні дані до підключеного флеш-накопичувача, стерти їх та перейти до режиму енергозбереження.

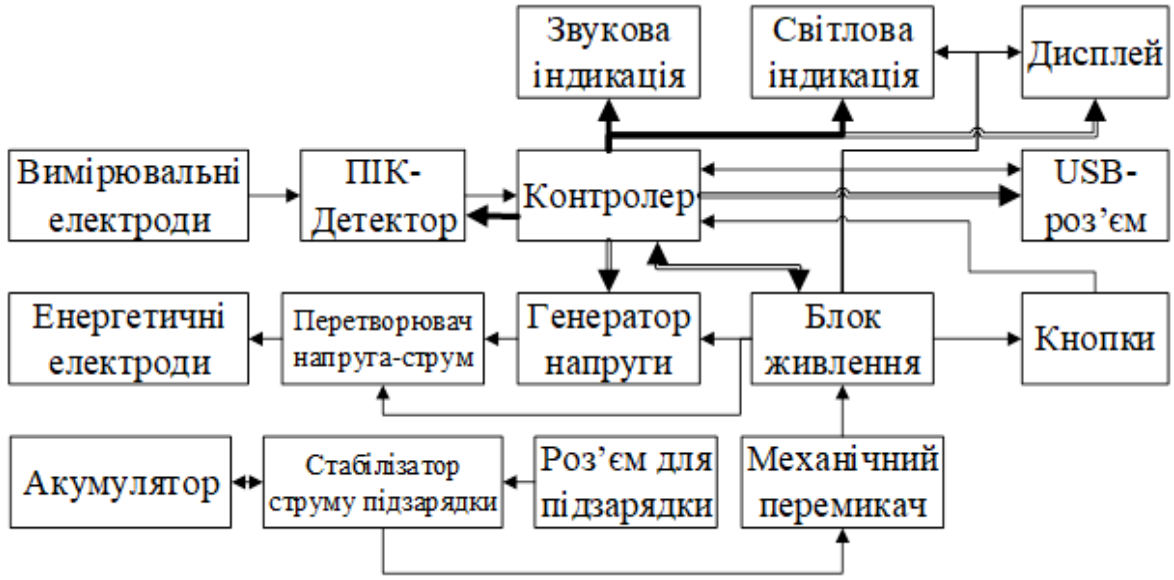


Рисунок 1 – Структурна схема приладу для вимірювання біоімпедансу людини

Пропонований принцип побудови пристрою дозволяє отримати надійний та енергоефективний прилад для вимірювання біоімпедансу ділянки тіла людини з гнучким управлінням та малими габаритами. Після проведення лабораторних досліджень приладу було вирішено використовувати його для подальшої розробки методів аналізу стану людини.

Список літератури

1. Лосев Н.В. Портативный биоимпедансометр для телемедицинского комплекса / Н.В. Лосев, Р.С. Томашевский, Ю.В. Чурсина // Актуальні проблеми автоматики та приладобудування: матеріали Міжнарод. Наук.-техн. Конфер., 07-08 грудня 2017 р./ Х., 2017. – С. 63-64.

2. Николаев Д. В. Биоимпедансный анализ состава тела человека / Д. В. Николаев, А. В. Смирнов, И. Г. Бобринская, С. Г. Руднев. – М. : Наука, 2009. – 392 с. – ISBN 978-5-02-036696 (в пер.).

3. Ильич Г. К. Электрические и магнитные свойства биологических тканей / Г. К. Ильич, В. Г. Лещенко – Минск, 2007. – С. 6.

ПИТАННЯ БЕЗПЕКИ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ МЕДИЧНОГО ГЕНЕРАТОРА ОЗОНУ

Махонін М. В.
НТУ «ХПІ», кафедра ПБМЕ , e-mail: nikalas1990@gmail.com

Озонотерапія надзвичайно ефективна при великому спектрі нозологій і, відповідно, вона потребує генератори озону які дозволяють проводити різноманітні процедури з великою варіативністю концентрацій озону та потоку озоно-кисневої суміші.

Генератори озону, які застосовуються для проведення процедур озонотерапії, є апаратами, до яких висуваються підвищені вимоги по безпеці. Хоч при їх використанні до людині не підводиться електрична енергія, генератор озону виробляє газ, який при потраплянні в дихальні шляхи людини може нанести шкоду легеням. Крім цього, генерація озону в розрядній камері за допомогою бар'єрного розряду вимагає наявності високої напруги, яка сягає, в окремих випадках, значень близько 10 кВ, що також, при певних, несприятливих умовах, може завдати шкоди операторові або іншій людині, хто перебував поруч із апаратом.

Ризики при роботі з генератором озону можна розділити на наступні групи: витік газової суміші, з якої працює генератор озону; ураження електричним струмом; порушення режиму проведення процедури; виділення шкідливих сполук. При роботі генератору озону використовується два види газової суміші: кисень, який надходить на пневматичний вхід генератора, і озоно-киснева суміш, який одержують на виході генератора. Витік кисню у великій кількості небезпечний тим, що створює ситуацію підвищеної пожежонебезпеки. Особливо в тому випадку, якщо цей витік відбувається усередині корпуса генератора озону, тому що при його роботі деякі з його елементів електричної схеми досить сильно нагріваються, від чого може відбутися загоряння кисню.

Витік озоно-кисневої суміші може вплинути на людський організм. Тому що озон генерується в розрядній камері, те його витік звичайно може відбутися тільки в пневматичному тракті у місцях, де підключається периферійні вузли для проведення процедур озонотерапії або барботування масел. Як відомо, у великій концентрації озон негативно впливає на дихальні шляхи, що може привести до зупинки дихання.

Для зниження ймовірності утворення витоку в різних вузлах генератора озону необхідно проводити зовнішній огляд апарата і його вузлів перед кожною процедурою.

Мінімізації ризиків ураження електричним струмом при роботі з генератором озону, у першу чергу, повинна лягати на виробників генераторів. Необхідно використовувати корпус без струмопровідних елементів, а також дотримуватися достатньої відстані до тих вузлів генератора озону, які знаходяться під впливом напруги високої амплітуди.

Особливо важлива ізоляція в місці виходу пневматичного тракту, тому що саме цей канал з'єднаний з розрядною камерою генератора озону. Також слід зазначити, що при розробці й виробництві генераторів озону, як і будь-який іншої електронної техніки, необхідно використовувати електричні елементи, номінальні параметри котрих будуть вищі ніж експлуатаційні. А якщо ні, то, вихід з ладу електричних елементів часто супроводжується виділенням продуктів горіння, які можуть привести до погіршення самопочуття людей, які будуть перебувати в цей момент у кабінеті, де працював генератор озону, або привести до зміни заданих параметрів його роботи, що негативно вплине на пацієнта.

Порушення режиму проведення процедур може значно знизити ефект від проведення процедури озонотерапії, а в крайніх випадках і нашкодити пацієнтові. Порушення режиму в цьому випадку полягає у відхиленні витрати озоно-кисневій суміші або концентрації озону в озоно-кисневії суміші від заданих оператором параметрів. Для запобігання подібних ситуацій можливе використання датчиків витрати суміші й концентрації озону в пневматичному тракті генератора озону.

При виробництві генератора в його вузлах, які безпосередньо контактують із озоном, необхідно використовувати матеріали, що не піддаються його впливу. Такі матеріали значно підвищують строк роботи вузлів генератора озону, а також запобігає потраплянню шкідливих для людини часток матеріалів. У разі використання звичайних матеріалів є ризик потрапляння часток їх окислів у озоно-кисневу суміш, яка контактує з пацієнтом. Проведення процедур озонотерапії може привести до погіршення стану пацієнта, тому що вплив буде здійснюватися не тільки озоном, а й шкідливим окислами різних матеріалів.

Вироблені медичні генератори озону повинні відповідати високим вимогам по якості застосовуваних у них вузлах. Якість компонентів, використовуваних у генераторі, і їх певні властивості безпосередньо впливають на якість процедур, а також на здоров'я медичного персоналу, які працюють у кабінетах озонотерапії.

Список літератури

1. Ганичев В.В., Попсуйшапка А.К. / Основные медико-технические требования к медицинским озонаторам // Международный медицинский журнал. Приложение: «Озонотерапия». – Харьков, ХМАПО, 2003. – С. 26-28.

2. B. L. Loeb, “Ozone: Science & Engineering: ThirtyThree Years and Growing,” Ozone: Science & Engineering, Vol. 33, 2011, pp. 329-342.

3. The Analysis of Technical Solutions for Medical Ozonators / Sokol E.I., Kipenskiy A.V., Kulichenko V.V.,Tomashevskiy R.S., Barkhotkina T.M. // 2013IEEE XXXIII International Scientific Conference Electronics and Nanotechnology (ELNANO). April 16-19, 2013, Kyiv, Ukraine – p. 262-265.

ШВИДКОДІЮЧИЙ ТЕРМОМЕТР В СИСТЕМІ МОНІТОРІНГА ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО СТАНУ ЛЮДИНИ

Мещанінов С. К.
Дніпровський державний технічний університет,
вул. Дніпробудівська 2, м. Кам'янське, 51918, Україна
sergey.meshaninov@gmail.com

Вимірювання температури тіла людини складають одну із найбільш частих завдань діагностики фізіологічного стану людського організму. Проте, існуючі датчики температури біологічних об'єктів (БО) мають недостатню швидкодію при збереженні необхідної точності або навпаки, що не задовольняє специфіці умов вимірювання, наприклад, у період епідемій, коли вимагається практично миттєва реалізація цієї процедури. З метою отримання відповідного технічного рішення, шо могло б задовольняти викладеним вище умовам, здійснено математичне моделювання процесу вимірювання температури тіла людини з врахуванням біологічного зворотного зв'язку (БЗЗ), завдяки дії якого відбувається швидке охолодження до температури поверхні шкіри людини і подальше встановлення теплового балансу між чутливим елементом датчика і температурою тіла людини. Механізм теплообміну живого організму з довкіллям дозволяє представити процес взаємодії чутливого елементу і БО у вигляді простої імітаційної моделі, зображеної на рис. 1, що досліджувалася в MATLAB Simulink.

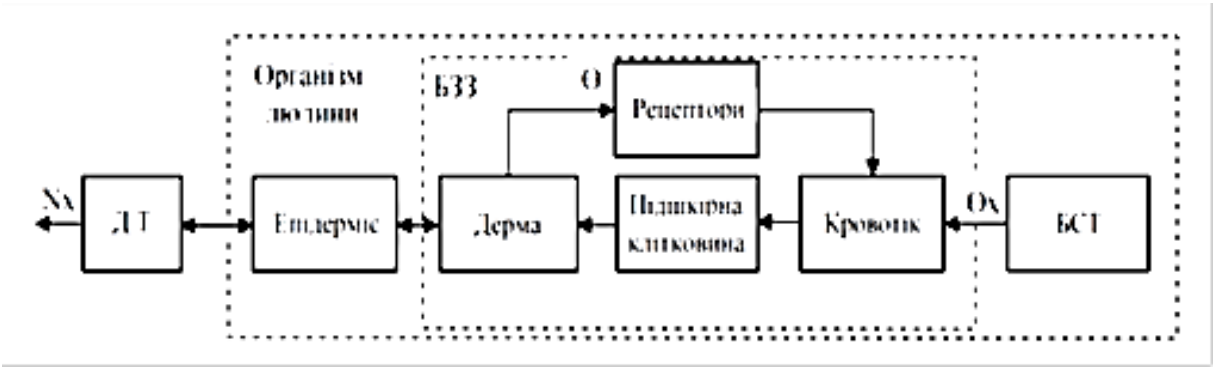


Рисунок 1 – Структура імітаційної моделі теплообміну між БО і ДТ

Імітаційна модель включає модель датчика температури (ДТ), біологічного об'єкту, що складається із зовнішнього прошарку шкіри (епідермісу), що взаємодіє із зовнішнім середовищем і термочутливим елементом датчика, і модель функціонування БЗЗ (внутрішніх прошарків шкіри: дерми і підшкірної жирової клітковини, капілярної системи і термочутливих рецепторів), а також модель блоку сталої температури, що моделює внутрішні органи, температура яких вважається постійною в часі

за рахунок процесу терморегуляції БО. Запропонований набір елементів структури містить усі основні компоненти, що необхідні для моделювання процесу взаємодії ЧЕ з БО на фізичному рівні з урахуванням впливу БЗЗ.

На рис. 2 приводиться модель датчика температури (ДТ) у режимі вимірювання температури поверхні шкіри, де $R_д$ - теплопровідність контакту між чутливим елементом (ЧЕ) і корпусом датчика, що має температуру Ед; $R_{ЧЕ}$, $C_{ЧЕ}$ - теплопровідність і теплоємність ЧЕ; $E_{ЧЕ}$ - температура ЧЕ датчика у момент торкання; $R_{тк}$ - опір теплового контакту корпуса ЧЕ датчика; I(t) - кероване джерело струму для нагріву ЧЕ. Ці параметри впливають на процес теплообміну між зовнішнім середовищем і шкірою людини. Ключі Кл1, Кл2, КлЗ призначені для моделювання процесу вимірювання температури, починаючи з моменту торкання, який задається функцією управління F. Логічний стан F = 1 ключів Кл1, Кл2, Кл3 – є початком процесу вимірювання (момент торкання ЧЕ поверхні шкіри). При цьому ключі Кл1 і КлЗ розмикаються, а ключ Кл2 замикається. Таким чином, тепловий потік від поверхні шкіри перемикається із зовнішнього середовища на чутливий елемент.

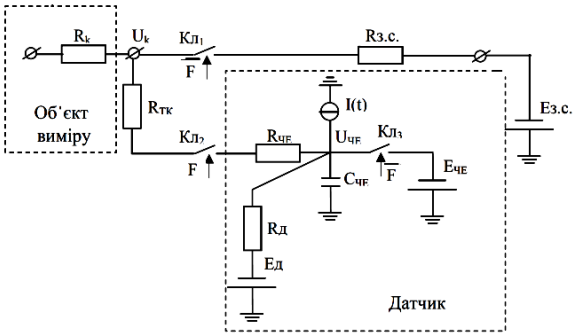


Рисунок 2 – Структура моделі теплових процесів ЧЕ ДТ

Відповідно до моделі взаємодії датчика і об'єкту вимірювання в режимі вимірювання температури поверхні шкіри розроблена модель датчика температури, де в якості чутливого елементу використовується термістор B573 фірми «EPCOS». Об'єктом моделювання є частина вимірювальної системи, що включає вимірювальний ланцюг, диференціальний підсилювач, а також ділянку шкірного покриву, що контактує з чутливим елементом, з обліком БЗЗ. Біологічний об'єкт в даному випадку представлений у вигляді однорідного середовища.

Основою для побудови моделі послужили експериментальні дані за визначенням часу вимірювання температури залежно від температури чутливого елементу, які отримані з використанням мостової вимірювальної схеми.

Модель датчика температури розроблена з використанням програмного середовища Matlab Simulink, яке дозволяє провести необхідний обсяг досліджень.

ВИЗНАЧЕННЯ МАГНІТОЧУТЛИВОСТІ ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ, ЯК ПОКАЗНИКА ВИКОНАННЯ МАГНІТОТЕРАПІЇ

Мещанінов С. К., Сай О. В., Кривенцов Д. С.
Дніпровський державний технічний університет,
вул.Дніпробудівська 2, м. Кам'янське, 51918, Україна

Визначення магніточутливості пацієнта необхідно в сучасній практиці магнітотерапії. Магнітотерапія заснована на використанні біологічної та лікувальної дії відповідних електромагнітних полів [1].

Під магніточутливістю розумітимемо здатність організму людини сприймати магнітне поле, і відповідати фізіологічною реакцією тією системою організму, дія на яку була найбільшою [2]. Ефект від магнітотерапії залежить від рівня магніточутливості організму людини. При високому рівні магніточутливості хворих вірогідність позитивного клінічного ефекту зростає, а при виявленні низького – навпаки, знижує і може бути зовсім недоцільним. Міра магніточутливості пацієнта – слугує прямим показником до проведення встановленої магнітотерапевтичної процедури.

Для прийняття рішення по визначенню рівня магнітної чутливості пацієнта використовують як різні біометричні параметри так і алгоритми їх обробки [1]. На основі проведеного аналізу в даній роботі виділено два показники, що відповідають пред'явленим вимогам: середньоквадратичне відхилення (СКВ) похибки частоти серцевих скорочень (ЧСС) і різниця температури біологічної активної точки (БАТ) до, під час, і після впливу магнітним полем. Після реєстрації в кожній з вибірок оцінюється СКВ ЧСС, після чого отримані дані аналізуються на предмет зміни закону розподілу кардіоінтервалів. Оскільки приналежність двох або більше вибірок до однієї генеральної сукупності визначається по F-критерію, то магнітну чутливість пацієнта можна вважати середньою чи високою, якщо виконується умова [3]:

$$\begin{cases} (F_1 \geq F) \cap (F_2 < F), \\ F_1 = \dfrac{S_1^2}{S_2^2}, \\ F_2 = \dfrac{S_3^2}{S_4^2}, \end{cases},$$

де S_1^2 – більша з дисперсій розподілу кардіоінтервалів до і під час впливу магнітним полем, S_2^2 – менша з дисперсій розподілу кардіоінтервалів до і під час впливу магнітним полем, S_3^2 – більша з дисперсій розподілення кардіоінтервалів до і після впливу магнітним полем, S_4^2 – менша з дисперсій розподілення кардіоінтервалів до і після впливу магнітним

полем, F– табличне значення квантіля розподілення з заданим значенням довіреної ймовірності (P = 0,95).

Запропонована модель дії магнітного поля на пацієнта при визначенні його магніточутливості, див. рис. 1.

Згідно моделі, наведена е.р.с. індукції $e_{інд}$ перетворюється в напругу U блоком e/U з коефіцієнтом перетворення, визначуваним значенням R, яке поступає на другий вхід блоку. Отримана напруга перетворюється в еквівалентне значення тривалості кардіоінтервала T_e, яке потрібне для відробітку системою пред'явленого збурення. Після чого значення T_e в блоці T_e/T_T. порівнюється з уставкою, або заданим значенням T_o при якому система знаходиться в стійкому стані, і на основі аналізу отриманої різниці виробляється поточне значення тривалості кардіоінтервала T_T. Зміна вихідного значення T_T викликає зміну коефіцієнта перетворення блоку e/U через зміну вихідного значення T_T/R [3].

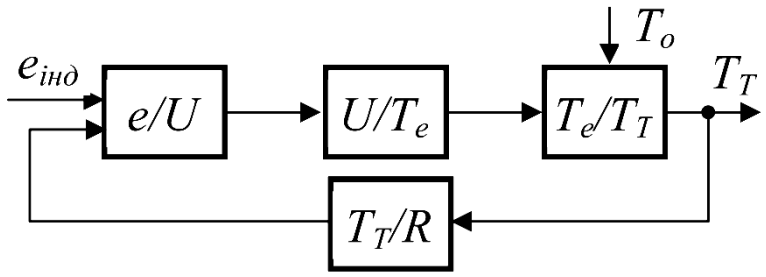


Рисунок 1 – Модель дії магнітного поля на пацієнта

Функцію блоку e/U виконує точка акупунктури, перетворення U/T_e і T_T/R, порівняння T_e і T_T, формування сигналу на збільшення або зменшення тривалості кардіоінтервала виробляє центральна нервова система (ЦНС), а формування поточного значення T_T на основі сигналів управління від ЦНС здійснює серце.

Блоки перетворення, як і вся наведена модель моделювалася шляхом реализації функцій у середовищі Simulink пакета Matlab, в результаті чого було обрано такі значення параметрів по визначенню магніточутливості пацієнта, які задовольняють висунутим до них вимогам [3] .

Список літератури

1. Федишин Я.І. Фізика з основами біофізики: навч. посіб./ Я.І. Федишин. – Львів: Світ, 2000. – 458 с.

2. Обоснование выбора параметров для определения магниточувствительности человека [Текст]: материалы V междунар. конф., Москва / С.С. Гостев, В.И. Жулев. - Москва: МГУ сервиса, 2003. - С.20-21.

3. Гостев С.С. Модель воздействия магнитного поля на пациента при определении магниточувствительности // Тез. докладов всерос. науч.-техн. конф. ≪Биотехнические, медицинские и экологические системы и комплексы. Биомедсистемы - 2005 ≫. Рязань: РГРТА, 2005. С.69-70.

ЛАЗЕРНА УСТАНОВКА ДЛЯ ЗНЕЗАРАЖУВАННЯ ПОВЕРХНІ ШКАРАЛУПИ ІНКУБАЦІНОГО ЯЙЦЯ

Міленін Д. М., Лисиченко М. Л.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, e-mail: 1prlysychenko@ukr.net

На поверхні шкаралупи яйця завжди присутня велика кількість мікробів, більшість з яких є шкідливими, вони потрапляють на неї з пилом, від підстилки, тари, рукавиць операторів. Свіже, не пошкоджене яйце надійно захищено від проникнення в нього шкідливої мікрофлори завдяки наявності шкаралупи та підшкаралупної оболонки. Крім того, навіть при потраплянні бактерій в яйце – білок руйнує та знищує їх завдяки розчиненню. Одним із шляхів боротьби із шкідливою мікрофлорою є дезінфекція або знезаражування поверхні яйця. Найбільш розповсюдженим способом дезінфекції є хімічна дезінфекція, коли в шафу спеціально вводиться або розпилюється дезінфікуючий розчин. Для дезінфекції яєць використовують в більшості формальдегід , йод, озон, марганцевокислий калій, вапно, ін. [1]. Недоліком способу є складність дотримання необхідної концентрації хімічних речовин від чого залежить якість знезаражування поверхні шкаралупи.

Відомий знезаражування поверхні інкубаційних яєць, який включає обробку їх поверхні водним розчинним препаратом на основі четвертинного амонієвого з'єднання де використовують 0,05-0,1 % водневий розчин композиції із де метил-актадецил амонію броміду або триметилоктадецил амонію броміда 50 %, пергідриту 50 %, яким дезінфікують яйця за 2-3 *год* до закладки в інкубатор [2]. Недоліком вказаного способу є наявність хімічних речовин в шафі інкубатора і складність дотримання необхідних відсотків хімічних речовин в розчині.

Відомий спосіб обробки інкубаційних яєць, який забезпечує примусову активізацію мікрофлори, завдяки застосування лазера, яка знаходиться на поверхні шкаралупи яйця та перебуває в анабіозі для якісного подальшого знезаражування. Однак, безпосередньо процес знезаражування здійснюється хімічним речовинами, яким притаманні раніше вказані недоліки.

Метою дослідження є підвищення ефективності технологічного процесу знезаражування інкубаційних яєць на основі застосування імпульсного лазерного випромінювання з довжиною хвилі в інфрачервоному діапазоні для обробки поверхні шкаралупи. Особливість дії лазерного випромінювання із вказаними параметрами є можливість здійснювати дезінфекцію поверхні яйця, здійснювати дезінфекцію поверхні яйця внаслідок утворення в поверхневому шарі перегрів, який і

знищує бактерії. Оскільки імпульс короткий (1,5 *мкс*), а інтервал між імпульсами значно більший (0,5-0,7 *мс*) то перегрів не встигає розповсюдитись в глибину шкаралупи, що не приводить до її пошкодження. Тобто за коротким імпульсом йде пауза достатня для того, щоб шкаралупа встигла охолонути до наступного лазерного імпульсу.

Реалізація запропонованого способу у загальному вигляді досягається за рахунок здійснення наступних технологічних операцій в процесі знезаражування поверхні інкубаційного яйця (рис. 1):

1-а операція	*2-а операція*	*3-я операція*	*4-а операція*	*5-а операція*
Лазерна активізація мікрофлори на поверхні яйця *(лазер в неперервному режимі (CW), 50 мВт, 620-680 нм)*	Витримка яєць в шафі інкубатора для знезаражування *(протягом часу необхідного для активізації життєдіяльності мікрофлори)*	Лазерне знезаражування яєць від мікрофлори *(лазер в імпульсному режимі (P), 5 Вт, 890 нм, імпульс 1,5 мкс)*	Закладка партії знезаражених яєць в інкубатор	Інкубація партії

Рисунок 1

- *1-а операція*: лазерна активізація мікрофлори на поверхні яйця (довжина хвилі випромінювання – 620-680 *нм*; режим роботи неперервний (CW); потужність – 50 *мВт*);
- *2-а операція*: витримка яєць в шафі інкубатора протягом часу необхідного для активізації життєдіяльності мікрофлори, яка знаходиться в анабіозі на поверхні шкаралупи;
- *3-я операція*: лазерна обробка яєць короткотривалими імпульсами для знищення мікрофлори на поверхні яйця (довжина хвилі випромінювання – 890 *нм*; режим роботи імпульсний (P); потужність – 5 *Вт*; тривалість імпульсу – 1,5 *мкс*; тривалість паузи – 0,5-0,7 *мс*;);
- *4-а операція*: закладення партії знезараженого інкубаційного яйця в шафу інкубатора.

Список літератури

1. Отрыганьев Г.К., Отрыганьева А.Ф. Технология инкубации – М.: Россельхозиздат, 1975. – 132 с.

2. Патент №2392005, Россия, МПК AL2/18 (2006.1), Способ санации объектов вентнадзора инкубатория и инкубационных яиц / В.П. Николаенко, Н.Д. Николаенко, А.В. Николаенко (Россия) – № 2008113535/15; Заявл. 20.10.2009; Опубл. 20.06.2010 – 4 с. / http//partent/ru 2392005.

РОЗРАХУНОК ФРАКТАЛЬНОЇ РОЗМІРНОСТІ НАПІВТОНОВИХ ЦИФРОВИХ ЗОБРАЖЕНЬ В МЕДИЧНИХ СИСТЕМАХ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

Поворознюк А. І., Антоненко Г. І., Брагін Д. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»
61002, Харків, вул. Кирпичова 2, кафедра ОТП, тел. (057) 707-60-19
E-mail: ai.povoroznjuk@gmail.com

Впровадження інформаційних технологій в медичну практику привело до створення широкого спектру медичних інформаційних систем (МІС) від електронних історій хвороби до складних систем підтримки прийняття рішень (СППР). Найбільшого поширення МІС отримали в складі діагностичних комплексів, за допомогою яких проводяться різні інструментальні обстеження пацієнтів.

Переважна більшість діагностичної інформації містять дані, які одержують при візуалізації і морфологічному аналізі (виділення діагностично-значущих структурних елементів на фоні перешкод) біомедичних сигналів та зображень [1]. Медичні зображення (ренгенограми, мамограми, УЗД та ін.) є одним з важливих засобів отримання візуальної інформації про внутрішні структури і функції людського тіла, яка не сприймається безпосередньо зором.

Існуючі методи обробки зображень мають обмежену сферу застосування при обробці медичних зображень, так як зазначені зображення є малоконтрастними, містять значну шумову складову, а діагностичні елементи - значну варіабельність. Крім того, деякі елементи мають нерегулярну (фрактальну) структуру (наприклад - мікрокальцинати в мамографії).

Метою роботи є розробка спеціалізованих методів морфологічного аналізу та подальшої класифікації, які засновані на врахуванні особливостей розглянутих зображень у вигляді моделей корисних сигналів, зокрема моделей фрактальної розмірності.

Формалізація методу. Напівтонове зображення задано множиною пікселів $F = \{Z_{ij}, i = \overline{0,k}, j = \overline{0,l}\}$, де $Z_{ij} \in \{0, 255\}$ – значення інтенсивності пікселів з координатами (i, j). Оскільки градація сірого визначена тільки для пікселів, F можна розглядати як функцію від цілочисельних аргументів. Довизначимо F для точок з дійсними координатами (x, y), $i \le x < i+1$, $j \le y < j+1$, тоді ми можемо говорити про площу поверхні графіка побудованої функції F.

Розрахунок фрактальної розмірності функції градації сірого F виконується ітераційно для δ = 1,2, ..., 127. При цьому навколо поверхні Z_{ij} будується спеціальне δ-паралельне тіло товщиною 2δ, яке визначається

верхньою $u_\delta(i,j)$ і нижньою $b_\delta(i,j)$ поверхнями. Обчислюється його об'єм $V_\delta = \sum_{i,j}(u_\delta(i,j) - b_\delta(i,j))$, площа поверхні $S_\delta = V_\delta / 2\delta$ і фрактальна розмірність поверхні $D = 2 - \log_2 S_\delta / \log_2 \delta$. З огляду на те, що фрактальна розмірність D буде відрізнятися при різних δ, середнє значення відношення $\log_2 S_\delta / \log_2 \delta$ визначається методом найменших квадратів як кутовий коефіцієнт a_1 лінійної регресії $y = a_0 + a_1 x$ в координатах $x = \log_2 \delta;\ y = \log_2 S_\delta$.

Програмна реалізація та тестова перевірка. При програмній реалізації наведеного вище методу обґрунтовано вибір операційної системи (ОС) Windows, яка займає майже 90% ринку ОС для персональних комп'ютерів. Крім того, її API дозволяє ефективно побудувати необхідний інтерфейс користувача. Мовою програмування було обрано мову C#, яка дозволяє використовувати безпосередньо API системи Windows, має гнучкі можливості для роботи з пам'яттю, має багато бібліотек для роботи з інтерфейсом.

Розроблений програмний продукт «FractalMed» має наступні можливості: відкриття зображень різних форматів; перегляд зображення; приближення та віддалення; вибір області розрахунку фрактальної розмірності; розрахунок фрактальної розмірності та класифікація на класи норма/патологія. При тестуванні проаналізовано 60 мамограм, серед них 40-без явних патологій і 20-з патологічними структурами різних типів (пухлини, внутрішньопротокові утворення та мікрокальцинати). Була розрахована фрактальна розмірність всього зображення та виділених фрагментів. Показано, що фрактальна розмірність всього зображення не дає статистично-значимих результатів про наявність чи відсутність патологій, але фрактальна розмірності виділених фрагментів, є статистично-значимою характеристикою наявності/відсутності патологій.

Висновки. Показана можливість використання фрактальної розмірності для класифікації мамограм на класи норма / патологія при скринінговому обстеженні пацієнтів в медичних системах підтримки прийняття рішень (СППР). Програмна реалізація розробленого методу у вигляді DLL-модулів в складі СППР дозволять лікарям підвищити достовірність діагностики та вибору адекватної лікувальної тактики.

Список літератури

1. Поворознюк А.И. Основные этапы обработки изображений при проектировании биотехнических систем в медицинской радиологии / Д.А. Бойко, А.И. Поворознюк, А.Е. Филатова // Збірник наукових праць Харківського університету Повітряних Сил. – Харків: ХУПС, 2012. – Вип. 2(31). – С. 85-88.

ЕНЕРГОЕФЕКТИВНА РУХОМА УЛЬТРАФІОЛЕТОВА УСТАНОВКА В СВИНАРНИКУ

Семенов О. О., Лисиченко М. Л.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, e-mail: 1prlysychenko@ukr.net

Дія ультрафіолетового випромінювання на біологічні об'єкти багатогранне: воно впливає на вітамінний, білковий, вуглеводний, газоенергетичний обмін, тобто, не тільки для стимулювання процесу утворення вітаміну *D*. Так, наприклад, завдяки ультрафіолетовому опромінюванню молодняка тварин активізуються кровотворні органи, що приводить до збільшення швидкості обміну речовин, і як результат підвищуються на 20,1 % набір живої ваги, зменшує рівень захворювання на рахіт, ін. Особливо ультрафіолетове опромінювання стає доцільним з переведенням тваринництва на промислову основу, коли тварини утримуються постійно протягом року в закритих приміщеннях [1]. Відома установка для підвищення продуктивності, життєдіяльності та загальної резистентності молодняку тварин, в якій використовуються опромінювачі для одночасної обробки інфрачервоним та ультрафіолетовим випромінюванням [2]. Недоліком вказаної установки є застосування в якості джерела ультрафіолетового випромінювання люмінесцентної еритемної лампи типу ЛЕ-30, яка працює одночасно з інфрачервоною лампою типу ИКЗК-250 протягом доби в осінньо-зимовий період, що призводить до значних енерговитрат – 0,57 *кВт*год/доб*.

Найбільш поширеною є рухома установка типу УО-4, в якій встановлено опромінювачі з лампою ДРТ 400 [3]. Установка працює протягом доби в тваринницькому приміщенні 30 *хв,* а споживання електроенергії одним опромінювачем складає 0,23 *кВт*год/доб*. Крім того, аналіз спектру випромінювання виявив, що в ньому присутнє окрім еритемного випромінювання ($\lambda_{ìàõ}$ = 280-350 *нм*) – 19,13 % ще й бактерицидне випромінювання ($\lambda_{ìàõ}$ = 220-280 *нм*) – 13,44 %, ближнє ультрафіолетове випромінювання ($\lambda_{ìàõ}$ = 350-380 *нм*) – 19,2 % та значна доля видимого випромінювання ($\lambda_{ìàõ}$ = 380-560 *нм*) – 48,1 %, яке подразнює очі тварин, особливо в нічні години та призводить до нервового розладу в організмі тварин.

Метою дослідження є зменшення енергоспоживання в установках для ультрафіолетового опромінювання молодняку тварин та усунення подразнення зорових органів тварин. Сформульована мета досягається за рахунок того, що в установці для опромінювання молодняку тварин використовується прилад, в якому в якості джерела ультрафіолетового випромінювання застосовують матриці напівпровідникових світлодіодів з

відповідним максимумом випромінювання в еритемній ($\lambda_{ìàõ}$ = 280-315 *нм*) області спектру оптичного випромінювання. Технічна реалізація досягається завдяки використанню лазерних напівпровідникових світло діодів типу GUVB-T21GH з максимумом випромінювання в діапазоні $\lambda_{ìàõ}$ = 220-320 *нм* потужністю 5 *Вт*. Споживання електроенергії однією матрицею ультрафіолетових напівпровідникових світло діодів *LED* складає 0,0025 *кВт*год/доб*. На рис.1 показано загальний вигляд установки для ультрафіолетового опромінювання молодняку тварин на основі *LED*. Установка складається із корпусу 1 з пускорегулюючим апаратом, в який вбудовані напівпровідникову світлодіоди 2.

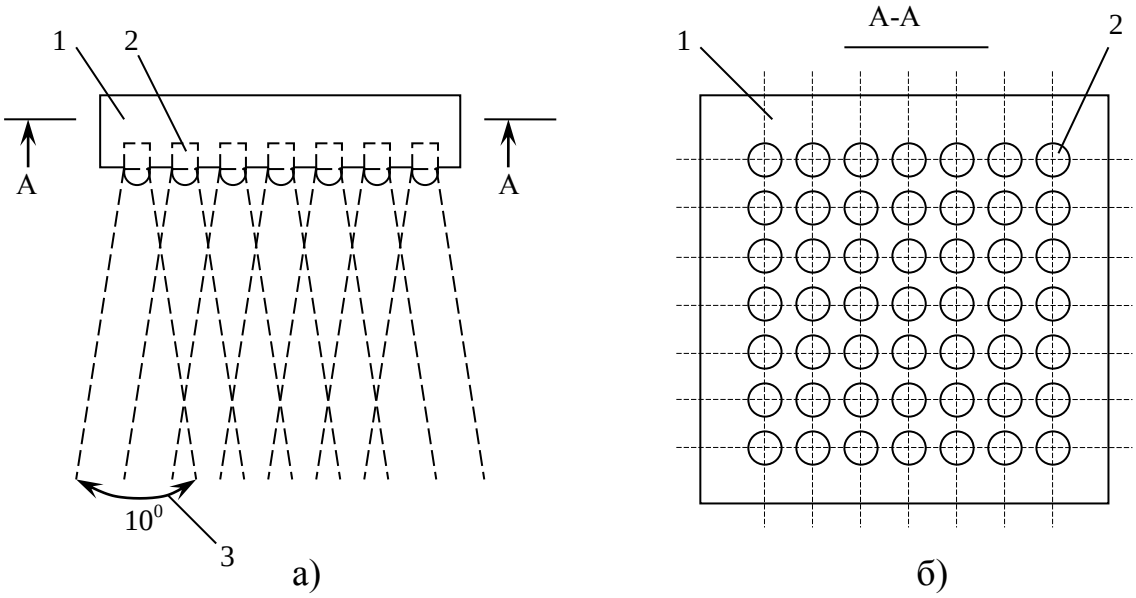


Рисунок 1

Таким чином, у випадку використання запропонованої установки для ультрафіолетового опромінювання молодняку тварин досягається рівномірна структура поля опромінювання і при цьому значно знижується споживання електричної енергії та усуває імовірність подразнення зорових органів тварин.

Список літератури

1. Лямцов А.К., Тищенко Г.А. Электроосветительные и облучательные установки – М.: Колос, 1983. – 224 с.

2. Козинский В.А. Электрическое освещение и облучение – М.: Агропромиздат, 1991. – 239 с.

3. Козинський В.А. Электрическое освещение и облучение – М.: Агропром-издат, 1991. – 239 с.

АНАЛІЗ ФОНОКАРДІОГРАМ ЗА ДОПОМОГОЮ ВЕЙВЛЕТ-ПЕРЕТВОРЕННЯ

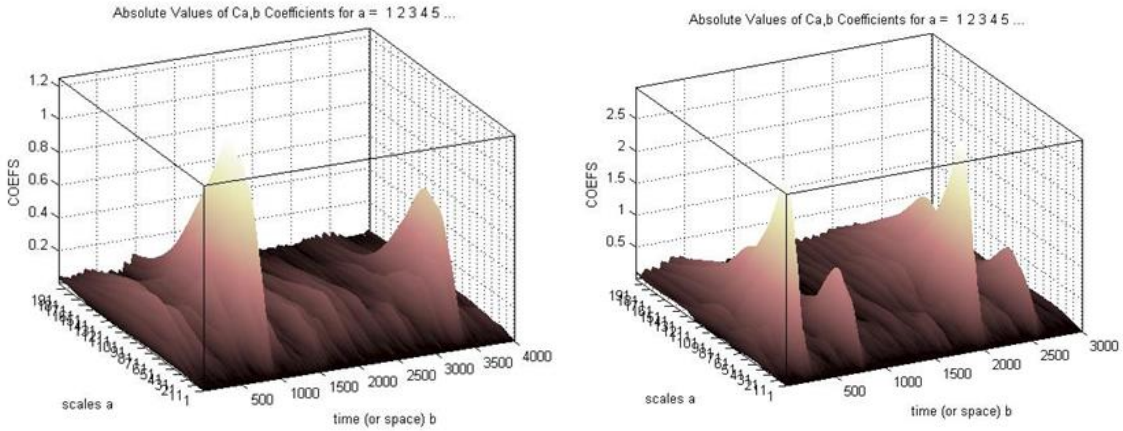
Сльозко М. П., Порєва Г. С.
Національний технічний університет України
«Київський Політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
03056 Україна, Київ,
вул. Політехнічна 16, корп.12, к.423,
E-mail: nikolas91695@gmail.com, porevanna@gmail.com

Діагностування та дослідження хвороби серця має важливе значення у лікарській практиці. Актуальність даної теми полягає у тому, що патології серцево-судинної системи стоять на першому місці шкали захворюваності. Виявлене на ранніх стадіях ще нерозвинене захворювання легше лікувати, також своєчасна діагностика дозволяє врятувати життя людині[1].

Як спосіб виявлення патологічного стану пацієнта, пропонується метод аналізу фонокардіограм за допомогою вейвлет-перетворення. Для цього був виконаний вейвлет аналіз для вибірки сигналів норми та патології. Безперервне вейвлет-перетворення є однією з найбільш успішних технік для аналізу фонокардіографічних сигналів. Це пов’язано з тим, що фонокардіографічні сигнали характеризуються швидкими змінами частоти з плином часу [2].

Вейвлет-перетворення дає найкраще уявлення про внутрішні компоненти (M1, T1, A2 і P2) і час затримки між ними [3].

На рисунку 1 зображені скейлограми ФКГ для норми (а) та серцевої патології (б). На скейлограмі патології добре видно, що немає чіткого розподілу двох основних сердечних тонів, так як зображено на скейлограмі норми.



а) б)

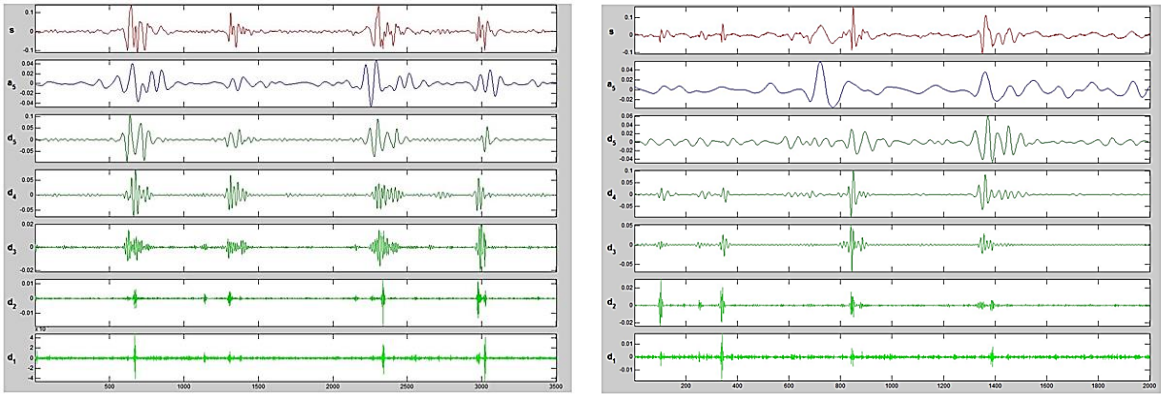
Рисунок 1 – Скейлограми ФКГ-сигналів:
а)норма, б) серцева патологія

Така зміна в роботі серця може вказувати на аортальний стеноз або ж артеріальну протоку, що в свою чергу призводить до порушення нормального кровотоку.

На рисунку 2 зображені деталізації двох з досліджуваних сигналів. При порівнянні їхніх розкладів помітно,що при патології відбувається зміна форми зубців, частоти появи тонів та додаткові шуми.

Результати виконаних експериментів з модельними фонокардіограмами в нормі та при серцевій патології показали відмінність коефіцієнтів дискретизації на четвертому рівні розкладу у випадку виявлення патологій.

За допомогою даного розкладу можна фіксувати зміну сердечного ритму, екстрасистолію, послаблення тонів тощо.



а) б)

Рисунок 2 – Зображення двохсигналів та їхня деталізація:
а)норма, б) патологія

Таким чином, в роботі розроблена методика аналізу фонокардіограм на основі вейвлет-перетворення. При подальшому дослідженні в парі з висококваліфікованим лікарем ця методика може бути дуже продуктивною і явно пришвидшити та зробити більш якісною процедуру виявлення різноманітних серцевих патологій.

Список літератури

1. Повнео бстеження серця: основні методи – http://likuvan.in.ua/povne-obstezhennya-sertsya-osnovni-metodi.html”.

2. S.M. Debbal, F. Bereksi-Reguig. “Time-frequency analysis of the first and the second heartbeat sounds. Article in Applied Mathematics and Computation 184(2):1041-1052

3. Поворознюк Н. І. Вейвлет-аналіз звукових сигналів діяльності серця / Н. І. Поворознюк, К. В. Чорний // Вісник Нац. техн. ун-ту "ХПІ" : зб. наук. пр. Темат. вип. : Інформатика та моделювання. – Харків : НТУ "ХПІ". – 2013. – № 19 (992). – С. 134-138.

ЛАЗЕРНА УСТАНОВКА ДЛЯ АКТИВІЗАЦІЇ РОЗВИТКУ КОРЕНЕВОЇ СИСТЕМИ РОСЛИН В ГІДРОПОННИХ УСТАНОВКАХ

Сухін В. В., Лисиченко М. Л.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, e-mail: 1prlysychenko@ukr.net

Забезпечення продовольчої безпеки є однією із стратегічних задач сьогодення, особливо з умови зміни клімату, яке спостерігається останнім часом вже і на теренах України. Особливо зміна температури впливає на умови виробництва продукції рослинництва у відкритому грунті [1]. З іншого боку потепління дозволяє знижувати енерговитрати при виробництві рослинної продукції в спорудах захищеного грунту (теплиці) та зробити її конкурентоспроможною у порівнянні з південними країнами [2]. Одним із розповсюджених способів вирощування овочів в теплицях вважаються гідропонні системи [3, 4].

Відома гідропонна установка, яка складається із каркасу на похилих ригелях, лотків, кошиків для утримання рослин, джерела світла підвідних та відвідних трубопроводів живильного розчину [5]. Процес опромінення рослин відбувається від закріпленого зовні джерела світла, що забезпечує обробку тільки верхньої (без коренів) частини рослини і викликає активізацію біохімічних реакцій в листах та стеблинах рослин, таких як фотосинтез і транспірація. Відома гідропонна установки, в якій з метою керування процесом розвитку рослин використовують розфокусований лазерний промінь інфрачервоного діапазону за умови повного заповнення живильним розчином труб (лотків). Недоліком даної установки з лазерною обробкою коренів рослин є необхідність встановлення лазерів у кількості відповідно кількості рослин та застосування джерел тільки інфрачервоного діапазону.

Метою дослідження є активізація розвитку рослин у вегетаційний період та скорочення кількості лазерів для обробки коренів. Сформульована мета досягається завдяки встановленню направляючої, по якій пересуваються лазери вздовж труби (лотка) та зупиняються для обробки біля кожного кореня рослини. Пересування лазера реалізується завдяки застосуванню лінійного електродвигуна. Крім того, для обробки коренів рослин застосовують лазери з довжиною хвилі 0,66 *мкм* для активізації біохімічних реакцій в поверхневому шарі та з довжиною хвилі 0,89 *мкм* для активізації внутрішніх шарів клітин.

Принцип роботи корисної моделі пояснюється кресленням, на рис. 1 показано розміщення лазерів із світловодами і направляючої в трубі (лотку) гідропонної установки. Лазери розміщують в трубі (лотку) 1 на

направляючу рейку в нижній частині разом з вторинним елементом лінійного двигунам 2, закріпленому на рамі 3, первинного елементу лінійного двигуна 4 і оптичної насадки світловоду 5, яка повинна бути встановлена перпендикулярно корінню рослини 6. Когерентне оптичне випромінювання від лазера 8 каналізується по світловоду 7 до оптичної насадки світловоду 5. Кількість лінійних електричних двигунів 4 і довжина направляючих рейок 2 визначається в залежності від кількості та довжини труби (лотків) 1.

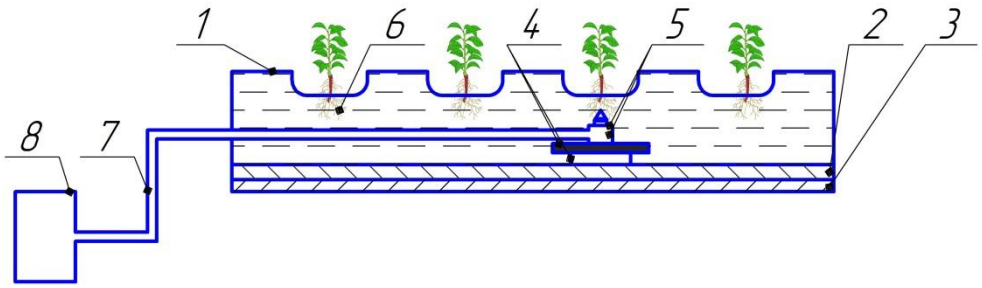


Рисунок 1

З метою активізації хімічних реакцій не тільки у поверхневому шарі кореня рослин застосовують лазер з довжиною хвилі 0,66 *мкм*, а і його внутрішніх шарах за допомогою лазера з довжиною хвилі 0,89 *мкм*.

Таким чином, запропонована конструкція гідропонної установки дозволяє відмовитись від використання хімічних речовин для активізації розвитку рослин у вегетаційний період та скоротити термін вирощування рослин до продуктивного стану (викидання першої квітки) на 5 ± 1 *діб* і забезпечує отримання екологічно чистої продукції рослинництва в спорудах захищеного грунту та зменшення її собівартості на 12-18 %.

Список літератури

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / За ред. НААН України Я.М. Гадзала, М.І. Бащенка, В,М, Жука, Ю.О. Лупенка – К.: Аграр. Наука, 2016. – 216 с.

2. Серьогін В.К. Ефективність виробництва продукції рослинництва, як фактор забезпечення продовольчої безпеки країни // Науково-виробничий журнал «Бізнес-навігатор» – 2014. – № 1. – С. 99-103.

3. Алиев Э.А. Выращивание овощей в гидропонных теплицах – К.: Урожай, 1985. – 160 с.

4. Бентли М. Промышленная гидропоника – М.: Колос, 1965. – 376 с.

5. Патент № 2041619, Российская Федерация, МПК A01G31/02. Гидропонная установка / В.П. Шарупич – № 93003435/15; Заявл. 20.01.1994; Опубл. 20.08.1995 – 4 с.

ПРОЕКТУВАННЯ БІОМЕДИЧНОЇ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ НА ОСНОВІ МОРФОЛОГІЧНОГО АНАЛІЗУ БІОМЕДИЧНИХ СИГНАЛІВ ТА ЗОБРАЖЕНЬ

Філатова Г. Є., Надірян Г. О., Чаленко А. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вул. Кирпичова, 2

У [1] розроблені моделі та методи для побудови біомедичної системи підтримки прийняття рішень (СППР) на основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень (БМС/З) з локально зосередженими ознаками (ЛЗО) з метою підвищення ефективності інструментального обстеження (ІО) пацієнта. Однак для створення СППР необхідно розробити не тільки математичне і алгоритмічне, а й програмне забезпечення, яке задовольняє висунутим в [2] вимогам.

У найбільш загальному вигляді проектовану біомедичну СППР умовно можна розбити на дві частини: автоматизоване робоче місце (АРМ) лікаря-фахівця і власне система підтримки прийняття рішень. Кожна частина має свій інтерфейс для зв’язку відповідних модулів.

АРМ лікаря-фахівця призначене не тільки для забезпечення роботи апаратної складової діагностичного комплексу, а також отримання і зберігання медичних даних, а й для попередньої обробки БМС/З з ЛЗО 1-го рівня, ведення історії обстежень, формування протоколу обстеження і роздруківки результатів (діагностичних висновків і рекомендацій).

Основними модулями СППР є наступні модулі: попередньої обробки БМС/З з ЛЗО 2-го рівня, морфологічного аналізу, вироблення рішень, візуалізації БМС/З з ЛЗО, оцінки якості морфологічного аналізу БМС/З з ЛЗО. Треба відмітити, що в модулі передобробки БМС/З 1-го рівня реалізуються стандартні методи цифрової обробки такі, як фільтрація, корекція контрасту і так далі, а в модулі передобробки БМС/З 2-го рівня реалізуються спеціалізовані методи підвищення якості БМС/З з ЛЗО, що основані на морфологічному аналізі.

В модулі морфологічного аналізу реалізуються розроблені в [1] методи морфологічного аналізу БМС/З з ЛЗО на основі узгодженої морфологічної фільтрації.

Модуль вироблення рішень призначений для формування діагностичних висновків на підставі аналізу параметрів структурних елементів, знайдених в результаті морфологічного аналізу БМС/З з ЛЗО, а також аналізу результатів попередніх обстежень та оцінки ефективності лікування в разі, якщо є про це інформація в реєстраційній картці пацієнта.

Модуль візуалізації БМС/З з ЛЗО призначений для виведення зареєстрованих та оброблених БМС/З з ЛЗО на екран монітора з можливістю зміни параметрів візуалізації (наприклад, вибір певної ділянки

БМС/З з ЛЗО з наступною зміною масштабу, корекція яскравості і/або контрасту БМЗ і так далі), а також реалізація інтерактивної роботи з БМС/З з ЛЗО (наприклад, виконання необхідних вимірювань параметрів структурних елементів, фіксація позначок на БМС/З у вигляді міток або стрілок і так далі).

В модулі оцінки якості в залежності від поставленої задачі можуть бути реалізовані різні критерії оцінки роботи окремих модулів СППР, таких як модуль морфологічного аналізу БМС або модуля візуалізації БМЗ.

Крім перерахованих вище модулів до складу СППР входять база даних (БД), база знань (БЗ) і блок управління модулями. В БД зберігаються відомості про пацієнта і результати всіх його обстежень, отримані БМС/З з ЛЗО, різна довідкова інформація (закони і нормативні документи, бланки протоколів, класифікатори хвороб і так далі) та інша необхідна для функціонування біомедичної СППР інформація. Треба відзначити, що для зберігання БМС/З з ЛЗО існують відповідні стандарти, що дозволяють реалізувати сумісність даних, отриманих від різних діагностичних комплексів (наприклад, стандарт CEN/EN 1064, протокол SCP-ECG, стандарт DICOM 3.0 и так далі). В БЗ зберігаються моделі корисних сигналів і методи перетворення БМС/З з ЛЗО на основі обраних моделей для реалізації методів морфологічного аналізу БМС/З з ЛЗО, а також правила для вироблення діагностичних рішень.

Для опису поведінки системи та її окремих елементів (поведінкових моделей) були використані UML-діаграми діяльності проектованої біомедичної СППР та її окремих модулів. На підставі розроблених UML-діаграми діяльності було створено ПЗ біомедичної СППР.

Таким чином, розроблена структура узагальненої біомедичної СППР, а також ПЗ модулів морфологічного аналізу БМС/З з ЛЗО, яке дозволило виконати перевірку адекватності розроблених методів морфологічного аналізу БМС/З з ЛЗО при обробці реальних біомедичних сигналів та зображень.

Список літератури

1. Філатова Г.Є. Методи та засоби підтримки прийняття рішень в біомедичних системах на основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень: дис. … докт. техн. наук:: 05.11.17 / Філатова Ганна Євгенівна. – Харків, 2017. – 372 с.

2. Бойко Д.А. Создание информационной структуры базы данных компьютерной системы поддержки принятия решений для диагностики митохондриальных заболеваний / Д.А. Бойко, О.В. Васильева, Д.А. Галкин, Ю.Б. Гречанина, А.Н. Дурнев, А.И. Поворознюк, А.Е. Филатова // Вісник НТУ «ХПІ». – Харків: НТУ «ХПІ», 2009. – № 13. – С. 14–22.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗПОДІЛЕННЯ ПІДОШОВНОГО ТИСКУ ПРИ ПЛОСКО-ВАЛЬГУСНІЙ ДЕФОРМАЦІЇ СТОПИ

Цапенко В. В., Терещенко М. Ф.
Національний технічний університет України
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»,
03056, Україна, Київ, Проспект Перемоги 37
E-mail: capenko.valik@ukr.net

Аналіз людської ходи, є об'єктом багатьох світових наукових досліджень. Різні захворювання і пошкодження органів опори нерідко супроводжуються серйозними функціональними порушеннями рухового апарату, зниженням сили і тонусу м'язів [1], втратою здатності до нормальних рухів, що врешті-решт призводить до інвалідності і подальшої втрати працездатності [2] або навіть сегментів опорно-рухового апарату [1]. Діагностика постави людини не була б повною без вимірювання і оцінки стану опорно-ресорних властивостей її стопи. Стопа є структурним сегментом опорно-рухового апарату, яка забезпечує його стато-локомоторну функцію, і являє собою цілісний морфофункціональний об'єкт, від якого залежить рухова функція людини [3]. При нормальному розвитку опорно-рухового апарату людини, на стопі можна простежити дві поздовжні осі. Перша, проходить через середину п'яти та проміжок між I і II плюсновими кістками - це вісь сили (опорний вектор), по якій передаються основні навантаження при ходьбі, та друга, яка проходить через середину п'яти і проміжок між II і III плесновими кістками, - вісь рівноваги і балансу. При плоско-вальгусній деформації, опорний вектор стопи зміщується латерально. Це змінює характер ходьби, є причиною посилення динамічного навантаження на весь опорно-руховий апарат [4].

Запропоновано метод для кількісної оцінки вираженості вальгусної деформації стопи, де в якості кількісного показника використовується розширений фронтальний динамічний індекс (ФДІ) *f*. Для його розрахунку стопу ділять на рівні по ширині медіальну і латеральну зони які в свою чергу розділяються на 3 окремі області (передній, середній та задній відділи стопи відповідно), для наочності впливу підошовного тиску в кожній області стопи на загальну картину патології, з подальшим розрахунком співвідношення загального тиску P_l в латеральній зоні до суми тиску ($P_l + P_m$) в латеральній та медіальних зонах (рис. 1).

$$f = \frac{P_{lf}+P_{lm}+P_{lr}}{(P_{lf}+P_{lm}+P_{lr})+(P_{mf}+P_{mm}+P_{mr})} \cdot 100\% \qquad (1.2)$$

де P_l – тиск в латеральній зоні стопи (Па); P_m – тиск в медіальній зоні стопи (Па). Індекси *f, m, r* - означають значення тиску в передньому, середньому і задньому відділах латерального та медіального краю стопи відповідно.

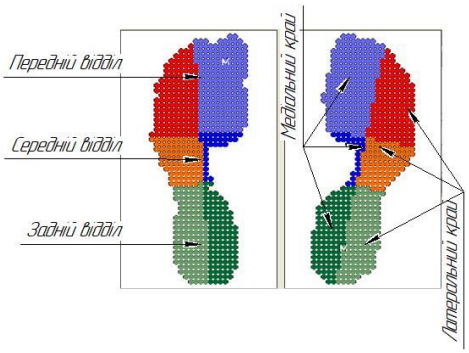


Рисунок 1 – Схема розділення стопи на латеральну і медіальну зони

Кожна точка тиску стопи аналізується в відсотковому співвідношенні відносно загальної площі стопи (рис. 1): цей відсоток визначає середнє значення тиску в кожній зоні відносно загального середнього тиску. За допомогою даного параметру можна визначати тип опори, пронацію або супінацію тощо. В нормі загальне значення має рівномірно розподілятися між латеральною та медіальною зонами кожної стопи (50% - 50%). Зміна більше ніж на 3-4% може вказувати на пронацію або супінацію: такі ж зміни мають спостерігатися між медіальними та латеральними частинами окремих відділів стопи.

Запропонований критерій розширеного фронтального динамічного індексу, як кількісний показник розподілу тиску по підошовній поверхні стопи, разом з якісними показниками, отриманими при медіа-латеральному аналізі відбитків стоп більш точно та повно оцінюють біомеханічні параметри стопи та можуть успішно використовуватися для моніторингу ефективності різних методів лікування деформації стопи.

Список літератури

1. Вонсевич К.П. Оцінювання часових характеристик електроміограми функціональних рухів кисті руки для інтуїтивного керування біонічним протезом / К.П. Вонсевич, М.О. Безуглий, А.О. Гапонюк // Наукові Вісті НТУУ КПІ. — 2018. — №. 1. — С. 45–53.

2. Цапенко В. В. Методика дослідження просторових параметрів стопи людини / Цапенко В. В., Терещенко М. Ф. // Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІІРТК-2018). Одинадцята міжнародна НПК 22-23 травня 2018 року, Київ, Україна. – К.: НАУ, 2018. – 334 с. (збірка тез) – С. 157-159.

3. Perepelkin A. I. Individual and typological characteristics of the human foot in the age aspect / A. I. Perepelkin, V. B. Mandrikov, A. I. Krayushkin. – Raleigh, North Carolina, USA: Lulu Press, Inc, 2015. – 140 с.

4. Мармыш А. Г. Особенности распределения подошвенного давления при плоско-вальгусной деформации стопы у детей / А. Г. Мармыш. // Журнал Гродненского государственного медицинского университета. – 2017. – С. 400–404.

УСТАНОВКА ДЛЯ СОРТУВАННЯ ОВЕЦЬЗА КОЛЬОРОМ ШЕРСТІ

Цибух А. В., Лисиченко М. Л.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, e-mail: 1prlysychenko@ukr.net

На протязі останніх років сільське господарство в Україні поступово нарощує об'єми виробництва але нажаль не всі галузі мають відповідний ріст [1]. Так, галузь тваринництва, яка формує близько 30 % валового сільськогосподарського продукту в АПК, відповідно статистичних даних, поступово зменшує поголів'я. Зокрема поголів'я овець в період з 1991 року скоротилось майже в 10 разів і в 2017 році склало 743,9 *тис. гол.* [2]. Нарощування поголів'я овець пов'язане із удосконаленням ряду технологічних операцій спрямованих на зниження собівартості виробництва вовни. Так, при вирощуванні овець періодично, відповідно існуючих зоотехнічних вимог, проводять бонітування стада – оцінку племінних і продуктивних якостей тварин і визначення напрямків їх подальшого використання [3,4]. Відомо, що вівці в межах, наприклад сірого забарвлення мають різноманітність за фенотипічною ознакою – відтінком смушка, який поділяється на світло-сірий, середньо-сірий, темно сірий. Причому, в залежності від кольору забарвлення змінюється не тільки продуктивність [5], а і вартість шерсті, тому доцільно проводити сортування стада перед стриженням [6]. Однак, на сьогодні оцінка кольору здійснюється суб'єктивно оператором, тобто оцінка суттєво залежить від якості його зору. Тому, доцільно розробити технічні засоби для визначення кольору шерсті та відповідне автоматичне сортування стада.

Технічна реалізація вказаної мети полягає в удосконаленні установки для сортування овець за рахунок додаткового встановлення блоку лазерної діагностики, рухомої платформи з електроприводом і автоматичним відкриванням воріт для спрямування овець у відповідні бокси для формування стада [7].

Спеціальний блок лазерної діагностики побудовано на основі напівпровідникових лазерів з випромінюванням в діапазоні 465-485 *нм* і 620-630 *нм*. Робота його побудована на основі способу спектроскопії відбитого випромінювання. Дифузно-відбите шерстним покривом вівці випромінювання несе інформацію про поглинаючі властивості середовища та особливості структури шерстинок [8]. Спектр відбиття шерсті дозволяє визначити її спектральний склад ефективної оптичної густини – параметра, який є джерелом кількісної інформації про поглинаючі властивості шерстини. Так, при потраплянні променя на окрему шерстину, яка своєю структурою нагадує світловод, відбувається часткова рефлексія на поверхні волосини з подальшим проходженням променя всередину, де

відбувається часткове поглинання, а також рефлексія на внутрішніх стінах, далі промінь виходить на зворотній стороні волосини – трансмісія. Таким чином, по дифузній частині відбитого променя можна зробити висновок про внутрішню структуру шерстини – вміст меланіну, від кількості якого залежить колір шерстного покриву тварини [9].

Використання розробленої установки для сортування овець перед стриженням дозволяє підвищити вартість шерсті при реалізації до 30 % за рахунок її кольорової чистоти, а у разі подальшого утримання відсортованого стада збільшити продуктивність по нарощуванні шерсті на 13-17 %.

Список літератури

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / За ред. НААН України Я.М. Гадзала, М.І. Бащенка, В,М, Жука, Ю.О. Лупенка – К.: Аграр. Наука, 2016. – 216 с.

2. Тваринництво України: стан, проблеми, шляхи розвитку (1991-2017 рр.) / За ред.. акад.. НААН України М.І. Бащенка – К.: Аграр. Наука, 2017. – 160 с.

3. Wool Production [Текст] / [Електронний ресурс] – режим доступу: http:www.iwto.org/wool-production.

4. Top 10 Largest Wool Producing Countries in the World [Текст] / [Електронний ресурс] – режим доступу: http:www.bizvibe.com/blog/top-10largest-wool-producing-countries.

5. Махньова С.А. Ріст та розвиток сірих сокільських ягнят з урахуванням відтінку смушку // Вісник Сумського національного університету – Суми: СНАУ, 2001. – С.

6. Nechifor I. Research on transmission of color at karakulul of botosani / I. Nechifor, C. Pascal, M. Florea, I. Padeanu // Scientific Papers-Animal Science Series: Lucrari Stiintifice – Seria Zootechnie, vol. 64. – 2015. – P. 49-52.

7. Патент на корисну модель № 128481, Україна. МПК C14B 17/06 (2006.01) Спосіб подачі овець на стриження / А.В. Цибух, М.Л. Лисиченко (Україна) – № u 2018 00936; Заявл. 01.02.2018; Опубл. 25.09.2018. Бюл. №18. – 3 с.

8. Оптическая биомедицинская диагностика / Пер. с анг. В.В. Тучина – М.: Физматлит, 2007. – 560 с.

9. Патент на корисну модель №70157, Україна. МПК G01N 21/01 (2006.01), G01N 33/48 (2006.01) Прилад для вимірювання фізико-біологічних характеристик шерстного покриву на шкіри / А.В. Цибух, М.Л. Лисиченко, В.В. Холін (Україна) – № u 2011 14174; Заявл. 30.11.2011; Опубл. 25.05.2012. Бюл. № 10. – 6 с.

НИЗЬКОІНТЕНСИВНЕ ЛАЗЕРНЕ ІЧ ВИПРОМІНЮВАННЯ ДЛЯ ФОТОБІОМОДУЛЯЦІЯ ЖИТТЄВИХ ПАРАМЕТРІВ РАКОВИХ КЛІТИН

Цокота М. В.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 03056, Україна, Київ, Проспект Перемоги 37

Оптична медична діагностика, одна з нових областей застосування лазерів, знаходиться на передньому краї застосування в усьому світі. Оптичні методи дослідження неінвазивної біоінформації або мінімально інвазивні дослідження дають значні переваги перед альтернативними методами, включаючи швидке вимірювання в реальному часі, неінвазивний і високу роздільну здатність [1].

Це дає можливість одночасного збору фізіологічних даних за допомогою багатофункціональної діагностичної системи, що концентрується на оптимізації нової технології для клінічного застосування, можливо узгоджувати та збирати інформацію в ході ранньої діагностики.

Низькорівнева лазерна (легка) терапія (LLLT) включає поглинання фотонів в мітохондріях клітин, що призводить до поліпшення транспорту електронів, збільшення потенціалу мітохондріальної мембрани (ММР) і збільшення виробництва АТФ [4].

Особливо важливою є низько інтенсивна лазерна (легка) терапія, НІЛТ, яка включає поглинання фотонів в мітохондріях клітин, що призводить до поліпшення транспорту електронів, збільшення потенціалу мітохондріальної мембрани і збільшення виробництва АТФ. При цьому в клатинах виробляються корисні реакцієздатні види кисню. Тому НІЛТ може зменшити клінічний окислювальний стрес при різних ураженнях при збільшенні клітин кисню в клітинах in vitro [2].

Фотодинамічна терапія є основним методом, застосовуваним для лікування поверхневої карциноми. Цей метод використовує синглетний кисень, що генерується лазерним порушених фотосенсибілізатором в якості основного агента, що ушкоджує. Однак тривала чутливість до інтенсивного світла, відносно низьке проникнення тканини шляхом активації світла, вартість введення фотосенсибілізатора (PS) може обмежити застосування фотодинамічної терапії.

Раніше було показано, що лазерне опромінення клітин індукувало дозозалежну загибель клітин за рахунок збільшення концентрації внутрішньоклітинних реактивних кисню, збільшення пошкодження ДНК, зниження мітохондріального потенціалу та зменшення глутатіону. Було показано, що поряд з генерацією синглетного кисню збільшення

концентрації внутрішньоклітинного ROS, викликане пошкодженням мітохондрій, сприяє руйнівній ефекту лазерного опромінення при 1265 нм [3]. В дослідженні життєздатності клітин з НІЛТ (3 Дж / см^2, CW, довжиною хвилі 810 нм, 20 мВт / см) показано, що у нормальних нейронах НІЛТ підвищувала мітохондріальний мембранний потенціал (ММП) та збільшувала активні форми кисню (АФК) [4].

Механізми, що підкреслюють клітинний адаптивний та/або активують окислювальний стрес, все ще залишаються неясними для діапазону ближнього інфрачервоного діапазону (750-3000 нм), особливо для діапазону 1265-1270 нм (найбільше поглинання молекулярним киснем). Найбільш ймовірно, що мітохондрії також можуть виявитися основною мішенню для цих довжин хвиль. Відомо, що мітохондрії можуть генерувати ROS при видимому і 800-1060 нм спектральному опроміненні, які, в свою чергу, управляють залежними від напруги аніонними каналами.

При використанні лазера довжиною 1265 нм з безперервною хвилею з вихідною потужністю 4 мВт, використовувані щільності енергії становили 0,3–9,45 Дж / см^2, було виокремлено, що лазерне випромінювання при 1265 нм може індукувати окислювальний стрес, посилювати апоптоз і порушувати роботу мітохондрій при щільності енергії 9,54 Дж / см^2. Показано, що лазерне опромінення при 1 265 нм пошкоджує мітохондріальну ДНК, але не впливає на ядерну ДНК. Проведені експерименти дозволяють зробити висновок про те, що лазерне опромінення при 1265 нм може впливати на клітини через пошкодження мітохондрій, а інгібування напружено-залежних аніонних каналів (НЗАК) підсилює ефекти фотобіомодуляційної терапії.

Однак дослідження в даній області не є до кінця вивченими та потребують ширшого аналізу.

Список літератури

1. Litvinova, K.S., Rafailov, I.E., Dunaev, A.V., Sokolovski, S.G., Rafailov, E.U., Non-invasive biomedical research and diagnostics enabled by innovative compact lasers. Volume 56, November 2017, Pages 1-14.

2. Huang, Y.-Y., Nagata, K., Tedford, C.E., Mccarthy, T., Hamblin, M.R., Low-level laser therapy (LLLT) reduces oxidative stress in primary cortical neurons in vitro(Article), Volume 6, Issue 10, October 2013, Pages 829-838.

3. Saenko, Y.V., Glushchenko, E.S., Zolotovskii, I.O., Sholokhov, E., Kurkov, A., Mitochondrial dependent oxidative stress in cell culture induced by laser radiation at 1265 nm. Volume 31, Issue 3, 1 April 2016, Pages 405-413.

4. Khokhlova A., Zolotovskii I., Stoliarov D., Vorsina S., Liamina D., Pogodina E., Fotiadi A.A., Sokolovski S.G., Saenko Y., Rafailov E.U., The photobiomodulation of vital parameters of the cancer cell culture by low dose of Near-IR laser irradiation. Volume 25, Issue 1, January-February 2019, Article number 8410463.

АНАЛІЗ ЕЛЕКТРОКАРДІОСИГНАЛІВ У РАЗІ ВІРУСНИХ ЗАХВОРЮВАНЬ СЕРЦЯ

Штефа Є. О., Іванушкіна Н. Г., Іванько К. О.
Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 03056 Україна, Київ, вул. Політехнічна 16, корп.12, к.423,
shtefa1996@gmail.com, n.ivanushkina@gmail.com, koondoo@gmail.com,

Діагностування хворих на серцево-судинні захворюваня (ССЗ) залишається актуальною проблемою не тільки України, але і світу. Серед різноманітних патологій серця чималу частку займають захворювання, що виникають внаслідок негативного впливу інфекційних агентів на серце. Актуальність роботи викликана потребою вдосконалювати методи та засоби діагностики вірусних захворювань серця.

На сьогодні виявлення даних патологій виконується шляхом аналізу зміни ЕКГ в часі [1]. Цей метод не дає достовірної інформації, оскільки ураження серця внаслідок інфекційних агентів може бути місцевим та дифузним, на ЕКГ це може проявитися зміною локального сегменту кардіоциклу або розсіяно вздовж всього кардіоциклу ЕКГ при дифузному впливі.

Як спосіб виявлення патологічного стану пацієнта, пропонується метод аналізу електрокардіосигналів у перетворених координатних базисах. В роботі проведені числові експерименти з модельними сигналами ЕКГ та виконаний спектральний та вейвлет аналіз [2, 3].

Під час виконання числових експериментів з модельними електрокардісигналами до та після впливу на серце вірусних агентів досліджувались локальні зміни ЕКГ та вважалось, що основними відмінностями електрокардіосигналів при вірусних захворюваннях являються розщеплення R-зубця та зсув ST- сегменту (рис. 1, 2).

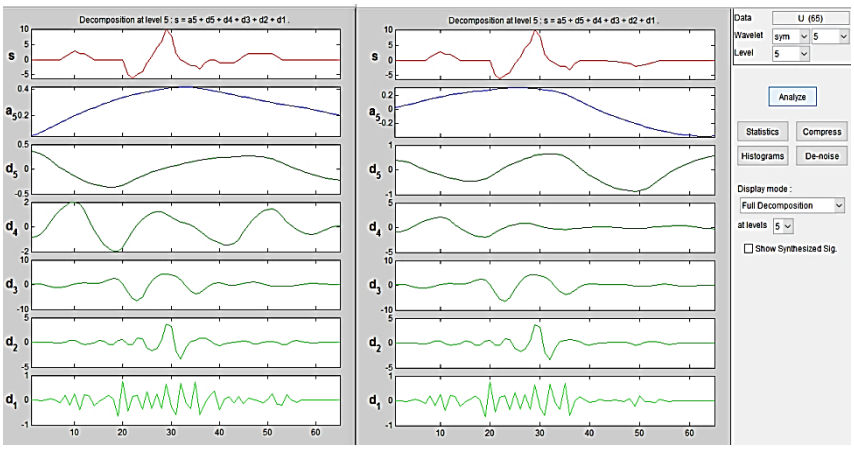


Рисунок 1 – Дискретний вейвлет аналіз ЕКГ: норма ліворуч та патологія в ST сегменті праворуч

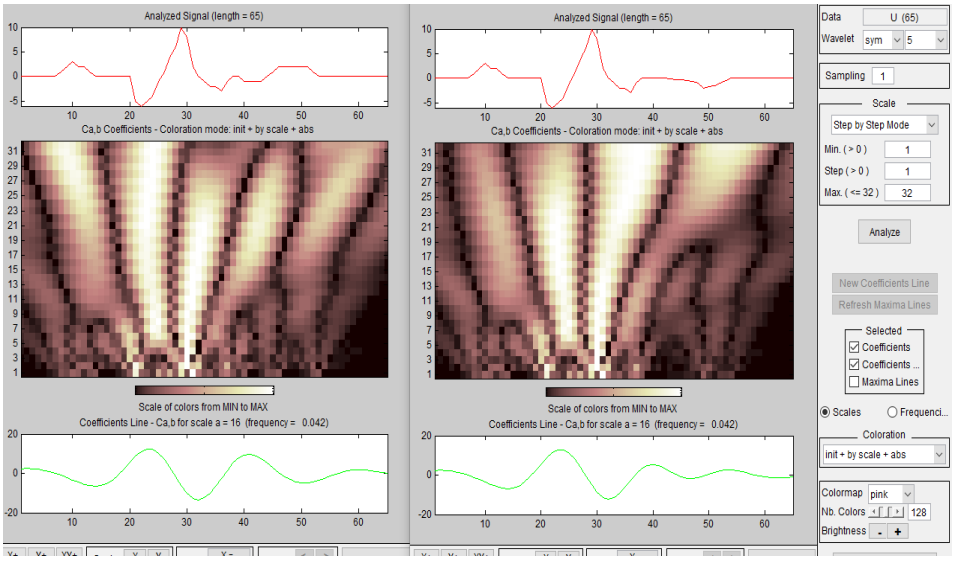


Рисунок 2 – Неперервний вейвлет аналіз ЕКГ: норма ліворуч та патологія в ST сегменті праворуч

Основним недоліком спектрального аналізу є втрата інформації про часову складову електрокардіосигналів. При вейвлет аналізі повністю відображається частотна складова ЕКГ сигналу на різних рівнях розкладу і не губиться інформація про час. Під час дослідження сигналів за допомогою дискретного вейвлет-аналізу виконується їх представлення у вигляді сукупності апроксимуючої та деталізуючої складових.

Результати виконаних числових експериментів з модельними електрокардісигналами до та після впливу на серце вірусних агентів, показали значну відмінність коефіцієнтів дискретизації на п'ятому рівні вейвлет-розкладу у випадку виявлення патологій.

Таким чином, в роботі розроблена методика аналізу електрокардіосигналів для виявлення вірусних захворювань серця на основі вейвлет аналізу. В роботі розраховані інтегральні параметри, які являють собою суму модулів коефіцієнтів дискретизації на п'ятому рівні вейвлет-розкладу. Запропоновані інтегральні характеристики можливо використовувати як ознаки для класифікації електрокардіосигналів та виявлення вірусних захворювань серця.

Список літеартури

1. Абакумов В.Г. Біомедичні сигнали. Генезис, обробка, моніторинг/ В.Г. Абакумов, О. І. Рибін, Й. Сватош. – Київ: Нора-принт, 2003. – 426 с.

2. Цифрова обробка низькоамплітудних компонент електрокардіосигналів: Навч.посіб./ Н.Г. Іванушкіна, К.О.Іванько – Миколаїв: ФОП Швець В.Д., 2014. –184с.

3. Смоленцев Н.К. Основы теории вейвлетов. Вейвлеты в MATLAB/ Н.К. Смоленцев – М.: ДМК Пресс, 2005. – 304 с.

АЛГОРИТМ РАНЖУВАННЯ ГРУПИ ОСІБ ЗА ПОКАЗНИКАМИ АКТИВНОСТІ РЕГУЛЯТОРНИХ СИСТЕМ ОРГАНІЗМУ

Шуляк А. П. [1)], Кулахметов Д. Р. [2)], Гапоненко Р. К. [1)]
[1)]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 01030 Україна, Київ, вул. Леонтовича 6 А, кв. 26, e-mail: shulyak.alex.47@gmail.com
[2)] ПРАТ «ХК «Укрспецтехніка»» 03067, м. Київ, вул. Виборзька, 81/83

Оцінка в цілому функціональних станів організму людини за показниками активності регуляторних систем (АРС) на основі аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР) знайшла широке поширення в медичних дослідженнях організму людини. Розроблено систему кількісних показників і характеристик ВСР, показників АРС, визначено порядок їх розрахунку за даними обстеження пацієнтів, перевірена багатогранною практикою клініко-фізіологічна інтерпретація показників АРС людини, напрацьована класифікація станів регуляторних механізмів, використовується різноманітне апаратно-програмне забезпечення в складі діагностичних систем різного призначення [1-3]. Оцінка функціональних станів організму людини подібним чином застосовується при масових профоглядах різних категорій населення, при профвідборі та визначенні профпридатності, в спорті, при оцінці функціональних станів людини-оператора, виявленні груп ризику, оцінці ефективності лікувально-профілактичних заходів тощо [1-3].

Мета даної роботи – вдосконалення програмного забезпечення діагностичних систем, що використовують показники АРС організму людини в узагальненій оцінці її станів в розрізі створення додаткових програмних процедур ранжування групи обстежених осіб за комплексом показників АРС.

Питання полягає в тому, що при використанні інтегрального показника активності (ПАРС) [1, 2] клас стану здоров'я обстежуваної особи визначається з використанням нормативних діапазонів для зваженої суми балів за часткові показники активності, а вони нараховуються по безперервних нормативних діапазонах для кожної кількості балів. Нарахування балів нівелює різницю реальних часткових показників. В той же самий клас з однаковою кількістю балів можуть потрапити особи з кращими і гіршими значеннями показників. У порівняльному плані у однієї і той же особи одні показники можуть бути краще, інші - гірше. У той же час, в деяких випадках потрібне чітке лінійне ранжування, наприклад, при конкурсному професійному відборі в групі осіб за загальним станом здоров'я. Запропонований алгоритм об'єктивно і лінійно розставляє обстежувану групу за рангом від кращого випадку до гіршого

включно. Повний збіг числових значень показників розглядається окремо.

Реалізований алгоритмом принцип ранжирування є таким. Вихідною вважається таблиця з даними обстеження пацієнтів, яка формується в процесі обробки даних електрокардіографії за відомою технологією [2] – з побудовою ритмограмм, спектрограм, гістограм, розрахунком відповідних параметрів і показників. У цій таблиці – нумерований перелік осіб в групі, значення часткових показників активності регуляторний систем, нараховані бали за них, розраховане значення ПАРС, відповідний номер класу загального стану здоров'я.

Якщо за показником ПАРС група розподілена по різних класах стану здоров'я, то підгрупи ранжуються між собою – за визначенням класів встановлена лінійна ієрархія між ними. Далі здійснюється внутрішнє ранжування в підгрупах. У таблицю вводяться додаткові показники – ті ж часткові показники АРС у відносному вираженні у відсотках. Воно обрано таким чином, щоб показувати, наскільки повно поточне значення показника реалізує гранично можливе просування в бік кращого значення в своєму нормативному діапазоні даного класу. Тоді різні за своєю природою показники стають сумірними, у всіх показниках конкретної особи можна знайти найгірший, а серед всіх – знайти особу з найнижчим значенням показника. Їй присвоюється нижчий ранг. Вона ставиться в кінець списку. Далі - аналогічна робота з рештою в групі з присвоєнням чергового більш високого рангу в списку. Останньому присвоюється найвищий ранг, він очолює список. Кожен наступний в такому списку гарантовано гірший за попереднього хоча б за одним частковим показником. Список можна розділити на дві частини, ранжування в кожній з них збережеться. Молодшу частину можна використовувати як резерв. Старшу частину можна скорочувати і визначати переможця конкурсного відбору. Для підтвердження спроможності розробок наводяться умови і результати тестової перевірки запропонованого алгоритму при обробці даних обстеження групи з 32 осіб, які були віднесені за результатами оцінки ПАРС за варіабельністю серцевого ритму в п'ятихвилинних записах електрокардіограми до першого класу загального стану здоров'я організму.

Список літератури

1. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем. / Р. М. Баевский – М.: Вестник аритмологии, №24, 2001.

2. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование. / Л. А. Бокерия, О. Л. Бокерия, И. В. Волковская, Москва, 2009.

3. Вариабельность сердечного ритма. В помощь практическому врачу. / Н. И. Яблучанский, А. В. Мартыненко – М.: Харьков, 2010.

КОМБІНОВАНЕ НАВЧАННЯ АЛГОРИТМА РОЗПІЗНАВАННЯ МЕДИКО-БІОЛОГІЧНИХ СИГНАЛІВ НА ПРИКЛАДІ ВИЗНАЧЕННЯ ТИПІВ QRS-КОМПЛЕКСІВ ЕЛЕКТРОКАРДІОГРАМИ

Шуляк А.П., Лагутін В.В.
[1)]Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», 01030 Україна, Київ, вул. Леонтовича 6 А, кв. 26,

Низка досліджень щодо підвищення достовірності розпізнавання медико-біологічних сигналів для підвищення якості діагностики пацієнтів підтвердила, що для певних випадків вирішення питання стає результативним за рахунок відбору інформативних ознак сигналів на основі врахування конфігурації їх імовірнісних розподілів в просторі ознак [1]. З подібних міркувань в даній роботі ураховуються конфігурації розподілів навчальних множин сигналів за допомогою їх розбиття на кластери [2]. Для розкриття суті підходу як приклад взяте завдання розпізнавання двох типів QRS-комплексів електрокардіограми – N і A [3]. Середовище реалізації – MatLab. Під комбінованим тут як раз і розуміється навчання алгоритму розпізнавання сигналів, яке використовує комбінацію двох видів розбиття сукупності реалізацій сигналів навчальної вибірки. Одне – поділ на класи відповідно до традиційної медичної класифікації в діагностиці пацієнтів для різних станів і захворювань. Друге – внутрішній поділ цих класів на підмножини за використовуваним критерієм однорідності реалізацій сигналів, які до них відбираються. Другий, рівень розкладання множин навчальної вибірки вводиться для більш детального урахування особливостей дислокації зображуючих сигнали точок в просторі ознак для різних класів в конкретних умовах. Тому при формуванні кластерів не допускається їх вихід за межі множин точок класів, їх перетин між собою; всі точки класів охоплюються кластерами.

Мета роботи – перевірка наявності та розкриття резервів у підвищенні результативності розпізнавання сигналів за рахунок додаткового розбиття навчальних вибірок класів, що традиційно розпізнаються, на більш дрібні підмножини і надання варіанта реалізації такого підходу у вигляді алгоритму навчання взятої для прикладу процедури, яка розпізнає вхідні сигнали. Схема навчання з учителем, який тут надає для ознайомлення вибірки сигналів розглянутих класів, комбінується зі схемою самонавчання для з'ясування і врахування їх розподілу в просторі ознак для цих класів.

Під час групування реалізацій сигналів в кластери як показник їх однорідності використовується той же показник, що і при прийнятті рішень про їх належність першому або другому класу. Ним є показник

подібності сигналів у вигляді їх скалярного добутку. Самі сигнали попередньо перетворюються до характеристики їх форми: усувається їх постійна складова, проводиться масштабування [1]. Сигнали розглядаються у вигляді послідовностей відліків на рівномірній сітці часу. Сенс такої характеристики форми сигналів є досить інформативним і зручним у використанні. Перетворені відліки сигналу набувають значення косинусів напрямних кутів векторів, що зображують сигнали у відповідному просторі ознак. Скалярний добуток таких характеристик двох сигналів стає зручним показником близькості їх форми з числовими значеннями в межах відрізка [-1; 1] і їх геометричною інтерпретацією у вигляді кута неузгодженості орієнтації зображуючих одиничних векторів та простим приведенням показника до меж [0; 1] з метою використання в алгоритмах в якості вагових коефіцієнтів.

Прийняття рішень алгоритмом розпізнавання сигналів здійснюється в даному випадку двоступенево. Перевіряється приналежність аналізованої реалізації сигналу до кожного з можливих кластерів розглянутих класів та визначається кластер, що представляє інтерес. Потім по кластеру знаходиться клас. Рішення приймаються за подібністю поточної реалізації з характерними елементами кластерів з використанням зазначеного показника. Визначення характерних елементів всіх кластерів і класів є завданням етапу навчання алгоритму розпізнавання. Характерні елементи кластерів розміщуються в просторі ознак в класах точок відповідно до їх конфігурації, що є передумовою урахування локальних особливостей кластерів в розміщенні вказаних характерних елементів і джерелом можливого підвищення результативності розпізнавання сигналів. Кластеризація множин сигналів класів, що розпізнаються є попереднім етапом обробки апріорних даних на етапі навчання алгоритму розпізнавання після перетворення сигналів навчальної вибірки в характеристики їх форми. Наводяться результати попередніх досліджень розглянутого підходу для задачі, що розглядається. Обсяг вибірки – 86 реалізацій для згаданих типів QRS-комплексів, взятих з півгодинного запису ЕКГ пацієнта. Зміна результативності розпізнавання сигналів при введенні кластеризації навчальних множин сигналів контролюється за часткою правильних рішень у відсотках на всій навчальній вибірці.

Список літератури

1. Шачиков А. Д., Шелофаст В. А., Шуляк А. П., «Модификации процедур отбора признаков циклических медико-биологических сигналов для их распознавания» // Вісник НТУУ «КПІ». № 53 – 2017. – с. 103 - 109.

2. Дюк В., Эмануэль В. Информационные технологии в медико-биологических исследованиях. – СПб.: Питер, 2003. – 528 с.: ил.

3. PhysioNet. St.-Petersburg Institute of Cardiological Technics 12-lead Arrhythmia Database. http://physionet.org/physiobank/database/incartdb.

КОЛЬОРОВА СВІТЛОТЕХНІЧНА УСТАНОВКА В ПТАШНИКУ

Ясак В. В., Лисиченко М. Л.
Харківський національний технічний університет сільського господарства імені Петра Василенка
вул. Алчевських, 44, м. Харків, 61002, e-mail: 1prlysychenko@ukr.net

Виробництво продуктів харчування є однією із стратегічних завдань сільськогосподарського виробництва на сучасному періоді розвитку людства, особливо це стосується м'яса та м'ясних продуктів [1]. Найбільш швидкоокупною галуззю є птахівництво внаслідок короткострокового терміну утримання: від посадки добового молодняку до отримання товарної ваги (2,0-2,2 *кг*) проходить 43-45 *діб* [2]. Особливістю технології утримання птиці в закритих приміщеннях є штучне створення мікроклімату, в тому числі і світового: протягом доби чередують світлі (по 7 *год*) та темні (по 1 *год*) фази. Причому, вмикання та вимикання світлотехнічних установок (СТУ) здійснюють поступово, тобто реалізують «світанок-захід» по рівню освітлення протягом 0,5 *год* [3].

Внаслідок чого, в СТУ пташників застосовуються низькоефективні (світлова віддача *12-18 лм/Вт*) лампи розжарення, а встановлена потужність, наприклад в приміщенні із підлоговим утриманням м'ясної птиці складає 12,8 *кВт*. Розрахунки показують що витрати на електроенергію складають до 30 % собівартості виробництва 1 *кг* м'яса птиці. Крім того, відомо що колір світла, тому, доцільно розробити СТУ для забезпечення світлового мікроклімату в закритих приміщеннях для утримання птиці на основі більш ефективних джерел світла.

Аналіз науково-технічної літератури показує що електротехнічною промисловістю налагоджено серійне виробництво високоефективних (світлова віддача *100-130 лм/Вт*) напівпровідникових джерел світла – надяскраві світлодіоди (*LED*) [4, 5]. Якщо застосувати *LED* в СТУ пташників то можливо знизити встановлену потужність із вказаних 12,8 *кВт* до 1,8-2,2 *кВт*. Крім того, особливістю напівпровідникових джерел світла є можливість формувати певні спектральні діапазони випромінювання з перевагою тієї чи іншої довжини хвилі та широку криву сили світла що дозволяє забезпечити високу рівномірність освітлення поверхні [6, 7].

Враховуючи вказані переваги *LED*-джерел світла розроблені СТУ для пташників при вирощуванні м'ясної птиці на підлозі. Лінії із *LED*-світильниками розміщуються відповідно проведеним світлотехнічним розрахункам рівномірно по всій площі приміщення. Причому, особливістю формування кожної лінії є можливість утворювати монохроматичне випромінювання різного кольору в необхідні періоди утримання та

розвитку птиці Зміна кольору випромінювання відбувається відповідно розробленого графіку в залежності від впливу на фізіологічні процеси в організмі птиці, наприклад, перевага зеленого кольору активізує набір живої ваги, червоного – статеве дозрівання, синього – зменшення агресії та заспокоєння.

Застосування розробленої кольорової СТУ, відповідно виконаним розрахункам, дозволить значно знизити встановлену потужність, узгодити параметри світового мікроклімату із зоотехнічними вимогами, активізувати окремі фізіологічні процеси в організмі птиці, що підвищить ефективність виробництва продукції птахівництва.

Список літератури

1. Стратегія розвитку сільськогосподарського виробництва в Україні на період до 2025 року / За ред. НААН України Я.М. Гадзала, М.І. Бащенка, В,М, Жука, Ю.О. Лупенка – К.: Аграр. Наука, 2016. – 216 с.

2.Фисинин В.И.и др. Промышленное птицеводство / В.И. Фисинин, Г.А. Тардатьян – М.: Агропромиздат, 1991. – 543 с.

3. Живописцев Е.Н. і др. Электротехнологии и электрическое освещение / Е.Н. Жтвописцев, О.А. Косицын – М.: Агропромиздат, 1990. – 303 с.

4. Киптик М.И. Светодиоды в наружном освещении // Светотехника – 2009. – №3. – С.32.

5. Туркин А.Н. Полупроводниковые светодиоды; история, факты, перспективы // Полупроводниковая светотехника – 2011. – №5. – С.28-33.

6. Алферов А.А. Эффективность применения светодиодных светильников для наружного освещения // А.А. Алферов, Н.В. Герин – Матер. X Межд. межвуз. науч.-техн. конф. «Исследования и разработки в области машиностроения, энергетики и управления» – Гомель: ГГТУ, 2010. – С. 494-496.

7. Обзор новинок Light+Building 2012 // Lumen Expertunion – 2012. – №1. – С.79-87.

СЕКЦІЯ 3.
ПРИЛАДИ І МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

ОЦЕНКА ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГОСТИ КЕРАМИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ZnB_2

Безымянный Ю. Г., Григорьев О. Н., Комаров К. А., Нешпор И. П.
Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины, г. Киев, 03142, ул.Кржижановского, 3, bezimyni@i.com.ua

В последнее десятилетие в мире интенсивно ведутся работы по созданию конструкционной ультравысокотемпературной керамики на основе боридов циркония ZrB_2. Эти материалы способны длительно работать в окислительной среде при температурах до 1700 °С и десятки часов – до 2000 °С, имеют небольшую плотность и сохраняют высокие прочностные свойства при повышенных температурах. [1] В работе изучено влияние добавок на характеристики упругости таких материалов.

Для исследований методом двустороннего горячего прессования были изготовлены образцы различного состава (см. табл.) с размерами 40*4*4 мм.

Таблица

Образец №	Марка	Основа, %	Добавка, %
1-11	Eu-3	$85ZrB_2$	$15MoSi_2$
12-14	Eu-4	$80ZrB_2$	$15SiC+5CrB_2$
15	Eu-5	$80ZrB_2$	$5CrB_2+15MoSi_2$
16-18	Eu-8	$85ZrB_2$	15SiC

Оценку динамических характеристик упругости проводили в соответствие методикам, описанным в [2], по результатам измерения в трёх направлениях скоростей распространения продольных и поперечных упругих волн. Для повышения надёжности и достоверности результатов дополнительно измеряли скорость распространения упругих волн в стержне. Оценки модулей Юнга (кружки с заливкой) и сдвига (треугольники с заливкой) по результатам измерений показаны на рис. Там же показаны значения модулей упругости, приведенные к беспористому состоянию по методике, описанной в [3], (маркеры без заливки), и теоретические значения, рассчитанные по Фойхту и Рейссу [4] по данным из справочника [5] (горизонтальные линии).

Из рис. видно, что: расчётные значения модулей по Фойхту и Рейссу практически совпали; экспериментальные значения модулей для материалов одной марки, кроме образцов 14 и 18, имеют разброс в пределах погрешности измерений (±1 %); повышенные (аномальные) отклонения для образцов 14 и 18 можно объяснить их большей

пористостью; использованные добавки изменяют значения модулей в пределах ±5 %; приведенные значения модулей меньше теоретических; это отличие можно объяснить контактными явлениями в материале, что подтверждается увеличением отличия с увеличением количества добавок.

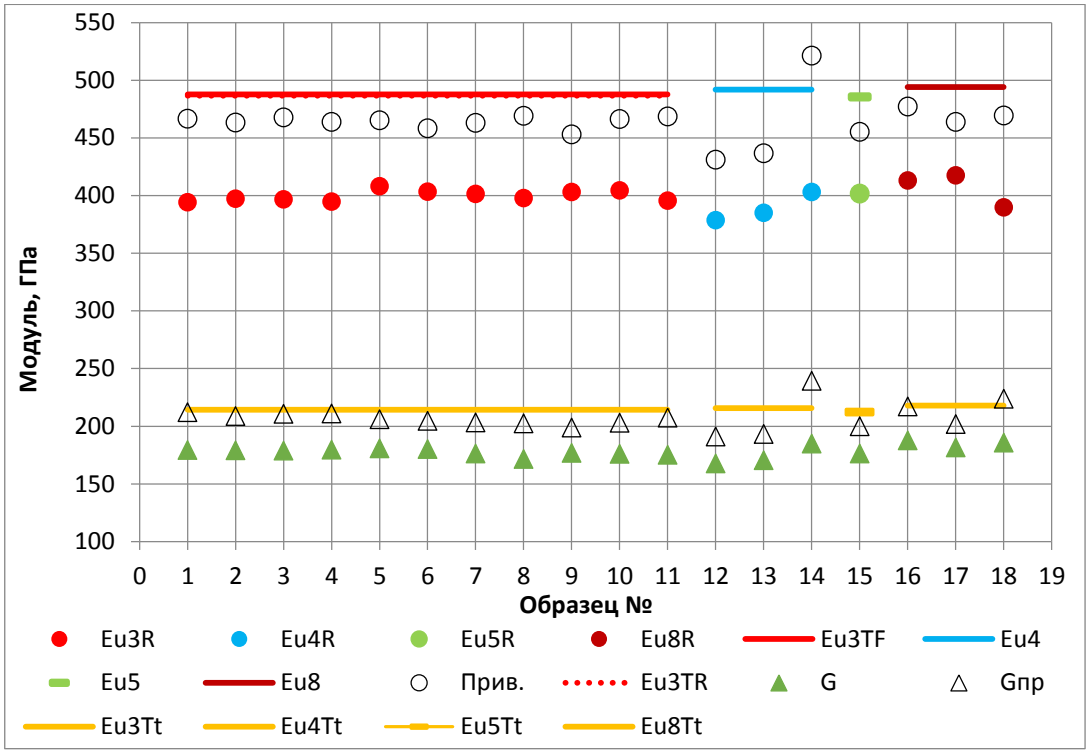


Рисунок – Характеристики упругости

Список литературы

1. *Григорьев О.Н.* Ультравысокотемпературная керамика для авиационно-космической техники / О.Н. Григорьев, Г.А. Фролов, Ю.И. Евдокименко и др. // Авиационно-космическая техника и технология. – 2012. – № 8. – С. 119–128.

2. *Безимянний Ю.Г.* Акустичний неруйнівний контроль багатокомпонетного сплаву на основі ніобію / Ю.Г.Безимянний, М.П.Бродніковський, Є.О.Козирацький, О.В.Талько // Вісник НТУ «ХПІ». Зб. наук. праць. – 2015. – № 19 (1128) – С.119-126.

3. *Безымянный Ю.Г.* Сравнение динамических методов при определении упругих характеристик разных материалов / Ю.Г. Безымянный, Е.А. Козирацкий, А.Н. Колесников, Л.О. Тесленко // Вісник НТУ «ХПІ». Зб. наук. праць. – № 19 (1062) 2014. – С.15-22.

4. *Скороход В.В.* Теория физических свойств пористых и композиционных материалов и принципы управления их микроструктурой в технологических процессах // Порошковая металлургия. – 1995. – № 1/2. – С.53–71.

5. *Францевич И.Н., Воронов Ф.Ф., Бакута С.А.* Упругие постоянные и модули упругости металлов и неметаллов. Справочник – К.: Наукова думка, 1982. – 285 с.

ОЦЕНКА ХАРАКТЕРИСТИК УПРУГОСТИ ПОРИСТОГО ТИТАНА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АКУСТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ

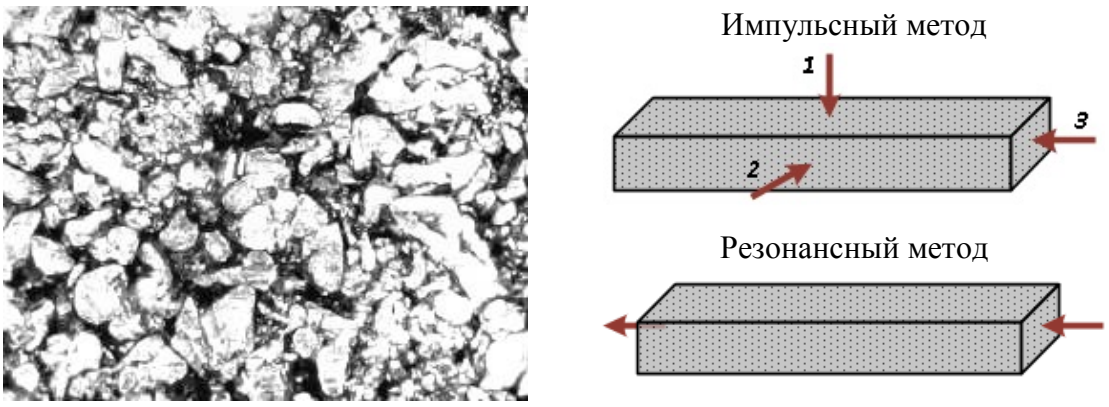
Безымянный Ю. Г., Козирацкий Е. А., Назаренко В. А., Талько О. В.
Институт проблем материаловедения им. И.Н. Францевича НАН Украины, г.Киев, 03142, ул.Кржижановского, 3, bezimyni@i.com.ua

Надёжная эксплуатация различных изделий связана с обеспечением их надлежащей прочности. Модули упругости служат основными параметрами в конструкторских расчетах сооружений, машин и механизмов [1]. Чем точнее известны значения модулей упругости материала и его напряжённо-деформированное состояние при эксплуатации, тем большую экономию в весе изделия и его себестоимости можно получить путём снижения коэффициента запаса прочности [2]. Это особенно важно в ракето-, авиа-, машиностроении, военной технике.

Некоторые модули упругости традиционных материалов есть в справочнике, например, [3], но для вновь создаваемых материалов необходимо эти модули измерить.

Для неразрушающего измерения модулей упругости используют динамические методы, в основе которых лежат известные [4] соотношения между различными скоростями распространения упругих волн и характеристиками упругости твердого тела. В порошковых материалах такие измерения связаны с учётом многих влияющих на результат факторов [5]. В качестве примера особенностей таких измерений выбран модельный двухфазный материал с разной пористостью, полученный из титанового порошка фракции –063 ÷ +05 (рис. 1а).

Образцы в форме балок длиной 45 мм с прямоугольным сечением прозвучивали в разных направлениях (рис. 1б). Детальнее характеристика образцов и методика измерения описаны в работе [6].

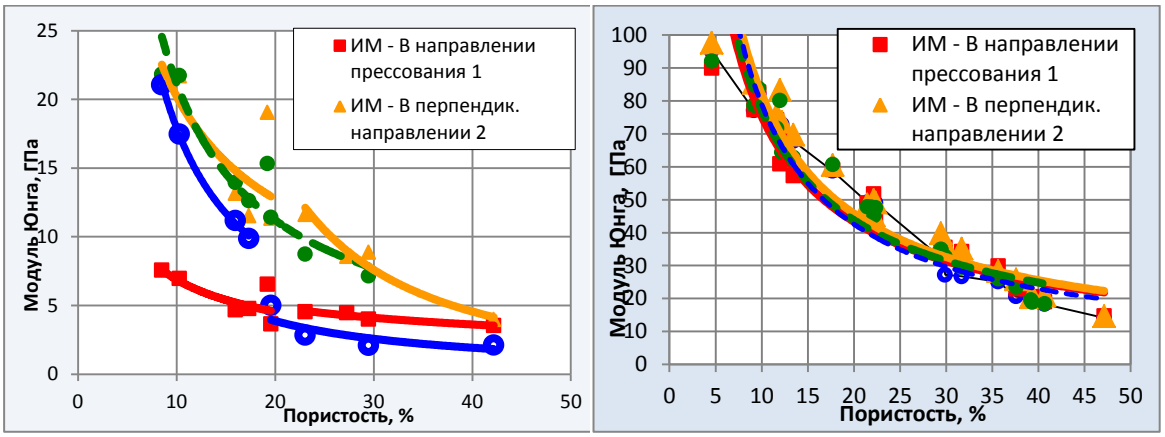


а б

Рисунок 1 – Объект исследований:
а – фотография поверхности прессовки;
б – форма и направления прозвучивания образцов разными методами

Погрешность определения модулей упругости для обоих методов не превышала 2%.

Зависимости модуля Юнга от пористости для прессовок и спеченных образцов, полученные импульсным методом в разных направлениях и резонансным показаны на рис. 2.



а б

Рисунок 2 – Зависимости модуля Юнга от пористости:
а – для прессовок; б – для спеченных образцов

Для спеченных образцов (рис. 2б) результаты, полученные в разных направлениях и разными методами, практически совпадают. Для прессовок (рис. 2а) характерна анизотропия. При этом резонансный метод дает не корректные результаты, что требует дополнительных исследований.

Список литературы

1. *Тимошенко С.П.* Курс теории упругости. /Под ред. Э.И.Григолюка – К.: Наукова думка, 1972. – 506 с.

2. Сопротивление материалов / Под ред. Г.С.Писаренко К.: Вища школа, 1979. – 696 с.

3. Физические величины: Справочник / Под ред. *И. С. Григорьева, Е. З. Мейлихова.* – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 1232 с.

4. *Францевич И. Н., Воронов Ф. Ф., Бакута С. А.* Упругие постоянные и модули упругости металлов и неметаллов. Справочник – К.: Наукова думка, 1982. – 285 с.

5. Безимянний Ю.Г., Козирацький Є.О., Тесленко Л.О., Талько О.В. Фактори впливу на динамічні модулі пружності гетерофазних порошкових матеріалів / Вісник українського матеріалознавчого товариства. В. 8. 2015, С. 93-102.

6. Безымянный Ю.Г., Козирацкий Е.А., Назаренко В.А., Тесленко Л.О. Особенности акустических измерений в прессовках на основе порошка титана // Вісник НТУ «ХПІ», м. Харків, 2017. – №4(1226). – С.3-7.

ПЕРЕХІДНІ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПІРОЕЛЕКТРИЧНИХ ПЕРЕТВОРЮВАЧІВ

Бондаренко О. Ю., Ключник І. І., Бембель О. Д.
Харківський національний університет радіоелектроніки

Як відомо, передатні функції (динамічні моделі) дійсні лише для гармонійних сигналів [1, 2]. Синусоїдальні функції обов'язково двуполярны, тоді як вимірювані теплові потоки прийнято вважати однополярними, причому їх форма розглядається як близька до прямокутної. З метою спрощення розрахунків і забезпечення енергетичної еквівалентності однополярних вхідних теплових потоків прямокутної форми і двуполярных синусоїдальних вхідних сигналів, перші прийнято розкладати в ряд Фур'є з обов'язковим виділенням несної гармоніки [3]. Для відстежування перехідних процесів використовується режим реєстрації даних. Реєстрація даних дозволяє відобразити зміну форми сигналу в часі. Проте, у цілому ряді випадків інтерес представляє не спектр сигналу, а реальна зміна форми сигналу в часі. Таким чином для цілого ряду застосувань піроелектричних детекторів завдання дослідження їх перехідних характеристик є актуальним. У зв'язку з цим отримані математичні моделі піроелектричних детекторів, що включають їх перехідні характеристики.

На основі рішень диференціального рівняння зміни температури чутливого елементу, що має вигляд [3]:

$$\tau_T \frac{d\Delta T_{SE}(t)}{dt} + \Delta T_{SE}(t) = \pm \frac{\alpha}{G_T} \Delta\Phi_{SE}(t), \qquad (1)$$

отримані залежності і їх нормовані графіки приросту і спаду температури чутливого елементу з урахуванням різниці температур джерела випромінювання і детектора. Вичислені значення нормованого піроелектричного струму як відгуку на позитивний і негативний теплові потоки. Показано, що відмінності в перехідних характеристиках піродетектора обумовлені, передусім тим, що електрична постійна часу детектора в режимі роботи по напрузі приблизно на два порядки більше електричнї постійнї часу в режимі роботи по струму

$$\tau_{E,VM} >> \tau_{E,CM}. \qquad (2)$$

Визначені перехідні характеристики усіх стадій перетворення теплового сигналу в електричний. Отримані вирази покладені в основу модуля перехідних процесів пропонованого симулятора режимів роботи піроелектричного перетворювача.

Інтерфейс програми, представлений на рис. 1, складається з чотирьох графіків, кожен з яких відображає відповідно: тепловий потік, приріст температури чутливого елементу, піроелектричний струм і вихідну напругу. Кожен графік промаркирован відповідною одиницею виміру. Цей симулятор може бути використаний з метою глибшого розуміння перехідних процесів, що відбуваються в піроелектричному детекторі. Симулятор виконаний в середовищі розробки Profilab Expert ver. 4.0.

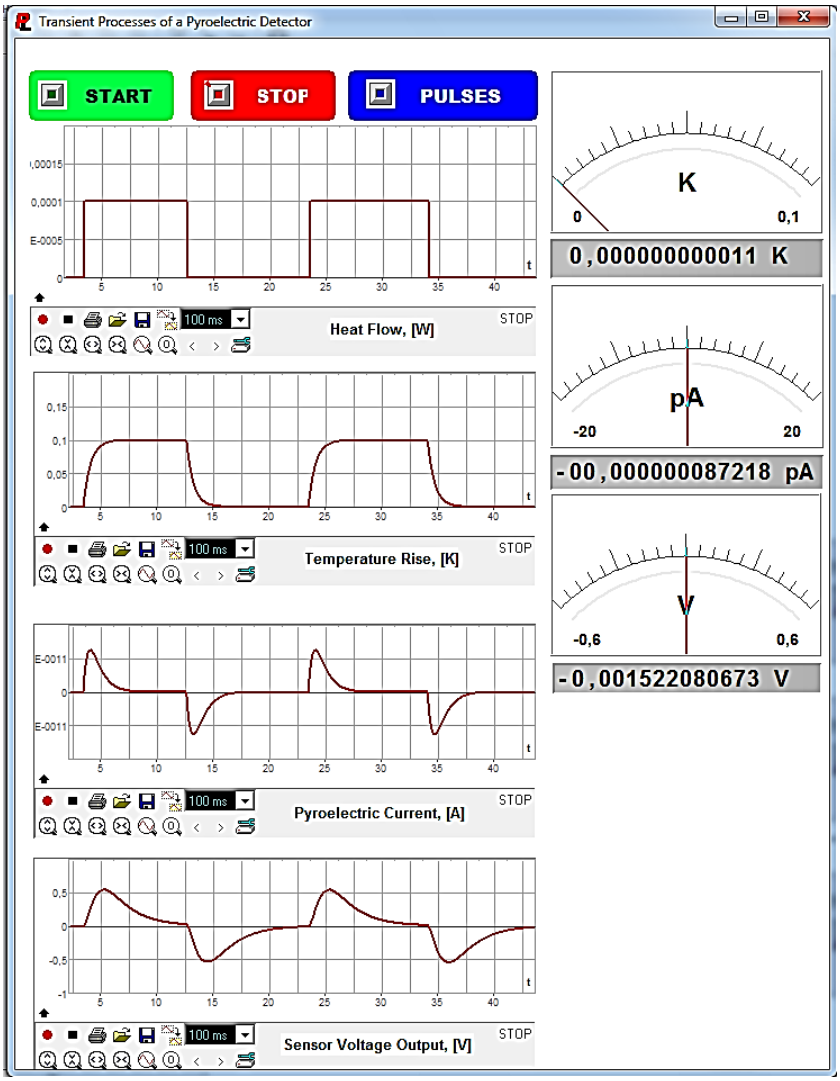


Рисунок 1 – Симулятор роботи піроелектричного детектора

Список літератури

1. Holbrook J.G. Laplace transforms for Electronic Engineers, Pergamon Press, 1966. – 364 p.

2. Bondarenko A. Mathematical Modeling of a Pyroelectric Detector, Kharkiv: Ivanchenko I.S., 2018. – 139 p.

3. Budzier, H., Gerlach, G. Thermische Infrarotsensoren. Weinheim: Wiley-VCH, 2010. – 328 s.

ИССЛЕДОВАНИЯ ФАЗОВОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ ТЕЛ МЕТОДОМ ДИЛАТОМЕТРИИ

Галущак И. В., Дульфан А. Я, Фатьянова Н. Б.
Национальный технический университет
«Харьковский политехнический институт»
г. Харьков, ул. Кирпичева 2

При изменении фазового состава твердых веществ почти всегда наблюдается изменения объёма образца, например, при старении, дисперсионном упрочнении, когда вещества после закалки с высоких температур в условиях эксплуатации меняют свой фазовый состав. К настоящему времени существуют много типов приборов, в основе которых лежат одни и те же дилатометрические принципы фиксации изменения размеров тела, вызванное воздействием температуры, давления, электрических и магнитных полей, ионизирующих излучений. Образец подвергают нагреву или охлаждению в устройстве, которое передает изменение длины образца на записывающие устройство, расположенное вне печи. Основное преимущество этого метода заключается в том, что скорость нагрева и охлаждения может быть достаточно мала для обеспечения приближения к равновесию; если же это неосуществимо, то можно поддерживать температуру на заданном уровне до тех пор, пока установившееся состояние не будет свидетельствовать о достижении равновесия. Дилатометрический метод хорошо применять для исследования изменения фазового состава в твердом состояния, который имеет небольшой тепловой эффект или протекают достаточно с малыми скоростями . Возможность поддержания температуры на заданном уровне до тех пор, пока образец не достигнет равновесного фазового состава за счет процессов диффузии поле закалки при температурах эксплуатации, также исключает явление гистерезиса, обычно наблюдаемое при исследовании изменения фазового состава в твердом состоянии с помощью термического анализа. Дилатометрический анализ проводится при низких скоростях нагрева и охлаждения с целью свести температурный гистерезис к минимуму.

В настоящие время существуют несколько типов дилатометров. В интерференционных дилатометрах (чувствительностью ~ 10^{-10}м) исследуемый образец помещают между двумя оптическими пластинами и получают интерференционную картину при освещении их монохроматическим светом; об изменении размеров образца судят по смещению интерференционных полос. В емкостных дилатометрах (чувствительностью ~ 10^{-11}м) изменения размеров образца изменяет емкость конденсатора, который служит датчиком. В индукционных дилатометрах (чувствительностью ~ 10^{-11}м) при изменении размеров

образца изменяется взаимное положение двух катушек индуктивности, т. е. их взаимная индуктивность. В оптико-механических дилатометрах (чувствительностью ~ 10^{-8} – 10^{-9}м) изменение размеров образца вызывает смещение светового указателя и по величине угла, на который надо переместить зрительную трубу, чтобы увидеть световой луч, можно определить изменение размеров тела. В радиорезонансных дилатометрах (чувствительностью ~ 10^{-14}м) датчиком служит объёмный резонатор, стенки которого могут быть изготовлены из исследуемого материала; об изменении размеров стенки резонатора судят по изменению резонансной частоты.

Конструкция дилатометров обычно предусматривают возможность изменения внешних воздействий на образец. Особое внимание уделяется учету расширения (сжатия) окружающих образец тел (передающих звеньев, эталонов).

Основное внимании при изменении фазового состава твердых тел, в частности, сплавов уделяется стабильности их состава и размеров в процессе эксплуатации. В результате закалки сплава образуемый пересыщенный твердый раствор термодинамически неустойчив и в нем с течением времени и при изменении температуры могут начинаться процессы распада, что может приводить к весьма существенному изменению всех физико-механических свойств сплавов, применяемых в прецизионном приборостроении.

Количественное исследования стабильности фазового состава и размеров прецизионных сплавов проводилось авторами работы на дифференциальном оптическом дилатометре с высокочувствительной дилатометрической головкой для раздельной записи температуры и деформации. Разработана методика и технология изготовления кварцевых толкателей и строго соосной сборки узла держателей с применением люнеты. Все это позволило осуществить дилатометрирование со среднеквадратичной погрешностью, не превышающей 10^{-4}% и провести количественное исследования стабильности фазового состава и размеров образцов.

С помощью дилатометрического метода показано, что можно не только обнаружить изменение фазового состава и размеров стареющих сплавов, но и возможность дальнейшего повышения стабильности их формы, свойств и фазового состава, устранения напряжений и коробления, повышения долговечности работы прецизионной аппаратуры, а также снижения трудоемкости процесса термической обработки.

Таким образом метод дилатометрии весьма удобен для изучения превращений фазового состава и формы деталей твердых тел, сплавов, что является основным требованием прецизионного приборостроения.

ОСОБЛИВОСТІ РОЗРОБКИ АЛГОРИТМУ РОЗРАХУНКУ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ДЛЯ ТЕПЛОВИХ БЛОКІВ

Голубова С. П., Гончарова Л. П., Судік О. С.
Державне підприємство «Харківський науково-дослідний інститут комплексної автоматизації» (ДП «ХІКА»)
провулок Кузнечний 2, Харків, Україна, 61003,
kerivnuk.xika@gmail.com

Підвищення техніко-економічних показників роботи теплових блоків є постійною задачею експлуатаційного персоналу станції, тому подальше уточнення і розвиток алгоритму розрахунку техніко-економічних показників дозволяє вирішувати цю задачу.

При розробці алгоритму розрахунку техніко-економічних показників (ТЕП) для теплових блоків Харківської ТЕЦ-5 блок 2, Зміївської ГРЕС блоки 1-6, Трипільська ТЕС блок 2 , окрім типових функцій алгоритму [2]:

- первина обробка вхідної дискретної інформації згідно зі станом двухпозиційних органів та визначення стану обладнання енергоблоку;
- первина обробка вхідної аналогової інформації: метрологічна корекція, корекція по стану технологічного обладнання;
- визначення дійсного стану основного и допоміжного обладнання в темпі технологічного процесу;
- визначення режиму роботи енергоблоку;
- контроль достовірності вхідної аналогової інформації;
- розрахунок оперативних ТЕП для нормального режиму роботи блоку – фактичних, нормативних та перевитрат;
- розрахунок оперативних фактичних ТЕП для пуско-зупиночних режимів;
- усереднення та розрахунок ТЕП на інтервалах година, зміна, поточний місяць, місяць, місяць по вахтам;
- аналіз роботи вахтового персоналу;
- автоматизація процесу формування протоколів (бланків ТЕП) для оперативного представлення розрахунку ТЕП по всім видам розрахунків [3];
- вивід розрахунків ТЕП на робоче місце оперативного персоналу.

Були виконані нижче приведені розширення інформаційно-алгоритмічної структури розрахунку ТЕП.

1. Додано новий часовий інтервал накопичення показників ТЕП – година.

2. Розширено алгоритм для розрахунків ТЕП блоків с двохкорпусними прямоточними паровими котлами.

Для кожного показника введено додаткову ознаку, яка вказує причетність чи до блоку, чи до одного, чи другого корпусу. Розрахунок на оперативному інтервалі виконується почергово для одного корпусу, для другого корпусу и блока в цілому.

При усереднені показників на інтервалах година, зміна, доба, місяць — показники сортуються згідно з режимом роботи корпусів и блоку.

3. Додано ведення довгочасового архиву показників ТЕП на інтервалі 10 років, в якому зберігаються показники ТЕП на інтервалах — година, доба, місяць.

Ведення архиву виконується по принципу «кільця» – якщо накопичено вже 10 років, то перед записом наступного року – знищуються дані за самий «старий « рік.

Реалізовано графічний інтерфейс роботы з архивом — вивід для перегляду або для печаті бланків ТЕП с показниками з архиву за вказаний проміжок часу.

4. Розширено алгоритм для розрахунків ТЕП по блоках і станції, котрий виконується по кожному блоку окремо, а потім розраховуються дані по станції.

При усередненні показників ТЕП на інтервалах година, зміна, доба, поточний місяць, місяць — показники сортуються згідно з режимом роботи блоків.

5. Додано алгоритм розрахунків витрат палива, тепла та електроенергії на пуск теплофікаційного блоку [1].

Розрахунок виконується через накопичення на інтервалах зміна, поточний місяць, місяць – часу простою блока, а по завершенні інтервалу виконується розрахунок витрат. Додано нові структури даних з змінної довжиною.

Список літератури

1. Расчет отчетных технико-экономических показателей электростанции о тепловой экономичности оборудования. Методические указания. ГКД 34.09.103-96 / УНПО «Энергопрогресс» – Киев, 1996.

2. Типовой алгоритм расчета технико-экономических показателей мощных отопительных ТЭЦ. РД 34.09.451 / СПО “Союзтехэнерго» – М., 1983.

3. Методические указания по подготовке и передаче информации о тепловой экономичности работы электростанций и энергосистем / ПО »Союзтехэнерго» – М., 1984.

РОЗРАХУНОК ТЕП ДЛЯ БЛОКІВ 1-6 ЗМІЇВСЬКОЇ ГРЄС

Голубова С. П., Гончарова Л. П., Судік О. С
Державне підприємство «Харківський науково-дослідний інститут комплексної автоматизації» (ДП «ХІКА»)
провулок Кузнечний 2, Харків, Україна, 61003,
kerivnuk.xika@gmail.com

Розроблено алгоритм розрахунку ТЕП який аналізує данні і виконує розрахунки одночасно на блоках 1-6 Зміївської ГРЕС а також забезпечує підтримку бланків[2] з угрупованням параметрів по станції та блокам.

В цей алгоритм розрахунку входять наступні функції для кожного блоку [1]:

- первинна обробка вхідної інформації на 15-ти хвилинному оперативному інтервалі;
- визначення режиму роботи блоку (відокремлено для кожного блоку);
- оперативний розрахунок на 15-ти хвилинному оперативному інтервалі;
- накопичення оперативних даних за інтервали: година, зміна, доба;
- запис в ОЗУ-БД СТК показників ТЕП для реєстрації та відображення;
- формування txt файлу заданої структури (з вмістом: усереднених вхідних сигналів, розрахункових значень (фактичних і нормативних величин) і значень констант на інтервалі зміна для нормального режиму окремо по кожному блоку і станції;
- забезпечення функції введення змінюваних констант.

Первинна обробка виконується для достовірних параметрів і включає: читання миттєвих значень вхідних параметрів раз в 15с., метрологічну корекцію і множення на масштабний множник, усереднення достовірних значень.

Оперативний розрахунок на 15-ти хвилинному оперативному інтервалі включає наступні функції:

- усереднення виміряних сигналів на добовому інтервалі;
- розрахунок фактичних (в тому числі розрахунок середніх значень по ниткам) і нормативних величин.

Накопичення оперативних даних за годину зміну і добу виконується кожні 15 хв. з використанням наступних формул:

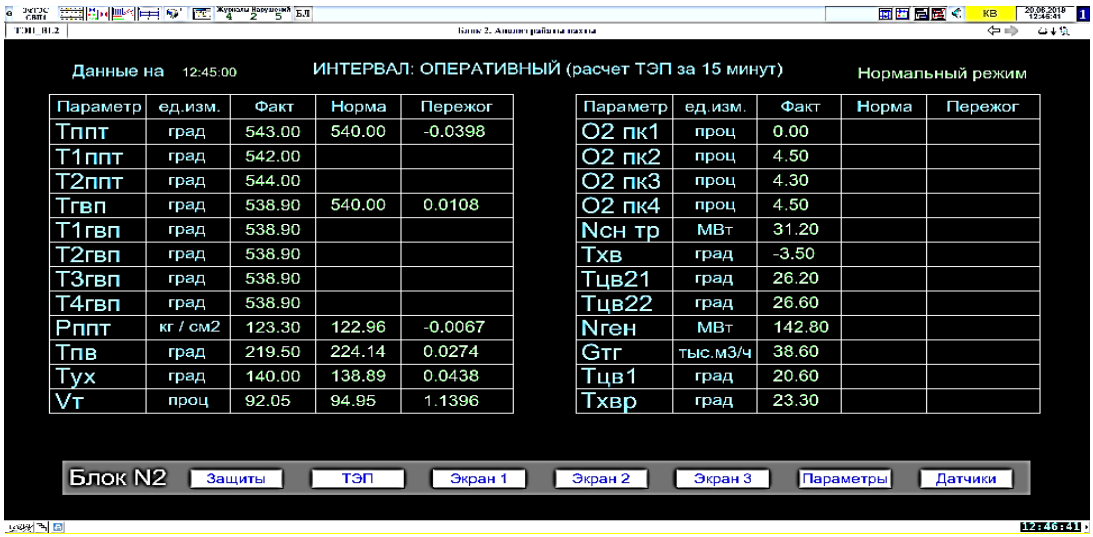
- сума величин (зокрема, використовується для накопичення часу);
- усереднення величин зі зважуванням за часом;
- усереднення величин зі зважуванням за часом і іншим показником.

Формула накопичення налаштовується окремо для кожного параметра.

Тривалість зміни і час її початку є величиною налаштування.

Розрахунок ТЕП в повному обсязі проводитися в нормальному режимі експлуатації блоку, в пусковому режимі і режимі зупинки — розрахунок виконується в скороченому вигляді за спрощеною схемою фактичних показників ТЕП. Вибір відповідного алгоритму проводитися на оперативному інтервалі після визначення режиму роботи окремо по блокам і станції. Нормальний режим роботи блоку фіксується при значенні потужності блоку більше ніж 120 Мвт.

Запис в ОЗУ-БД СТК розрахункових параметрів ТЕП для реєстрації та відображення (в тому числі і на відеокадрах ТЕП «Рисунок 1») виконується кожен оперативний інтервал окремо по станції і блокам.



Параметр	ед.изм.	Факт	Норма	Пережог
Тппт	град	543.00	540.00	-0.0398
Т1ппт	град	542.00		
Т2ппт	град	544.00		
Тгвп	град	538.90	540.00	0.0108
Т1гвп	град	538.90		
Т2гвп	град	538.90		
Т3гвп	град	538.90		
Т4гвп	град	538.90		
Рппт	кг / см2	123.30	122.96	-0.0067
Тпв	град	219.50	224.14	0.0274
Тух	град	140.00	138.89	0.0438
Vт	проц	92.05	94.95	1.1396

Параметр	ед.изм.	Факт	Норма	Пережог
О2 пк1	проц	0.00		
О2 пк2	проц	4.50		
О2 пк3	проц	4.30		
О2 пк4	проц	4.50		
Nсн тр	МВт	31.20		
Тхв	град	-3.50		
Тцв21	град	26.20		
Тцв22	град	26.60		
Nген	МВт	142.80		
Gтг	тыс.м3/ч	38.60		
Тцв1	град	20.60		
Тхвр	град	23.30		

Рисунок 1 – Приклад фрагменту відображення параметрів розрахунку ТЕП для блоку 2

Формування текстового файлу на інтервалі “зміна” виконується автоматично в кінці зміни. Файл формується по списку. Ім'я формованого файлу залежить від номера зміни (останньої яка завершилася) і приймає значення:

- tepstk_1.txt – дані за першу зміну;.
- tepstk_2.txt – дані за другу зміну;.
- tepstk_3.txt – дані за третю зміну;.

Передача до кінцевого користувача виконується організаційно раз в зміну на флеш накопичувачі.

Список літератури

1. Типовой алгоритм расчета технико-экономических показателей мощных отопительных ТЭЦ. РД 34.09.451 / СПО «Союзтехэнерго» – М., 1983.

2. Методические указания по подготовке и передаче информации о тепловой экономичности работы электростанций и энергосистем / ПО «Союзтехэнерго» – М., 1984.

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ЕНЕРГЕТИЧНОГО ОБЛАДНАННЯ

Купчік В. Є., Сучков Г. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова,2, e-mail: vlad.kupchik97@gmail.com

Одним з головних пріоритетів при виробництві більшості продукції, є якість кінцевого виробу.

Які дефекти в загалом можуть бути ? (мікротріщини, тріщини, непровари, пори, шлакові включення та інше)

Основні методи неруйнівного контролю поверхневих та внутрішніх дефектів:

Візуальний метод контролю

Найбільш простим і обов'язковим методом дефектоскопії є візуальний – неозброєним оком або за допомогою оптичних приладів (наприклад, лупи).

Мінімальний розмір дефектів, що виявляються неозброєним оком, становить 0,1 – 0,2 мм, а при використанні оптичних систем – десятки мікрон.

Капілярний метод контролю

Капілярні методи неруйнівного контролю засновані на капілярному проникненні індикаторних рідин (пенетрантів) в порожнини поверхневих та наскрізних несуцільностей матеріалу об'єкта контролю та реєстрації утворюваних індикаторних слідів візуальним способом.

Чутливість капілярної дефектоскопії дозволяє виявляти поверхневі тріщини з розкриттям менше 0,02 мм.

Магнітні методи контролю

Магнітна дефектоскопія грунтується на тому, що в намагніченому виробі магнітний потік, зустрічаючи перешкоду з малою магнітною проникністю (тріщини, неметалеві включення), розсіюється.

Найбільш часто на практиці застосовують *магнітопорошковий метод*.

Це метод магнітного неруйнівного контролю, заснований на використанні як індикатора складів на основі порошку з феромагнетика.

Для нанесення магнітного індикатора на поверхню об'єкта, що інспектується застосовують два способи:

«Мокрий спосіб» – намагнічену поверхню обробляють суспензією із зваженими частинками порошку. Магнітну суспензію наносять шляхом поливу, занурення у ванну з суспензією або аерозольним способом;

2)»Сухий спосіб» – намагнічені поверхню обробляють сухим порошком за допомогою різних розпилювачів, зануренням об'єкта в камеру з порошком, а також способом повітряної суспензії – розпиленням в спеціальних установках.

Ультразвуковий метод контролю

Методи ультразвукового контролю засновані на дослідженні процесу розповсюдження пружних коливань з частотою 0,5-25 МГц в контрольованих виробах. Є одним з найпоширеніших методів неруйнівного контролю.

Вибір НК:

При виборі методу або комплексу методів НК конкретних деталей або вузлів необхідно враховувати наступні основні чинники: характер (вид) дефекту і його розташування, чутливість методу контролю, умови роботи деталей і ТУ на виріб, матеріал деталі, стан і шорсткість поверхні, форму і розмір деталі, стан і шорсткість поверхні, форму і розмір деталі, зони контролю, доступність деталі і зони контролю, умови контролю.

Ультразвуковий контроль якості звапних з'єднань

Методика контролю призначена для проведення ультразвукового контролю якості стикових, напусткових, кутових, хрестообразних, таврових та ін. зварних з'єднань з метою виявлення в них тріщин, непроварів, пор, раковин, шлакових включень та інших несуцільностей металу.

Також розповідається про матеріали, обладнання, проведення контроля та оформлення результатів.

Список літератури

1 Засоби і методи управління якістю / В.В. Єфімов – М: Кнорус, 2007. – 232 с.

2 Огвоздін В.Ю. Управління якістю. Основи теорії та практики: Навчальний посібник. 6-е вид. / В.Ю. Огвоздін – М.: Справа і Сервіс, 2009. – 288 с.

3 Круглов М.Г. Менеджмент якості як він є / М.Г. Круглов, Г.М. Шишков. – М.: Ексмо. – 2007. – 544 с.

4 ДСТУ ISO 9001:2009 «Системи управління якістю. Вимоги».

5 ДСТУ ISO 9004:2001 «Системи управління якістю. Настанови щодо поліпшення ДІЯЛЬНОСТІ».

6 Технічний контроль у машинобудуванні: Довідник проектувальника / під заг. ред. В. Н. Чупиріна, А. Д. Нікифорова. – М.: Машинобудування, 1987. – 512 с. іл.

7 Болотін В.В. Прогнозування ресурсу машин і конструкцій / В.В. Болотін – М.: Машинобудування – 1984. – 312 с.

АНАЛІЗ МЕТОДІВ ПОПЕРЕДНЬОЇ ОБРОБКИ МАЛОКОНТРАСТНИХ ЗОБРАЖЕНЬ, ОТРИМАНИХ ЗА ДОПОМОГОЮ ЕЛЕКТРОННО-ОПТИЧНИХ ЗАСОБІВ ДЕФЕКТОСКОПІЇ

Панасенко Д. П., Смолін Ю. О., Крикун В. Р.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002, dimko_p@rks.kh.ua

У процесі візуального контролю об'єктів і виробів у виробництві і в сферах наукової діяльності досить часто застосовуються електронно-оптичні засоби отримання інформації. Такі прилади сприяють більш якісному отриманню інформації про об'єкти та продукти виробництва й контролю, а також виявленню різних дефектів, присутніх на їхніх поверхнях. Результатом використання оптико-електронних засобів контролю та діагностики, при проведенні процесу дефектоскопії, є зображення або серія зображень контрольованої поверхні. Дані зображення мають бути ретельно оброблені та проаналізовані для видачі подальшого результату про наявність будь-яких дефектів, пов'язаних з виробництвом або експлуатацією того чи іншого об'єкта або виробу.

Діагностика на основі аналізу й обробки отриманих зображень у багатьох випадках пов'язана з необхідністю правильного виявлення малоконтрастних дефектів невеликих за розмірами, таких як: тріщини, відколи, вм'ятини тощо. У більшості випадків на зображенні необхідно виявити малорозмірні дефекти (в порівнянні з поверхнею, що підлягає контролю). Досить часто в процесі контролю та діагностики отримані зображення є контрастними, а дефекти характеризуються контрастом, що порівнюється з пороговим контрастом зору. Можливість пропуску таких дефектів на зображенні може привести до помилкового висновку про стан і цілісність, а, отже, подальшої експлуатації об'єктів і виробів, які підлягають контролю. Проблема підвищення ефективності правильного виявлення малоконтрастних дефектів невеликих розмірів на зображеннях становить значний інтерес. Метою даної роботи є аналіз методів попередньої обробки зображень, що містять невеликі дефекти, контраст яких можна порівняти з пороговим контрастом зору.

Відповідно до відомих властивостей зору ефективність правильного виявлення дефектів на зображенні залежить від контрасту цих дефектів по відношенню до фону. При цьому правильне виявлення дефектів можливо лише в разі, якщо їх контраст перевищує поріг сприйняття. Якщо ж контраст дефекту не перевищує граничного контрасту зору, зображення сприймається як однорідне, тобто таке, що не містить дефектів. Граничний контраст зору характеризується нерівномірною залежністю від кутових

розмірів дефектів на зображенні. Для правильного виявлення дефектів малих кутових розмірів необхідний більш високий рівень контрасту (пороговий контраст зору більш високий). Граничний контраст зору залежить не тільки від розміру дефекту на зображенні, але й від рівня яскравості адаптації зорової системи: глобального середнього рівня освітленості цілого зображення (з урахуванням зовнішнього освітлення) та локального (змінюється в залежності від яскравості окремих частин зображення). Найбільш поширений в даний час підхід до аналізу зорового виявлення ґрунтується на уявленнях і термінах, розроблених в теорії статистичних рішень. Можливості людини-спостерігача залежать від рівня шумів і обмежені співвідношеннями математичної статистики.

Для підвищення ефективності правильного виявлення малоконтрастних дефектів невеликих розмірів на зображенні попередня обробка повинна бути спрямована на узгодження параметрів зображення з характеристиками зорової системи дослідника, в першу чергу, із залежністю граничного контрасту від розміру дефекту на зображенні. Відповідно до отриманих характеристик виявлення дефектів на зображенні послідовність перетворень повинна включати контрастування та масштабування зони дослідження на зображенні, в якій передбачається наявність дефектів. Вони можуть бути виявлені як на етапі контрастування, так і на етапі масштабування. При цьому підвищення ефективності виявлення дефектів може бути забезпечено тільки при досягненні оптимальних умов сприйняття отриманих зображень.

Список літератури

1. Р. Гонсалес, Р. Вудс Цифровая обработка изображений. М: Техносфера. 2005. С. 1072.
2. Гальярди Р. М., Карп Ш. Оптическая связь. М.: Высшая школа. 1978. С.524.
3. Левин Б. Р. Теоретические основы радиотехники. М.: Изд-во «Советское радио». 1968. С. 504.
4. Бондарев В. Н., Трёстер Г., Чернега В. С. Цифровая обработка сигналов: методы и средства. Учеб. пособие для вузов. 2-е изд. Х.: Конус. 2001. С. 398.
5. Якушенко Ю.Г. Теория и расчет оптикоэлектронных приборов. М.: Машиностроение.1989. С.360.
6. Свенсон А.Н. Параллельные методы и средства распознавания образов. Том 2. К.: Наукова думка.1985. С. 21, 88.
7. Калашников А.М., Слуцкий В.З. Основы радиотехники и радиолокации. Военное издательство Мо СССР. 1965. С. 135
8. Фурман А.Я. Введение в контурный анализ; приложение к обработке изображений и сигналов. М.: ФИЗМАТЛИТ, 2003. 592 с.

ОСНАЩЕННЯ ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ СЕРІЙНИХ ПАРТІЙ ВИРОБУ «КРИШКА»

Плєснецов С. Ю., Нина В. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Холодне листове штампування є одним з найбільш прогресивних технологічних методів виробництва. Воно має переваги перед іншими видами обробки металів, як в технічному, так і в економічному плані. Найбільший ефект від холодного штампування може бути досягнений при комплексному вирішенні технічних питань на стадіях підготовки. Основним прогресивним технологічним фактором розвитку холодного штампування є прагнення отримати штампуванням повністю закінчену деталь. Це, однак, може супроводжуватись підвищеними ризиками формування дефектів при формоутворенні.

Поширеним видом металопродукції є деталь «кришка» (рис. 1а). Деталь виготовляється в 3 штампах. Дана деталь достатньо проста по конфігурації, має симетричну форму. Деталь має плавні спряження між дном і стінками, що робить можливим її отримання витяжкою без додаткового калібрування [1].

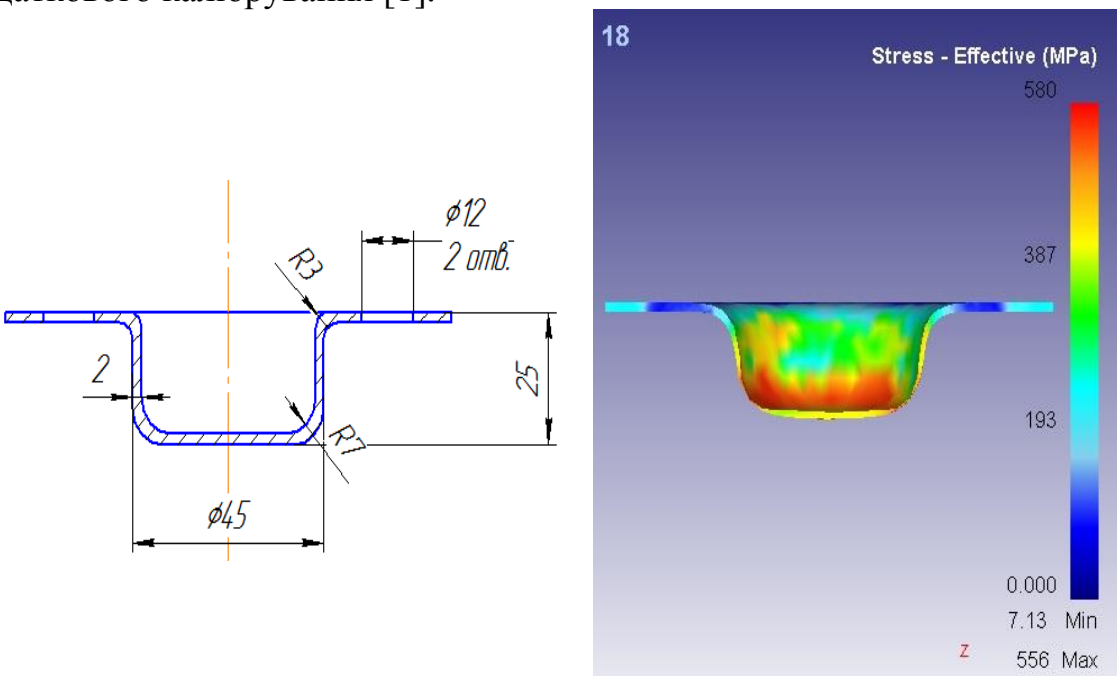


Рисунок 1 – Деталь «Кришка» (а) та модель дефектоутворення (б) на базі розподілу напружень

В якості вихідної заготовки є смуга. Визначення розмірів заготовки проводиться по рівності площ поверхні заготовки і деталі (з припуском на обрізку). Технологією передбачено однорядний тип розкрою з відходами зі

смуги для подальшого витягування деталі із штучної заготовки

При робочому ході преса відбувається вирубування круглої заготівки і зразу після вирубування заготівка витягується між пуансоном та внутрішньою порожниною пуансон-матриці. Готова деталь виштовхується з порожнини пуансон-матриці і падає в тару для готових деталей.

Аналіз розподілу напружень при формоутворенні (рис. 1б) дозволяє визначити підвищену вірогідність утворення дефектів у нижній частині деталі. Це може призводити до утворення таких дефектів як хвилі, тріщини, розриви тощо. Також важливим фактором формоутворення є точність форми, що може бути втрачена через зношування обладнання чи інструменту.

Запропоновано оснащення для вибіркового контролю деталі ультразвуковим методом (рис. 2).

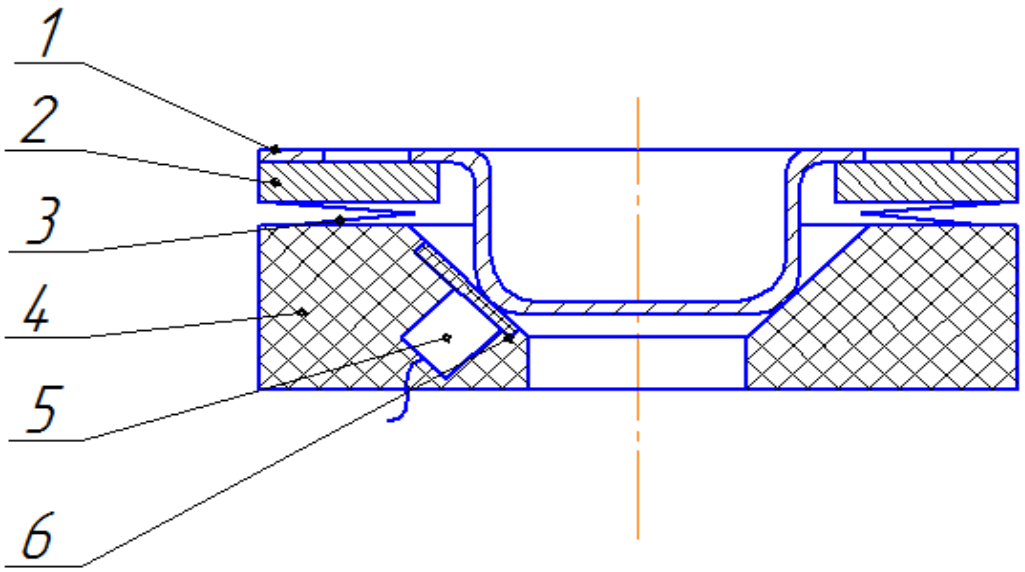


Рисунок 2 – Оснащення для ультразвукового контролю металовиробу

В даному оснащенні на виріб (1) контролером встановлюється круговий тримач (4) з демпфуючим кільцевим елементом (2) на пружині чи еластичному тілі (3), в який вбудовано п’єзоелектричний перетворювач (ПЕП) (5) [2], захищений еластичним протектором (6).

Така конструкція дозволяє використовувати акустичний метод контролю для деталей типу «Кришка» без необхідності більш кладних процедур встановлення ПЕП та виконувати експрес-контроль великих партій виробів без засобів автоматизації високої вартості.

Список літератури

1. Романовский В.П. Справочник по холодной штамповке. Л: Машиностроение. 1971. 782 с.

2. Клюев В. В. Неразрушающий контроль. Том 3. Ультразвуковой контроль. М.: Машиностроение. 2004. 864 с.

ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ВІЗУАЛІЗАЦІЇ СПЕЦІАЛЬНИХ МЕТАЛЕВИХ ЗРАЗКІВ

Плєснецов С. Ю., Паламаренко Ю. І.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,кафедра «Комп'ютерні та радіоелектронні системи контролю і діагностики», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002,
rastrelly@gmail.com

В сучасній українській економічній обстановці важливою складовою діяльності підприємств є контроль якості. Умови контролю якості можуть залежати від наявного обладнання, рівня підготовки спеціалістів, об’єму виробництва та інших факторів.

При цьому комп’ютеризація виробництва може знизити трудові витрати, підвищити швидкість обробки даних, знизити фактори виникнення похибки, та ін.

Спектр товарів, які можуть підлягати комп’ютеризованому контролю та аналізу включає продукцію обробки металів тиском. Важливою частиною процесу випуску продукції гарячого штампування є контроль відповідності розмірів продукту заявленим в конструкторській документації.

Програмні засоби, які можуть бути використані в такій якості, відрізняються високою вартістю, широким переліком не задіяних в процесі обробки даних та візуалізації функцій, та високим рівнем вимог до кваліфікації персоналу, а аткож, зазвичай, вимагають розробки додаткових компонентів для реалізації необхідних функцій чи використання додаткового програмного забезпечення.

Все перелічене дозволяє оцінити задачу розробки програмних засобів для візуалізації та статистичної обробки результатів вимірів та продукції як актуальну та економічно доцільну.

Рендеринг – термін в комп'ютерній графіці, що позначає процес отримання зображення по моделі за допомогою комп'ютерної програми.

В даному терміні модель – це опис будь-яких об'єктів або явищ на строго певній мові або у вигляді структури даних. Такий опис може містити геометричні дані, положення точки спостерігача, інформацію про висвітлення, ступеня наявності якоїсь речовини, напруженість фізичного поля та ін.

Прикладом візуалізації можуть служити радарні космічні знімки, що представляють у вигляді зображення, дані, отримані за допомогою радіолокаційного сканування поверхні космічного тіла в діапазоні електромагнітних хвиль, невидимих людським оком.

Візуалізація – один з найбільш важливих розділів в комп'ютерній графіці, і на практиці він тісно пов'язаний з іншими. Зазвичай програмні пакети тривимірного моделювання та анімації включають в себе також і

функцію рендеринга. Існують окремі програмні продукти, що виконують рендеринг.

Залежно від мети, розрізняють пре-рендеринг, як досить повільний процес візуалізації, що застосовується в основному при створенні відео, і рендеринг в режимі реального часу, наприклад, в комп'ютерних іграх. Останній часто використовує 3D-прискорювачі.

Комп'ютерна програма, яка виробляє рендеринг, називається рендером або рендерер.

Різновиди комп’ютерної візуалізації

Наступні різновиди комп'ютерної візуалізації створені через велику різноманітність сфери її застосувань:

- фотореалістична візуалізація;
- нефотореалістична візуалізація;

Ці різновиди отримуються за допомогою використання одного чи скупності наступних методів:

- High Dynamic Range Rendering (високодинамічне відображення діапазону);
- Алгоритм Scanline;
- Об'ємний рендеринг (англ.volume rendering);
- Z-буферизація;

Особливості рендерингу

Зображення — результат рендерингу може бути описане як набір певних візуальних особливостей, що відповідають справжнім фізичним явищам, властивостям об'єкту.

Список літератури:

1. Рендеринг [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%BD%D0%B4%D0%B5%D1%80%D0%B8%D0%BD%D0%B3.

2. Мова програмування [Електронний ресурс]. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%BE%D0%B2%D0%B0_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B3%D1%80%D0%B0%D0%BC%D1%83%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F.

МЕТОД УЛЬТРАЗВУКОВОГО КОНТРОЛЮ ПРУЖНИХ ХАРАКТЕРИСТИК МЕТАЛУ ТОНКОСТІННИХ ВИРОБІВ ІМПУЛЬСАМИ ХВИЛЬ ЛЕМБА АБО РЕЛЕЯ

Плєснецов С. Ю., Сучков Г. М., Осадчий В. О.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Розроблено метод неруйнівного ультразвукового контролю, який призначений для визначення пружних характеристик матеріалів тонкостінних виробів, таких як тонкі трубки, оболонки, листи тощо. В основу розробки поставлено завдання створити метод ультразвукового контролю пружних характеристик виробу хвилями Лемба [1], нове виконання якого дозволило б забезпечити підвищення достовірності контролю.

Для вирішення поставленої задачі розроблено метод ультразвукового контролю пружних характеристик металу тонкостінних виробів хвилями Лемба, який включає калібрування контрольного приладу шляхом зондування зразка заданої товщини з відомими пружними характеристиками металу, збудження в виробі ультразвукових імпульсів хвиль Лемба заданої частоти, реєстрацію імпульсів, які пройшли ділянку виробу та визначення пружних характеристик металу виробу за результатами аналізу параметрів прийнятих ультразвукових імпульсів, при цьому збудження ультразвукових імпульсів ненульової моди хвиль Лемба виконують одним збуджуючим елементом, а приймання імпульсів, які пройшли вздовж виробу, виконують двома приймальними елементами, розташованими послідовно на одній лінії в напрямку розповсюдження ультразвукових імпульсів від збуджуючого елементу, збуджуючий та приймаючі елементи розташовуються на відстанях, які забезпечують відокремлення в часі збудженого і прийнятих імпульсів один від одного, фіксують першу різницю часу прийому імпульсів двома приймальними елементами на зразку заданої товщини з відомими пружними характеристиками металу, повторюють операцію контролю на виробі і фіксують другу різницю часу, при відмінності першої та другої різниць часу при контролі виробу змінюють частоту ультразвукових імпульсів до моменту тотожності першої та другої різниць часу, а відповідність пружних характеристик виробу встановленим вимогам визначають по величині різниці частот ультразвукових коливань Лемба, отриманих при контролі зразка та виробу. Схема реалізації методу наведена на рисунку.

На рисунку позначено: 1 – збуджуючий перетворювач; 2 і 3 – приймаючі перетворювачі; C_L – хвиля Лемба, напрямок розповсюдження якої показано стрілкою; 4 – корпус ультразвукового ЕМА перетворювача; ОК – об’єкт контролю малої товщини.

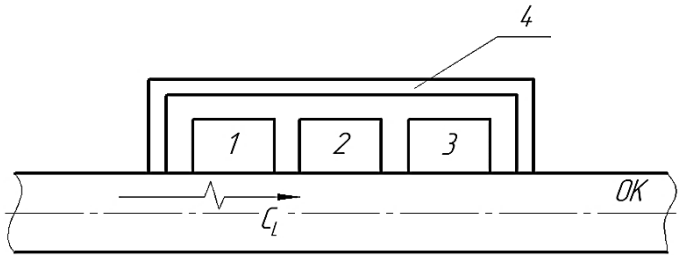


Рисунок – Приклад розміщення на ОК ЕМА перетворювача з елементами для реалізації метода ультразвукового контролю пружних характеристик металу тонкостінних виробів хвилями Лемба або Релея

Даний спосіб реалізується наступним чином. Перед початком контролю проводять калібрування контрольного приладу. Для цього на поверхню зразка з відомими пружними характеристиками металу встановлюють ультразвуковий перетворювач зі збуджуючим елементом 1 та двома приймаючими елементами 2 і 3. Елементи 2 і 3 повинні бути закріплені в корпусі 4 ультразвукового перетворювача послідовно на одній лінії в напрямку розповсюдження ультразвукових імпульсів від збуджуючого елементу 1. Збуджуючий 1 та приймаючі елементи 2 і 3 розташовуються на відстанях, які забезпечують відокремлення в часі збуджуючого і прийнятих імпульсів один від одного. Збуджують в зразку з відомими пружними характеристиками імпульси хвиль Лемба не нульової моди. Використання ненульової моди хвиль Лемба обумовлено дисперсією швидкості розповсюдження таких хвиль, яка залежить від пружних властивостей матеріалу та частоти ультразвукових коливань. Раціонально вибирати хвилю Лемба першої моди, оскільки, як правило, її легше збудити і вона має більшу амплітуду [2]. Фіксують першу різницю часу прийому імпульсів двома приймальними елементами 2 і 3. Повторюють операцію контролю на ОК і фіксують другу різницю часу. При відмінності різниць часу змінюють частоту збуджуваних ультразвукових імпульсів до моменту тотожності різниць. Відповідність пружних характеристик ОК вимогам визначають по величині різниці частот ультразвукових коливань Лемба, отриманих при контролі зразка та ОК.

Розроблений метод також можливо використати для визначення пружних характеристик поверхневих шарів товстих виробів, тобто таких, товщина яких перевищує кілька довжин ультразвукових хвиль для даного матеріалу ОК.

Список літератури

1. Бардзокас Д.И. Распространение волн в электромагнитоупругих середах / Бардзокас Д.И., Кудрявцев Б.А., Сеник Н.А. // М.: Едиториал УРСС, 2003. 236 с.

2. Тамм И.Е. Основы теории электричества / М.: Наука, 1976. 616 с.

ПРОГРАМНИЙ ЗАСІБ ДЛЯ ЗДІЙСНЕННЯ ВИМІРІВ У ПЛОЩИНІ ТА СТАТИСТИЧНОЇ ОБРОБКИ ДЛЯ АНАЛІТИЧНОЇ ТА НАУКОВО-ДОСЛІДНОЇ РОБОТИ

Плєснецов С. Ю., Шпагін Д. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»

Розробка програмних засобів для метрологічного супроводу промислових процесів є актуальною задачею. Робота з вимірами у промисловому середовищі може вимагати великих працезатрат, широкого спектру інструментів та високої кваліфікації відповідального співробітника.

Існуючі програмні комплекси мають значні недоліки, якщо використовувати їх для вимірів геометрії зразків. Серед них значна вартість, великі вимоги до комп'ютерного обладнання, а також, зазвичай, для них необхідно реалізовувати розширення, що дозволили б виконувати статистичний аналіз, агрегацію результатів вимірів та ін.

Таким чином, задача реалізації програмного засобу для виміру геометрії зразків у площині є актуальною і наразі.

Задача реалізації спеціального програмного забезпечення може дозволити створити програмний засіб, який буде мати значно менші вимоги до обладнання, до кваліфікації персоналу та знизить витрати робочого часу на контроль [1].

В методиках оцінки результатів вимірювання промахи вилучають із ряду багаторазових спостережень, як аномальні результати вимірювання [2]. При повторних вимірах через зміну характеру і інтенсивності впливаючих на фізичну величину, щораз буде з'являтися новий результат вимірювання. Проведемо ряд вимірювань ФВ X. Під дією випадкових похибок одержимо n декілька відмінних один від одного результатів, що займуть деякий діапазон значень. Розіб'ємо весь інтервал значень на декілька піддіапазонів, що мають досить малі кроки квантування. Можна згрупувати результати вимірів у ці піддіапазони, кожний із який буде характеризуватися кількістю результатів вимірювань, що попали до нього. На основі отриманих результатів побудуємо гістограму розподілу результатів вимірів. Висота прямокутників визначається частотою p появи результатів у кожному піддіапазоні. При зменшенні ширини інтервалів до нуля гістограма перейде в плавну криву, яка називається кривою щільності розподілу імовірностей.

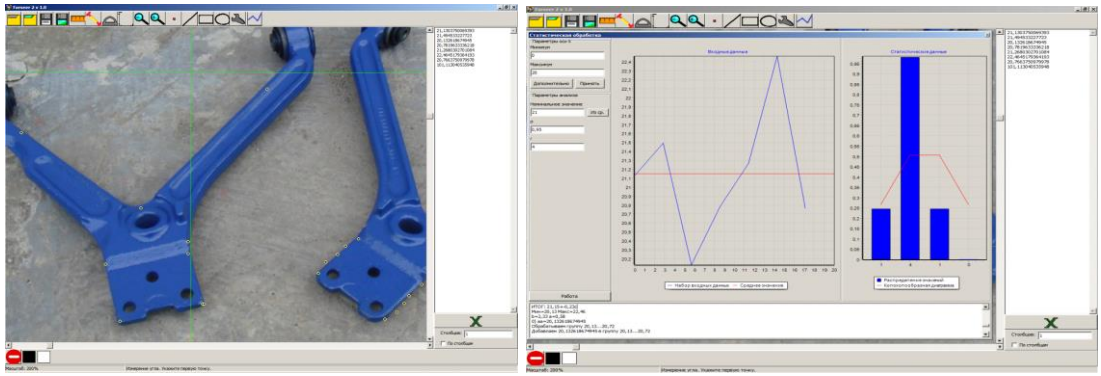
З урахуванням наведеного вище розроблено програмний засіб для вимірювання геометричних розмірів виробів у площині та подальшої статистичної обробки результатів вимірів. Інтерфейс програмного засобу наведено на рис. 1а.

Для виконання статистичної обробки результатів вимірювань створено спеціальний модуль статистичної обробки, який надає приведений до статистично імовірного розмір, а також побічні характеристики статистичної обробки і гістограму розподілу значень (рис. 1б).

Програмний засіб підтримує завантаження та збереження зображень у форматах *.bmp, * .png, * .jpg, збереження та відновлення поточного проекту, вимір лінійних та кутових розмірів із автоматичним занесенням значень до журналу, експорт масиву даних до системи Microsoft Excel.

Підтримується система масштабування зображень, вікно попереднього перегляду, нанесення допоміжної геометрії: прямокутників, відрізків, еліпсів. Графічна частина системи реалізована на платформі Windows GDI.

Програмний засіб є сумісним із операційними системами сімейства Windows (платформа Win32 або x86).



а б

Рисунок 1 – Програмний засіб для вимірів та статистичної обробки
а – інтерфейс модуля вимірювань; б – інтерфейс модуля статобробки

Висновки:

1. Розроблено програмний засіб для вимірювання геометричних параметрів зразків в площині. Розроблений продукт базується на бібліотеці VCL, використовує графіку Windows GDI, орієнтованість на платформу Win32. Сприймає графічні формати * .bmp, * .png, * .jpg.

2. Виконано перевірку точності розробленого програмного засобу через порівняння результатів вимірювань на мікроскопі, результатів метрологічної повірки набору кінцевих мір і вимірів через програмний засіб. Встановлено, що похибка не перевищує 0,03 мм або 6%.

Список літератури

1. Абельсон Х. *Структура и интерпретация компьютерных программ* [Електронний ресурс]. Х. Абельсон, Д. Сассман, Д. Сассман. Добросвет. – 2006. Режим доступу до ресурсу: http://www.student.nada.kth.se/kurser/su/DA2001/dokument/sicp.ru.pdf

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ ВИХРЕТОКОВОЙ АППАРАТУРЫ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ

Светличный В. А. Ивлев А. А., Чумаченко М. А.
Харьковского национального университета внутренних дел,
Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники
Украина, 61166 Харьков, пр. Науки,14,info@nure.ua

Разработка вихретоковых преобразователей (ВТП) для приборов определяющих параметры качества плоских и тонких покрытий или пленок, является сложной нетривиальной задачей.

Анализ доступной литературы и Internet источников показывает, что основная масса толщиномеров покрытий не имеет отстроек от мешающих факторов [1]. Структурная схема вихретокового прибора определяется в основном принятым в нем способом выделения информации. На рис. 1 показаны основные структурные схемы приборов.

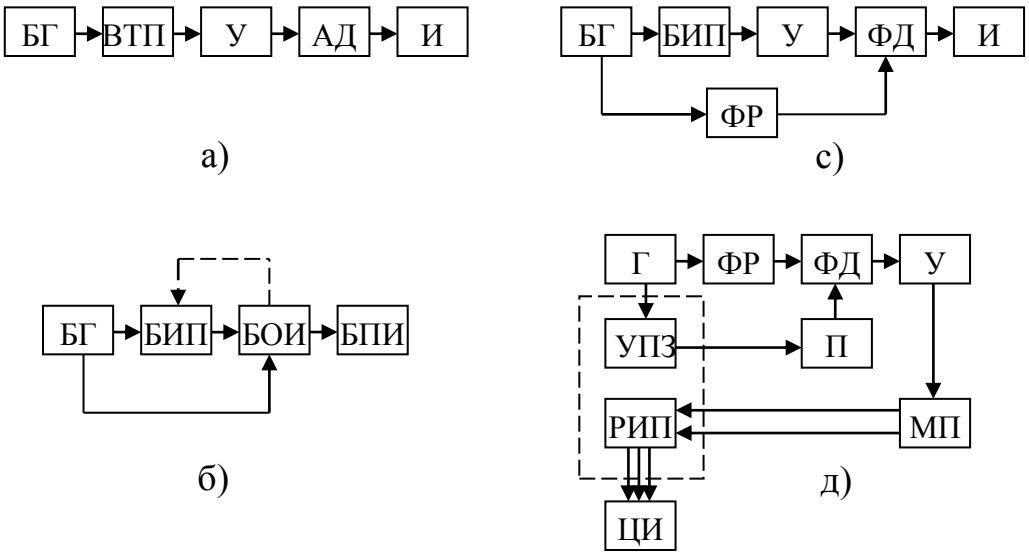


Рисунок 1. – Структурные схемы приборов: а) – амплитудный; б) – амплитудно-фазовый; в) стабилизация режима контроля; г) стабилизация зазора.

где: АД – амплитудный детектор; БГ – блок генераторов; БПИ – блок преобразования информации; БОИ – блок обработки информации; ВТП – вихретоковый преобразователь; И – индикатор; МП – механизм перемещения; П – преобразователь сигнала изменения зазора; У – усилитель; УПЗ – устройство преобразования рабочего зазора; ФД – фазовый детектор; ФР – фазорегулятор.

Приборы, построенные по схеме 1а, имеют низкую чувствительность измерений и применяются, в основном, для контроля сравнительно больших изменений толщины контролируемых покрытий. Приборы, построенные схеме 1б, сложны в настройке и регулировке. Структурные схемы приборов, использующих метод стабилизации режима контроля и стабилизации зазора, довольно разнообразны, общим для многих из них является наличие обратной связи рис. 1в, 1г.

Большинство существующих вихретоковых приборов имеют нерезонансные апериодические схемы, обладающие низкой чувствительностью. Для повышения их чувствительности у параметрических ВТП катушки индуктивности включаются в мостовые схемы. Апериодическая схема трансформаторного ВИП также обладает низкой чувствительностью. Более высокой чувствительностью обладают резонансные схемы [2], когда одна или обе катушки индуктивности включаются в колебательные цепи, настройка и регулировка которых в ряде случаев, особенно на высоких частотах, оказывается значительно проще, чем мостовых схем [3].

Применение микропроцессоров позволяет не только полностью автоматизировать проблемные вопросы процесса измерения, анализа и контроля толщин и дефектов объектов контроля, калибровку и выбор необходимых диапазонов, но и фиксацию, статическую обработку измеряемых величин, что значительно повышает точность измерений, расширяет функциональные возможности вихретоковой аппаратуры и области её применения.

Микропроцессоры позволяют совмещать в одном приборе разные принципы измерений, например, индуктивный и вихретоковый, что существенно расширяет возможности измерений различных сочетаний материалов основания и покрытия.

Список литературы

1. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 т.: Т.2 / под общ. ред. В.В. Клюева. М.; Машиностроение, 2003. – 688 с. :ил.

2. Хорошайло Ю. Е. Вихретоковый контроль тонких электропроводящих пленок и неэлектропроводящих покрытий: монография / Хорошайло Ю.Е., Сучков Г.М., Светличный В.А., Ерощенков В.Н. – Харьков: Из-во НТУ «ХПИ», 2014 – С. 228

3. Светличный В.А. Неразрушающий контроль пленок и покрытий // Системи озброєння і військова техніка – Харків ХУПС ім. І. Кожедуба – 2010 – №3(23) С. 160-162.

ВЛИЯНИЕ НЕСТАБИЛЬНОСТИ РАБОЧЕГО ЗАЗОРА ВИХРЕТОКОВОГО ПРИБОРА НА ЕГО МЕТРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ

Светличный В. А., Ежак Р. А., Ищенко В. Е.
Харьковского национального университета внутренних дел,
Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники
Украина, 61166 Харьков, пр. Науки,14,info@nure.ua

Нестабильность рабочего зазора в ряде случаев может оказаться основным фактором, влияющим на погрешность измерения. Рабочим зазором в толщинометрии и дефектоскопии именуют зазор или расстояние между рабочей поверхностью вихретокового преобразователя (ВТП) и поверхностью объекта контроля (ОК). Импеданс, вносимый ОК который представляет собой металлическую пластину (или плоскую фольгу, пленку) в токовую катушку преобразователя, можно аналитически аппроксимировать экспоненциальной зависимостью :

$$Z_v = Z_{v0} e^{-\frac{3h}{R}} = Z_{v0} e^{-\frac{3}{r}\alpha}, \qquad (1)$$

где h – величина рабочего зазора; где Z_{v0} – вносимый импеданс при $h = 0$; r – активная составляющая импеданса ВТП; α – обобщенный параметр ВТП.

Следует остановиться на физической сущности влияния изменения рабочего зазора на показания ВТП в толщинометрии и дефектоскопии, на его отличия от влияния других факторов и параметров системы ВТП – ОК.

Известно, что влияние металлического ОК на сигнал, вырабатываемый ВТП, проявляется при внесении некоторой ЭДС, или эквивалентного ей импеданса в измерительную или генераторную катушку ВТП.

Физический смысл влияния изменения рабочего зазора заключается в том, что увеличение зазора приводит к ослаблению связи между индуктивной катушкой ВТП и ОК. Последнее уменьшает одинаково как активную, так и реактивную составляющую вносимого импеданса (1). Однако с увеличением рабочего зазора также увеличивается диаметр наводимых в ОК круговых токов за счет полей рассеяния. Это явление эквивалентно увеличению радиуса R катушки.

Кроме того следует учитывать влияние кривизны расположения ВТП относительно ОК. В общем случае в литературе и Internet источниках рассмотрено большое число разнообразных методов ослабления влияния изменения рабочего зазора. Анализируя эти методы, можно предположить классификационную схему, изображенную на рис.1.

В основу классификации приняты «области» возможного или наиболее целесообразного применения того или иного метода. Такими

«областями» являются особенности схем включения ВТП в схему измерительного прибора и структура построения прибора. Следует различать пять различных схем включения катушек ВТП: обычную, мостовую, резонансную, полосовую и автогенераторную. К особенностям структуры построения прибора мы отнесли его канальность, поскольку его канальность позволяет почерпнуть значительно больше информации о структуре, свойствах и геометрических формах ОК, что расширяет возможности отстройки не только от вариации рабочего зазора, но и от других мешающих факторов.

Каждому из способов включения ВТП соответствуют свои специфические методы отстройки от изменения рабочего зазора, и, вместе с тем, можно отметить группу общих методов, которые могут быть с успехом использованы в различных схемах включения ВТП в качестве основного, или как дополнительные к специфическому методу.

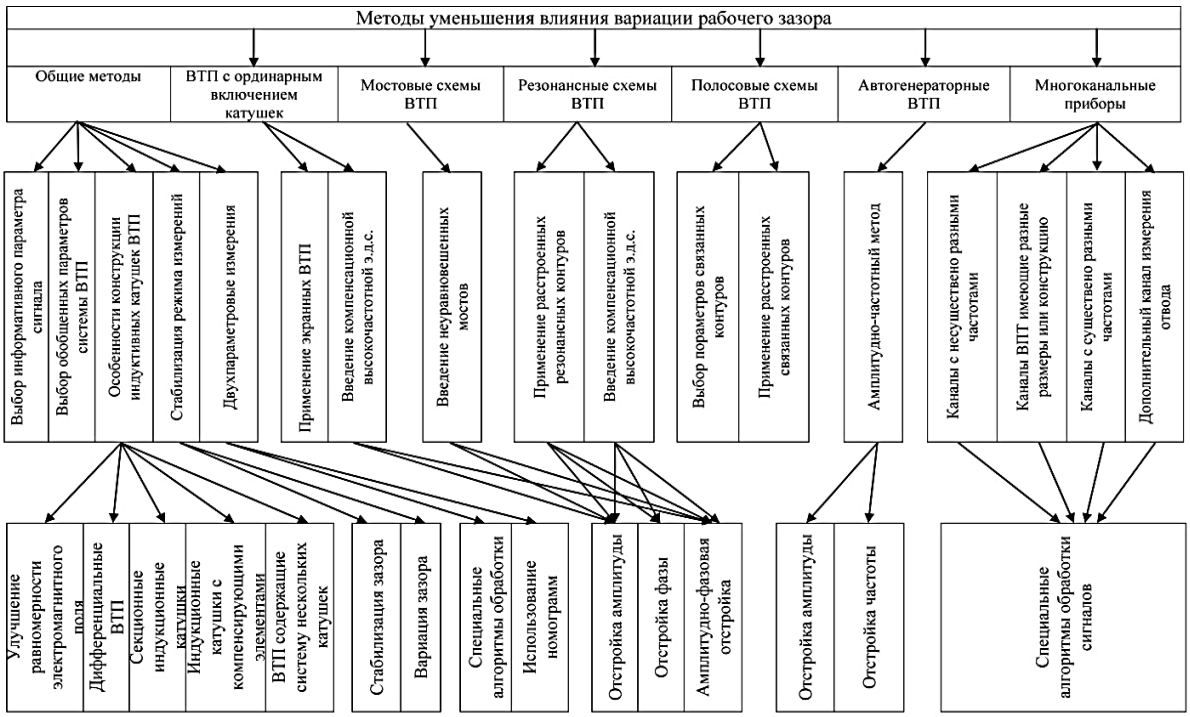


Рисунок 1 – Классификационная схема методов уменьшения вариации рабочего зазора

Список литературы

1. Неразрушающий контроль. Справочник в 7 т.: Т.2 / под общ. ред. В.В.Клюева. М.; Машиностроение, 2003. – 688 с. :ил.

2. Хорошайло Ю. Е. Вихретоковый контроль тонких электропроводящих пленок и неэлектропроводящих покрытий: монография / Хорошайло Ю.Е., Сучков Г.М., Светличный В.А., Ерощенков В.Н. – Харьков: Из-во НТУ «ХПИ», 2014 – 228 с.

МАС-СПЕКТРОМЕТРІЯ

Сіренко М. М., Протопоп А. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», кафедра «Комп'ютерні та радіоелектронні системи контролю та діагностики», вул. Кирпичова, 2, Харків, Україна, 61002,
sirnn2@gmail.com

Мас-спектрометр – прилад для знаходження мас атомів, молекул за характером руху їх пучків іонів, що летять у вакуумі в електричних або магнітних полях. Він є важливим приладом для аутентифікації молекул при вимірюванні відношення маси до заряду m/z в іонізованому стані. Мас-спектрометр вимірює маси всередині зразка. Так мас-спектрометрія використовується в багатьох різних областях і застосовується до чистих зразків, а також до складних сумішей [1].

Існують п’ять основних типів мас-спектрометрів:

- секторні магнітні та (або) електричні;
- квадрупольні;
- часопролітні;
- з іонної пасткою;
- з перетворенням Фур'є.

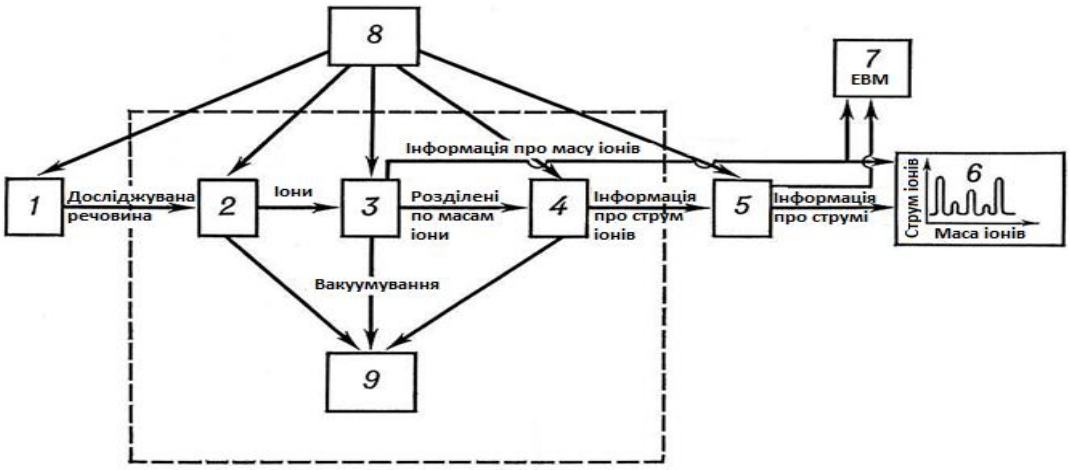


Рисунок 1

1 – система підготовки та введення досліджуваної речовини; 2 – іонне джерело; 3 – мас-аналізатор; 4 – іонний приймач; 5 – підсилювач; 6 – пристрій реєстрації; 7 – ЕВМ; 8 – система електричного живлення; 9 – відкатні пристрої.

Штрих-пунктиром обведена частина приладу, у якій створюється вакуум

Часопролітні мас-спектрометри використовують електричне поле для прискорення іонів через той же потенціал, а потім вимірює час, коли

вони роз’єднуються, щоб досягти детектора. Принцип роботи часопролітного мас-спектрометра заснований на тому, що при русі іонізованих молекул газу в безполевому просторі відбувається їх поділ на пучки близькі по відношенню маси до заряду іонів.

Квадрупольні прилади використовують коливальні електричні поля для вибіркової стабілізації або дестабілізації траєкторій іонів, що проходять через квадрупольне поле радіочастоти, створене між 4 паралельними стрижнями.

Секторні магнітні та електричні мас-спектрометри, завдяки своїй простоті і функціональності мас-спектрометри з секторних полем використовуються для гелієвих течошукачів, до роздільної здатності яких високі вимоги не пред'являються. Принцип роботи Мас-спектрометр з секторним полем Молекули нейтрального газу іонізуються в іонному джерелі за допомогою бомбардування електронами. Утворені таким чином електрони прискорюються в напрямку секторного магнітного поля за допомогою напруги електричного струму. В області траєкторій іонів магнітне поле є однорідним і розташовується перпендикулярно площині зображення.

Мас-спектрометр з іонною пасткою. Тривимірна квадрупольному іонна пастка працює на одних і тих же фізичних принципах, що і аналізатор квадрупольних мас, але іони захоплюються і послідовно викидаються.

Варіантом квадрупольного аналізатора служить так звана тривимірна квадрупольна пастка, що представляє собою два гіперболоїда обертання, обмежених з боків кільцевим електродом 3, також з гіперболічним перетином внутрішньої поверхні [2].

Мас-спектрометрія з Фур'є-перетворення, або, точніше, Фур'є-іонний циклотронний резонанс, вимірює масу шляхом детектування струму зображення, створюваного іонами при участі магнітного поля. Принцип роботи мас-спектрометра з перетворенням Фур'є:

а – іони проникають в осередок аналізатора. Магнітне поле змушує теплові іони обертатися за низькими орбітам, радіус яких залежить від ставлення маси іонів до їх заряду m / t;

б – додаються високочастотні імпульси, резонансно передвигають іони на більш високі орбіти;

в – високочастотний сигнал, що породжується примусовим обертанням іонів, вимірюється і піддається Фур'є-перетворення [3].

Список літератури

1. Лебедев А. Т. Масс-спектрометрия в органической химии / А. Т. Лебедев. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2003. – 493 с., ил. – (Методы в химии)

2. Лебедев А.Т. Масс-спектрометрия для анализа объектов окружающей среды / Москва: Техносфера, 2013. – 624с.

АЛГОРИТМ РАСЧЕТОВ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Смолин Ю. А., Харитонов Т. В., Бабич М. Н., Китаёв Е. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова, 2

Постановка проблемы. Для печатных плат, входящих в состав компьютерных систем и устанавливаемых непосредственно в системные блоки, периферийные устройства и другие блоки, характерным является режим работы в ограниченном пространстве, определяемом размерами закрытых корпусов этих блоков. При этом они могут находиться в непосредственной близости от источников тепловой энергии и сами выделять тепло, то есть работать в условиях повышенной температуры. В этом случае возникает проблема повышения надежности этих систем.

Постановка задачи. Необходимо разработать алгоритм расчета тепловых режимов работы печатных плат на основании расчетных выражений для определения температурных показателей, позволяющих определить влияние температурных режимов на надежность компьютерных систем.

Результата работы. Проведенный по литературным источникам анализ распределения отказов показал, что в компьютерных системах, работающих в тяжелых условиях, воздействий температуры, вибрации, агрессивной среды, радиации и т.д., показатели надежности ухудшаются.

В свою очередь, из анализа причин отказов для компьютерных систем видно, что тепловое воздействие является одним из основных.

Для количественной оценки надежности из ее характеристик была выбрана интенсивность отказов, поскольку она позволит наиболее просто учесть влияние различных факторов на надежность.

Поэтому необходимо решить задачу по разработке методики расчета основных параметров тепловых режимов в компьютерных системах и учесть влияние этих параметров на интенсивность отказов. При этом следует учитывать, что печатные платы размещаются либо в герметичных закрытых корпусах, либо в частично закрытых (перфорированных) корпусах. Поэтому необходимо ввести четкое разделение по условиям работы и в связи с этим применять различные выражения для расчета тепловых режимов.

Так, например, для электронных блоков, размещающихся в *герметичных корпусах*, рекомендовано применять такие выражения:

Перегрев корпуса (с учетом изменения атмосферного давления)

$$Q_k=Q_1 \bullet K_{H1},$$

где Q_1 – перегрев корпуса при нормальном давлении.

$$Q_1=0{,}147Q_k-0{,}2982\bullet 10^{-3}\bullet Q_k^{\,2}+0{,}3127\bullet 10^{-6}\bullet Q_k^{\,3}.$$

K_{H1} – коэффициент, учитывающий давление воздуха снаружи кожуха.

$$K_{H1}=0,82+1/(0,925+4,6\cdot10^{-5}H_1),$$

где H_1 – атмосферное давление снаружи блока.

Перегрев нагретой зоны (с учетом изменения атмосферного давления)

$$Q_З=Q_к+(Q_2-Q_1)\cdot K_{H2},$$

где Q_2 – перегрев нагретой зоны при нормальном давлении

$$Q_2=0,139Q_З-0,1123\cdot10^{-3}Q_З^2+0,698\cdot10^{-5}Q_З^3.$$

K_{H2} – коэффициент учитывающий давление среды внутри блока.

$$K_{H2}=0,8+1/(1,25+3,8\cdot10^{-5}H_2),$$

где H_2 – атмосферное давление внутри блока.

Перегрев воздуха в блоке $Q_в=0,5(Q_к + Q_З)$.

А для *перфорированных корпусов* коэффициент перфорации

$$K_п=0,29+1(1,45+4,95_p),$$

где p – относительная площадь перфорационных отверстий $p=S_п/(L_1\cdot L_2)$, где, в свою очередь, $S_п$ – суммарная площадь перфорационных отверстий, L_1,L_2 – размеры дна кожуха.

Перегрев корпус блока

$$Q_k=Q_1\cdot0,93K_{H1}\cdot K_П.$$

Перегрев нагретой зоны

$$Q_З=0,93K_п[Q_1\cdot K_{H1}+(Q_2/0,93- Q_1)\ K_{H2}].$$

Средний перегрев воздуха в блоке

$$Q_в=0,6\ Q_З.$$

В этом случае, результаты расчетов тепловых режимов, в целом, получаются несколько отличными от общепринятых, и их влияние на надежность компьютерных систем возрастает.

Выводы. Предложенная методика служит основой для разработки алгоритма расчетов тепловых режимов печатных плат в блоках компьютерных систем.

Список літератури

1. Кузлов Б.И., Дрогин В.А. Расчет и конструирование узлов вычислительной техники .-М.: Высш. Шк., 1989, – 463 с.

2. Фролов В.А. Анализ и оптимизация в прикладных задачах конструирования РЭС. – К. Вища шк., 1991. – 310 с.

3. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА. / В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.Б. Гроаин и др.; Под ред. К.В. Крюковского-Синевича, Ю.Л. Мазура. – К.: Вища шк., 1992. – 494 с, ил.

4. Преснухин Л.Н, Шахнов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. Учеб. для втузов по спец.ЭВМ и конструирование и производство ЭВА. – М.: Высш.шк., 1986. – 512 с.

5. Парфенов Е.М. и др. Проектирование конструкций радиоэлектронной аппаратуры: Учебное пособие для вузов / Е.М. Парфенов, Э.Н. Камышная, В.П. Усачев.- М.: Радио и связь, 1989. – 272 с.

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КЛАСИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ АЛГОРИТМА РАСЧЕТОВ ВИБРОПРОЧНОСТИ ПЕЧАТНЫХ ПЛАТ

Смолин Ю. А., Панасенко Д. П., Тохташ В. Д., Варченко А. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова, 2

Постановка проблемы. На сегодняшний день компьютерные системы получили широчайшее распространение. Они эксплуатируются не только в стационарном исполнении в специально отведенных помещениях, но и устанавливаются на подвижные объекты, летательные аппараты, а также в местах, расположенных в непосредственной близости от устройств, являющихся источниками механических колебаний. В этой связи возникает проблема обеспечения вибропрочности и виброустойчивости для повышения надежности этих систем.

Постановка задачи. Необходимо разработать алгоритм расчета печатных плат на вибропрочность на основании расчетных выражений по методике, которая учитывала бы материал, из которого изготовлена печатная плата.

Результаты работы. Проведенный по литературным источникам анализ влияния различных факторов на надежность компьютерных систем выявил три основных фактора, влияющих на надежность при эксплуатации компьютерных систем:

- температура;
- агрессивная среда;
- механические нагрузки.

Наиболее часто в качестве оценки надежности компьютерных систем принимают интенсивность отказов λ.

Поэтому разработка методики, позволяющей рассчитать основные параметры, характеризующие вибрационное воздействие на печатные платы, и затем учесть их влияние на интенсивность отказов компьютерных систем является важной задачей.

Существующее методики по расчету вибропрочности предлагают расчет собственной частоты колебания платы, которая определяется по выражению

$$f_0 = \frac{\alpha}{2\pi a^2}\sqrt{\frac{Dg}{M}10^4}, \qquad (1)$$

где α – коэффициент, зависящий от способа закрепления сторон пластины; M – масса пластины; D – жесткость пластины;

$$\mathrm{D} = Eh^2 \Big/ 12\left(1-\nu^2\right),$$

где E – модуль упругости; ν – коэффициент Пуассона.

Такой подход имеет существенный недостаток, так как не учитывает свойства материала из которого изготовлена печатная плата, а также массу установленных на ней электрорадиоэлементов. С учетом этих параметров собственную частоту колебаний платы можно определить как

$$f_0 = \frac{k_1 \cdot k_2 \cdot B \cdot h \cdot 10^2}{a^2}, \qquad (2)$$

где k_1 – коэффициент учитывающий материал из которого изготовлена печатная плата:

$$k_1 = \sqrt{\frac{E_M \rho_M}{E_c \rho_c}}$$

E_M и ρ_M – модуль упругости и плотность материала печатной платы;
E_c и ρ_c – модуль упругости и плотность стали;
k_2 – коэффициент учитывающий общую массу платы с электрорадиоэлементами:

$$k_2 = \frac{1}{\sqrt{1 + \frac{M_Э}{M_П}}};$$

$M_Э$ – масса электрорадиоэлементов размещенных на печатной плате;
$M_П$ – масса печатной платы.

$$B = \frac{\alpha \sqrt{E \times g \big/ 12\left(1-\nu^2\right)}}{2\pi}$$

Выводы. Такой подход к расчету вибропрочности, как показали проведенные расчеты, позволяет учесть влияние вибропрочности на надежность с более высокой точностью (порядка 10%-15%).

Список літератури

1. Дрогин В. А. Расчет и конструирование узлов вычислительной техники .-М.: Высш. Шк., 1989, – 463 с.
2. Фролов В.А. Анализ и оптимизация в прикладных задачах конструирования РЭС. – К. Вища шк., 1991. – 310 с.
3. Практическое пособие по учебному конструированию РЭА. / В.Т. Белинский, В.П. Гондюл, А.Б. Гроаин и др.; Под ред. К.В. Крюковского-Синевича, Ю.Л. Мазура. – К.: Вища шк., 1992. – 494 с, ил.
4. Преснухин Л.Н, Шахнов Кузлов В.А. Конструирование электронных вычислительных машин и систем. Учеб. для втузов по спец.ЭВМ и конструирование и производство ЭВА. – М.: Высш.шк., 1986. – 512 с.

ПРИЛАД ДЛЯ АКУСТИЧНОГО КОНТРОЛЮ ТРУБОПРОВОДУ

Хомяк Ю. В., Сучков Г. М., Горпинич О. С.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», e-mail: frosti.neot@gmail.com

В умовах експлуатації протягом тривалого часу трубопроводи піддаються різним зовнішнім і внутрішнім впливам, у результаті чого відбувається деградація матеріалу, корозійні пошкодження, виникають і розвиваються тріщини на поверхнях труб та інші види дефектів. Незважаючи на те, що проектування трубопроводів за сучасними технологіями виготовлення і монтажу повинні забезпечити реалізацію призначеного ресурсу, виключити можливість виникнення таких дефектів не вдається. Щоб уникнути серйозних наслідків виникнення дефектів, проводять різні обстеження, застосовуючи методи неруйнівного контролю.

Актуальність даної теми пояснюється тим, що в наш час є значна кількість трубопроводів в експлуатації і процесі виробництва, пошкодження і руйнування компонентів яких може призводити до серйозних економічних втрат і пагубним впливам на природу. Трубопроводи включають багато сполучних деталей, як металевих, так і неметалевих, що мають складні геометричні форми (вузли), доступ до деяких частин яких може бути обмежений. У таких випадках методи і технічні засоби неруйнівного контролю є оптимальним і максимально зручним рішенням для проведення обстеження певних районів трубопроводів, без виведення об'єкта з експлуатації, а також обстеження важкодоступних ділянок для виявлення дефектів.

Тому було розроблено систему для ультразвукового контролю трубопроводу, який використовується для контролю зовнішніх дефектів трубопроводу великого діаметру.

Робота системи заснована на ультразвуковому методі контролю. Система складається з мікроконтролера, який зчитує і обробляє інформацію з ультразвукового датчика відстані, який в свою чергу працює за принципом ехолокації. Датчик посилає ультразвуковий сигнал і приймає його відображення від об'єкта. Вимірявши час між відправленням і отриманням імпульсу мікроконтролер обчислює відстань до перешкоди. Ультразвуковий датчик закріплений на валу сервоприводу, який має кут повороту 165˚. Мікроконтролер управляє сервоприводом і ультразвуковим датчиком синхронно, кожен кут повороту сервоприводу супроводжується збудженням 8 імпульсів частотою 40 КГц. Якщо датчик не отримує назад відправлений імпульс, це означає що він потрапив в дефект і не позначився.

Графічно принцип роботи системи ультразвукового контролю представлений на рисунке 1. Датчик 1, на якому знаходиться передавач 2 посилає ультразвукову хвилю в напрямку об'єкта контролю 3, яка в свою чергу відбиваючись від нього потрапляє на приймач 4. Датчик закріплений на валу сервоприводу, який знаходиться всередині корпусу 5.

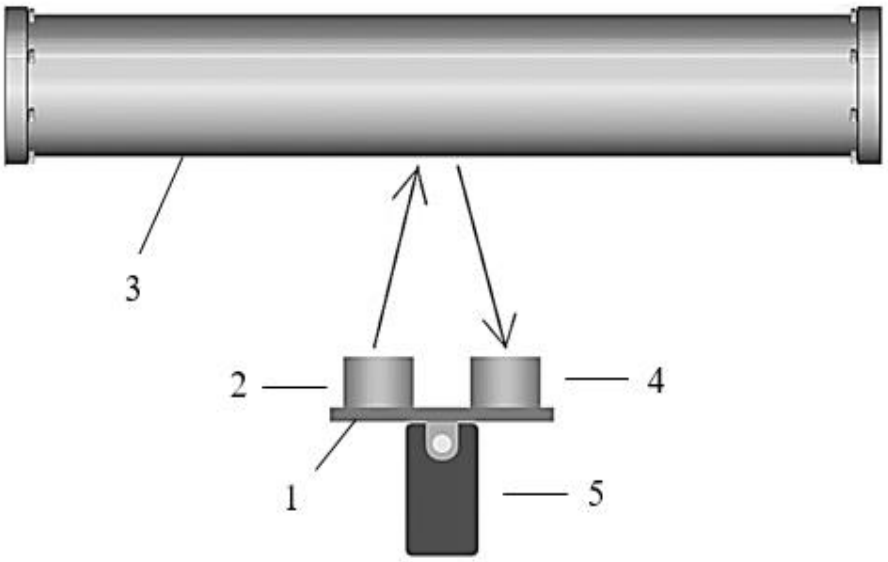


Рисунок 1 – Принцип роботи системи контролю

Список літератури

1. Неруйнівний контроль металів та виробів: Довідник / П.І. Беда, Б.І. Виборнов, Ю.А. Глазков та ін. / Під ред. Г.С. Самойловича. – М.: Машинобудування, 1976. – 456 с.

2. Неруйнуючий контроль. Кн. 2. Акустичні методи контролю / Под ред. В. В. Сухорукова. – М .: Вища шк., 1992. – 283 с.

3. ГОСТ 23829 – 85 Контроль неруйнівний акустичний.

4. Альошин Н. П. Ультразвукова дефектоскопія: Справ. / Н. П. Альошин, В. Г. Лупачев. – Мн .: Виш. шк., 1987. – 271 с.

5. Бєлов, А.В. Мікроконтролери AVR: від азів програмування до створення практичних пристроїв / А.В. Бєлов. – СПб .: Наука і техніка, 2016. – 544 с.

6. Баранов, В.М. Застосування мікроконтролерів AVR: схеми, алгоритми, програми, алгоритми, програми / В.Н. Баранов. – М .: Додека-XXI, 2006. – 288 с.

ЭЛЕКТРОННЫЙ КОЛОРИМЕТР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЦВЕТА ОТРАЖЕННЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Хорошайло Ю. Е., Ефименко С. А., Сова А. В., Ткачев Н. Н.
Харьковский Национальный Университет Радиоэлектроники
Украина, 61166 Харьков, пр. Науки,14,info@nure.ua

С развитием технологий человечество все больше сталкивается с проблемами точного определения цвета не только субъективного, а и объективного характера. В связи с этим возникает большая необходимость в применении и развитии приборов, которые бы смогли определить цвет и его характеристики. Колориметр (от лат. color — цвет и греч. metreo — измеряю). Колориметр трёхцветный — прибор для измерения цвета в одной из трёхмерных колориметрических систем, в которой предполагается, что любой цвет может быть представлен как результат оптического сложения (смешения) определенного количества трёх цветов, принимаемых в ней за основные цвета. В данное время существует огромное количество приборов и методов определения цвета. Каждый из них имеет свои достоинства и недостатки, свои области применения. Одним из самых удобных является колориметр электрический, который также может предоставить необходимую информацию о цвете.

Электронный колориметр использует очень наглядный и простой способ определения цвета. Основные технические характеристики разработанного электронного колориметра: напряжение питания 6В., внешний источник питания, первая группа механического воздействия ГОСТ 1601-79, габариты не больше 33х24х26 см, масса 2кг, требования к эргономики и эстетики ДСТУ 2429-94.

Схема состоит из трех каналов усиления, микроконтроллера ATMega816, интерфейса RS-232.

Входной сигнал поступает на три фотодиода, соответственно VD1, VD2 и VD3. Далее происходит усиления сигнала с помощью трех каналов усиления, эмиттерного повторителя, трехкаскадного усилителя.

Благодаря подстроечным резисторам R16, R18, R20 существует возможность регулировать уровень усиления сигнала, что может быть очень удобным для дальнейшей работы с прибором и программным обеспечением. Далее сигнал поступает на АЦП, который представлен микроконтроллером ATMega8-16 и в котором происходи преобразование аналогового сигнала в его цифровую форму.Через интерфейс RS-232 сигнал поступает на персональный компьютер.

Электронный колориметр состоит из двух частей: корпуса и оптического блока.



Рисунок 1 – Внешний вид колориметра электронного

ВЫВОДЫ

Электронный колориметр обладает рядом преимуществ быстрая обработка и анализ полученных данных, в течение 1,5 секунды; возможность выводить данные, как на ПК, так и на устройстве отображения информации прибора; доступность РЭА; технологичность конструкции изделии предусмотрена возможность настройки прибора для проведения исследований.

Список літератури

1. Определение RGB [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://ru.wikipedia.org/wiki/RGB.

2. История изучения цвета [Электронный ресурс] – Режим доступа: http://fox-cub12.chat.ru/m20.html.

3. Как человек воспринимает цвета [Электронный ресурс]– Режим доступа: http://alwtogether.com/always-together/ru/publications-ru

ОПТОЭЛЕКТРОННЫЙ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЙ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЬ

Хорошайло Ю. Е., Ефименко С. А., Меняйло А. Д., Шевченко И. Н.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники
Украина , 61166 Харьков, пр. Науки 14, info@ nure.ua

В данной работе приводится разработанный измерительный преобразователь электронного колориметра. Цветовые измерения – методы измерения и количественного выражения цвета. Вместе с различными способами математического описания цвета цветовые измерения составляют предмет колориметрии. В результате цветовых измерений определяются 3 числа, так называемые цветовые координаты, полностью определяющие цвет (при некоторых строго стандартизированных условиях его рассматривания). Основой математического описания цвета в колориметрии является экспериментально установленный факт, что любой цвет при соблюдении упомянутых условий можно представить в виде смеси (суммы) определенных количеств 3 линейно независимых цветов, т.е. таких цветов, каждый из которых не может быть представлен в виде суммы каких-либо количеств 2 других цветов. Измерения цвета проводятся с целью объективного описания и количественного определения нашего зрительного впечатления от цвета с помощью величин цветовых измерений. Это позволяет определять цвета численно и передавать информацию о цветах без образца, только с помощью цифр.

Существуют два измерительных метода :

- колориметрический метод;
- спектральный метод.

Оба метода определены в стандарте DIN 5033.

Структурная схема разработанного преобразователя представлена на рис. 1.

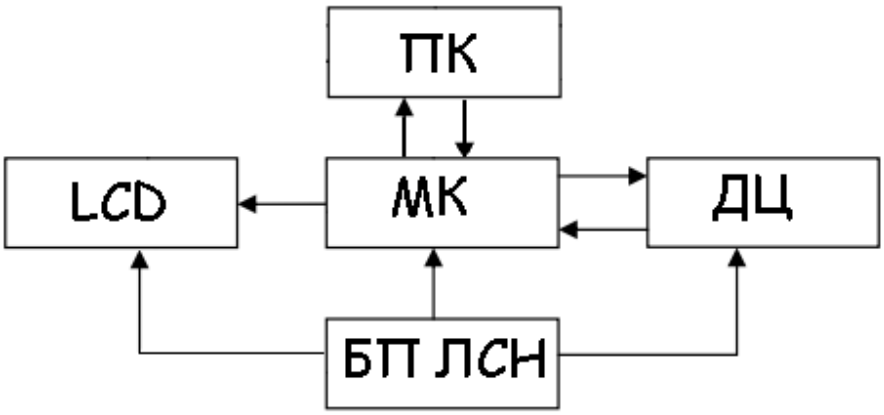


Рисунок 1 — Схема структурная электронного колориметра

В состав устройства входят следующие модули: МК — микроконтроллер, ПК — персональный компьютер, БП ЛСН — блок питания и линейный стабилизатор, ДЦ — датчик цвета, LCD — дисплей. Основа строения – это датчик цвета (ДК) от Avago technologies ADJD-S311-CR999. Его особенностями являются интегрированные предусилители АЦП и цифровой модуль, который обеспечивает связь датчика с внешним устройством (системой) по I^2C шине. Это позволяет существенно минимизировать систему.

Принцип работы предложенного устройства основан на отражении света. Свет, излучаемый источником, отражается от поверхности, затем определяется и измеряется датчиком цвета. Цвет излучения зависит от цвета поверхности, белый свет, падающий на красную поверхность, отражается как красный цвет. Отраженный цвет попадает на датчик, а датчик в свою очередь, преобразует цвет в три R-, G- и B-составляющие. Связь датчика с микроконтроллером осуществляется по I2C шине. С помощью микроконтроллера информация обрабатывается и выводится на ЖК индикатор. Устройство питается от встроенных батарей, либо от USB порта компьютера.

Данное устройство целесообразно использовать для измерений цвета в медицине, космических исследованиях, криминалистике, агропромышленном комплексе, в дизайне и т.д.

Список литературы

1. Измерение цвета [Электронный ресурс] – Режим доступа:\www/ URL: http://ru.science.wikia.com/wiki/Измерение_цвета – Загл. с экрана.

2. Датчики уровня освещенности, приближения и цвета компании Avago Technologies[Электронный ресурс] – Режим доступа:\www/ URL: http://www.kit-e.ru/articles/sensor/2006_7_68.php – Загл. с экрана.

3. Евстифеев А.В. Микроконтроллеры AVR семейства Mega. Руководство пользователя. — М.: Издательский дом «Додэка-XX1», 2007. — 592 с.

4. Шина I^2C и как её использовать [Электронный ресурс] – Режим доступа:\www/ URL: http://www.gaw.ru/html.cgi/txt/interface/iic/index.htm – Загл. с экрана.

5. Кривошеев М.И., Кустарев А.К. Цветовые измерения. Минск : Энергоатомиздат. 1990.215 с.

6. Шашлов Б.А. Цвет и цветовоспроизведение Москва. МГАП, Мир книги 1995. 245с.

7. Лютов В.П., Четверкин П.А., Головастиков Г.Ю. Цветоведение и основы колориметрии : учебник и практикум для академического бакалавраата. Москва. Юрайт. 2018. 222 с.

СЕКЦІЯ 4.
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ БЕЗОТКАЗНОСТИ СЛОЖНОГО НЕВОССТАНАВЛИВАЕМОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЪЕКТА

Банзак Г. В.
Одесская государственная академия технического регулирования и качества, 65020, г. Одесса, ул. Кузнечная, 15

Сложные технические объекты в современном обществе имеют исключительно важное значение. Речь идет в первую очередь о различных радиоэлектронных комплексах военного и специального назначения, радиолокационных станциях, автоматизированных системах управления. От уровня безотказности таких объектов зависит обороноспособность государства, экономическая безопасность, жизни сотен и тысяч людей.

Разрабатываемая модель предназначена для получения функций вероятности безотказной работы $P(t)$ (или функции распределения наработки до отказа $F(t)=1-P(t)$) для объекта в целом и всех его конструктивных элементов по имеющейся информации о показателях безотказности комплектующих элементов. Функции $P(t)$ и $F(t)$ являются показателями безотказности невосстанавливаемых объектов.

Конструктивная структура сложного технического объекта практически всегда является иерархической.

Обозначим E_{ijk}^{u} k-й элемент u-го конструктивного уровня, который входит в состав j-го элемента (u-1)-го уровня. Индекс ijk в данном случае указывает на цепочку номеров элементов старших уровней (включая данный) в последовательности их вхождения в элементы предыдущих (более высоких) уровней. Нумерация уровней начинается сверху, начиная с уровня объекта (u=0). Нумерация элементов u-го уровня, входящих в состав элемента (u-1)-го уровня, является независимой внутри этого элемента. Таким образом, число номеров в нижнем индексе всегда равно значению верхнего индекса u – номеру конструктивного уровня.

Объект в целом рассматривается как элемент нулевого уровня E^{0}. Он всегда единственный и не входит ни в какие другие элементы. На рис. 1 изображен фрагмент иерархической конструктивной структуры объекта.

Каждый конструктивный элемент некоторого u-го уровня E_{ijk}^{u} может включать в себя конструктивные элементы следующего (u+1)-го уровня E_{ijkr}^{u+1}. На рис. 1 элементы нижнего уровня обозначены кружками, все остальные элементы – прямоугольниками.

Конструктивную структуру объекта будем формально представлять иерархической списковой структурой. Каждый конструктивный элемент

$E^u_{ij\ldots r}$ рассматривается как список

$$E^u_{ij\ldots r} = \{E^{u+1}_{ij\ldots r0}, E^{u+1}_{ij\ldots r1}, \ldots, E^{u+1}_{ij\ldots rs}, \ldots\};\ \ s = \overline{0, \left|E^u_{ij\ldots r}\right|};\ \ u = \overline{0, U}, \qquad (1)$$

где $E^{u+1}_{ij\ldots rs}$ – элемент (u+1)-го уровня, входящий в состав элемента $E^u_{ij\ldots r}$;

U – максимальный уровень (вложенности) конструктивных элементов для данного объекта РЭТ.

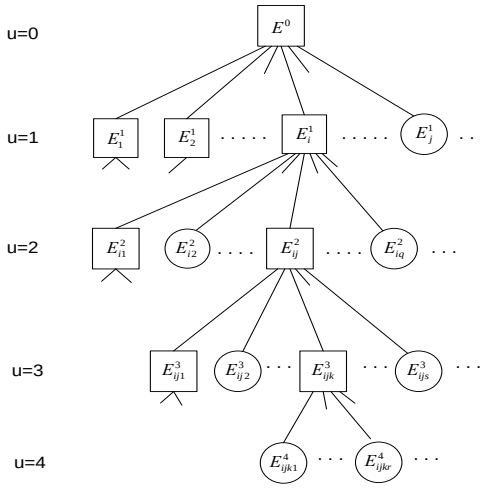


Рисунок 1 – Фрагмент иерархической конструктивной структуры объекта

Объект в целом представляется списком элементов 1-го уровня:

$$E^0 = \{E^1_0, E^1_1, \ldots, E^1_i, \ldots\};\ \ i = \overline{0, \left|E^0\right|}. \qquad (2)$$

Элементы-ИНР представляются пустыми списками.

Совокупность всех вложенных списков вида (1) представляет собой математическую модель конструктивной структуры объекта.

Модель безотказности (МБ) позволяет получать оценки показателей безотказности (ПБ) отдельных конструктивных элементов и объекта в целом по информации о ПБ элементов нижнего конструктивного уровня. В МБ представляется иерархическая конструктивная структура объекта. Таким образом, с помощью МБ совмещается представление иерархической конструктивной структуры с произвольной последовательно-параллельной надежностной структурой объекта, что является приемлемым представлением для большинства технических объектов, встречающихся на практике.

Список литературы

1. Банзак Г.В. Методика определения оптимальных параметров технического обслуживания «по состоянию» с постоянной периодичностью контроля / Г.В.Банзак, В.Н.Цыцарев // Вісник Хмельницького національного університету. – 2011. – №4 . – С.45 – 2. 2.

2. Банзак Г.В. Программное обеспечение методики определения оптимальных параметров сто сложного восстанавливаемого объекта РЭТ / С.В.Лєнков, К.Ф.Боряк, В.В.Зубарєв, Г.В.Банзак // VII науково-практична конференція «Військова освіта і наука: сьогодення та майбутнє». – Київ, 2011, – С. 56.

РАЗРАБОТКА ДЕТЕКТОРА ИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ ДЛЯ ДОЗИМЕТРИИ

Банзак О. В.
Одесская государственная академия технического регулирования и качества, 65020, г. Одесса, ул. Кузнечная, 15, banzakoksana@gmail.com

Разработка современных блоков детектирования, предназначенных для контроля состояния защитных барьеров путем измерения мощности дозы гамма-излучения в воздухе, в составе систем радиационного контроля АЭС является важной и актуальной задачей. Находящиеся в настоящее время в эксплуатации блоки детектирования системы АКРБ-03 выработали свой ресурс (АКРБ − аппаратура контроля радиационной безопасности) [1, 2]. Сама система, разработанная более 20-ти лет назад, не только выработала свой ресурс, но и морально устарела [1]. Очевидно, что новые блоки детектирования должны обладать более высокими метрологическими и эксплуатационными показателями. Существенное улучшение метрологических и эксплуатационных характеристик детекторов, как показано выше, может быть получено только на основе применения новых материалов, в частности, широкозонных полупроводников, таких как CdZnTe [2].

На основании полученных результатов был разработан и изготовлен промышленный прототип блока детектирования БДМГ-CZT. структурная схема которого приведена на рисунке 1. Данный вариант был основой для изготовления и испытания опытной партии детекторов.

Структурно БДМГ-CZT состоит из двух блоков:

– блока детектора (БД), предназначенного для регистрации импульсов потока гамма-излучения и преобразования их в импульсы напряжения;

– блока обработки сигнала (БОС), предназначенного для преобразования импульсов напряжения, выдаваемых БД, в импульсы напряжения постоянной амплитуды, постоянной длительности и с частотой следования, пропорциональной мощности дозы излучения.

На БДМГ-CZT подается внешнее напряжение +400 В, которое через РД и высокоомный резистор создает смещение на датчике. При поступлении на детектор гамма-излучения на нем формируются импульсы заряда, которые преобразуются ПУ в импульсы напряжения. Эти импульсы усиливаются ОУ и поступают на компаратор и УЗА.

Логические импульсы на выходе компаратора устанавливает в «1» триггер-фиксатор, состояние которого считывается МК. После обнаружения логической «1» на выходе МК сбрасывает этот триггер для подготовки к приему следующего импульса компаратора. Выбор порога компаратора позволяет задать уровень подавления шумовой составляющей сигнала ОУ при обнаружении импульсов излучения.

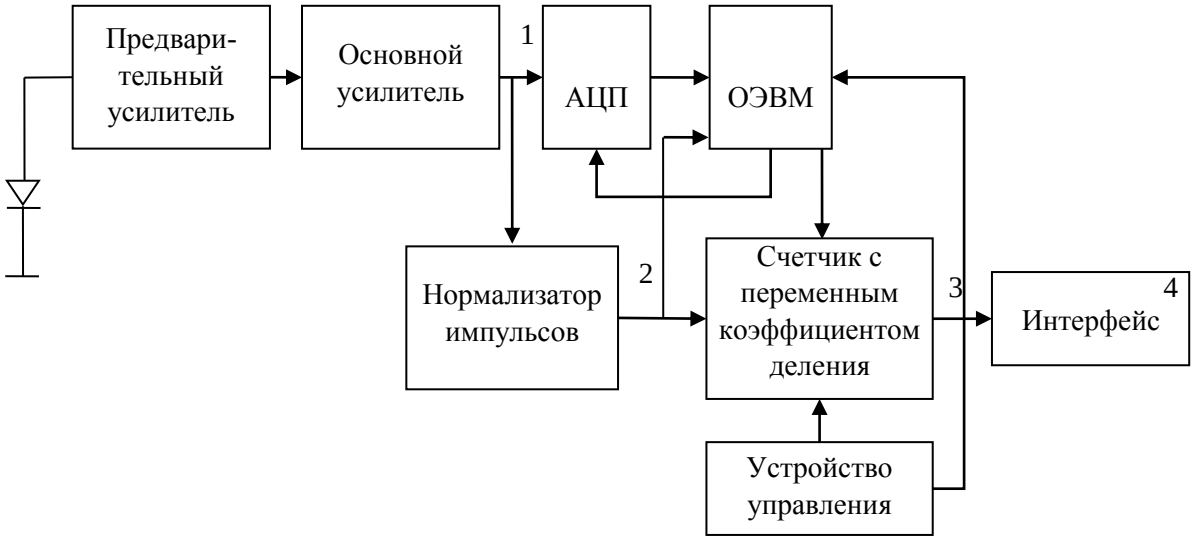


Рисунок 1 – Структурная схема блока детектирования
на основе CdZnTe-датчика

Амплитуда импульсов ОУ фиксируется в аналоговом УЗА, работой которого (сброс-запоминание) управляет МК. МК также управляет работой АЦП (запуск-считывание). Программа МК работает в 2-х режимах: калибровки и измерения. Сменой режимов управляет внешний ПК через интерфейс RS-232.

При включении питания и отсутствии подключения внешнего ПК, МК автоматически переходит в режим измерения. В этом режиме МК считывает из энергонезависимой памяти ППЗУ поправочные и расчетные коэффициенты, проводит измерение скорости счета импульсов излучения (по сигналу компаратора), определяет их амплитуду (энергию излучения) и проводит расчет мощности дозы.

Предложенная структура выгодно отличает разработанный детектор гамма-излучения от известных: расширен до 10 кэВ нижний порог метрологически обеспеченного диапазона измеряемых энергий; использование такого блока детектирования заменяет три прежних модификации (с разной чувствительностью); может использоваться в любых АКРБ с различными протоколами сбора данных.

Список литературы

1. Банзак О.В. Полупроводниковые детекторы нового поколения для радиационного контроля и дозиметрии ионизирующих излучений / О.В. Банзак, О.В. Маслов, В.А. Мокрицкий: Под ред. В.А. Мокрицкого, О.В. Маслова. – Монография. – Одесса, 2013. – Изд-во «ВМВ». – 220 с.

2. Олейник С.Г. Моделирование регистрации собственного гамма-излучения ТВС ВВЭР-1000 в произвольной точке расположения детектора / С.Г. Олейник, О.В. Маслов, В.А. Болтенков // Тезисы докладов VIII Рос. науч. конф. «Радиационная защита и радиационная безопасность в ядерных технологиях», г. Обнинск, 17–19 сент. 2002 г. – С. 179-181.

ЦИФРОВИЙ ВИМІРЮВАЧ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ГУБНОЇ ПОМАДИ

Боженко М. М., Григоренко І. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Губна помада – косметичний продукт для забарвлення, захисту і (або) зволоження губ.

Процес виготовлення губної помади складається з 5 етапів. В першу чергу готують жирову основу. Зважують всі компоненти, розплавляють при певній температурі, яка залежить від наявності твердих компонентів, в спеціальних котлах.

Окремо готується фарбувальна паста. Для неї пігменти і барвники подрібнюються до 10-15 мікрон. Це потрібно для того, щоб в результаті вийшла помада однорідної текстури, без твердих частинок. Ступінь подрібнення перевіряють спеціальним апаратом гріндометром.

Потім основу і фарбувальну пасту з'єднують і перемішують протягом приблизно 60 хвилин різними мішалками зі швидкістю 500 – 700 оборотів у хвилину. Настає період поступового охолодження. При температурі 65 – 70 ° С додаються антиоксиданти, активні добавки та ароматизатори. Потім маса знову перемішується і надходять в гомогенізатор. Цей апарат потрібен для додання масі однорідності, щоб в результаті помада придбала пластичну структуру. Суміш перемішується в ньому зі швидкістю від 1,5 до 3 тисяч оборотів у хвилину. І після цього піддається вакуумної обробці, щоб в масі помади не було скупчення повітря. Маса готова, вона переливається в ємності і кристалізується протягом 48 годин.

Фасування виробляють на автоматичній установці для відливання губної помади. Розподільче колесо вручну завантажується пеналами без верхнього ковпачка з викрученим вкладишем пенала в положення «вгору»; при литві олівців встановлюють такі режими:

- температура столу в зоні наповнення гнізд масою 25 – 45 ° С;
- температура столу в зоні «вистрілювання» олівців в пенал 17 – 24 ° С;
- робочий тиск в зоні «вистрілювання» олівців в пенал 7,5 – 8 МПа;

Об'єктом розробки є мікроконтролерний вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення губної помади. До складу вимірювача входять наступні вимірювальні перетворювачі: датчик температури та вологості жирової основи; датчик кислотності готової маси помади; датчик температури та тиску при фасуванні помади. Ціль розробки – створення мікроконтролерного вимірювача, що призначений для вимірювань в діапазоні температур від + 17 ^{0}С до + 80 ^{0}С, діапазоні вологості 11…15% RH, діапазоні кислотності 5,5…7,3, діапазоні тиску

7,8…8 МПа. Структурна схема мікроконтролерного вимірювача представлена на рис. 1.

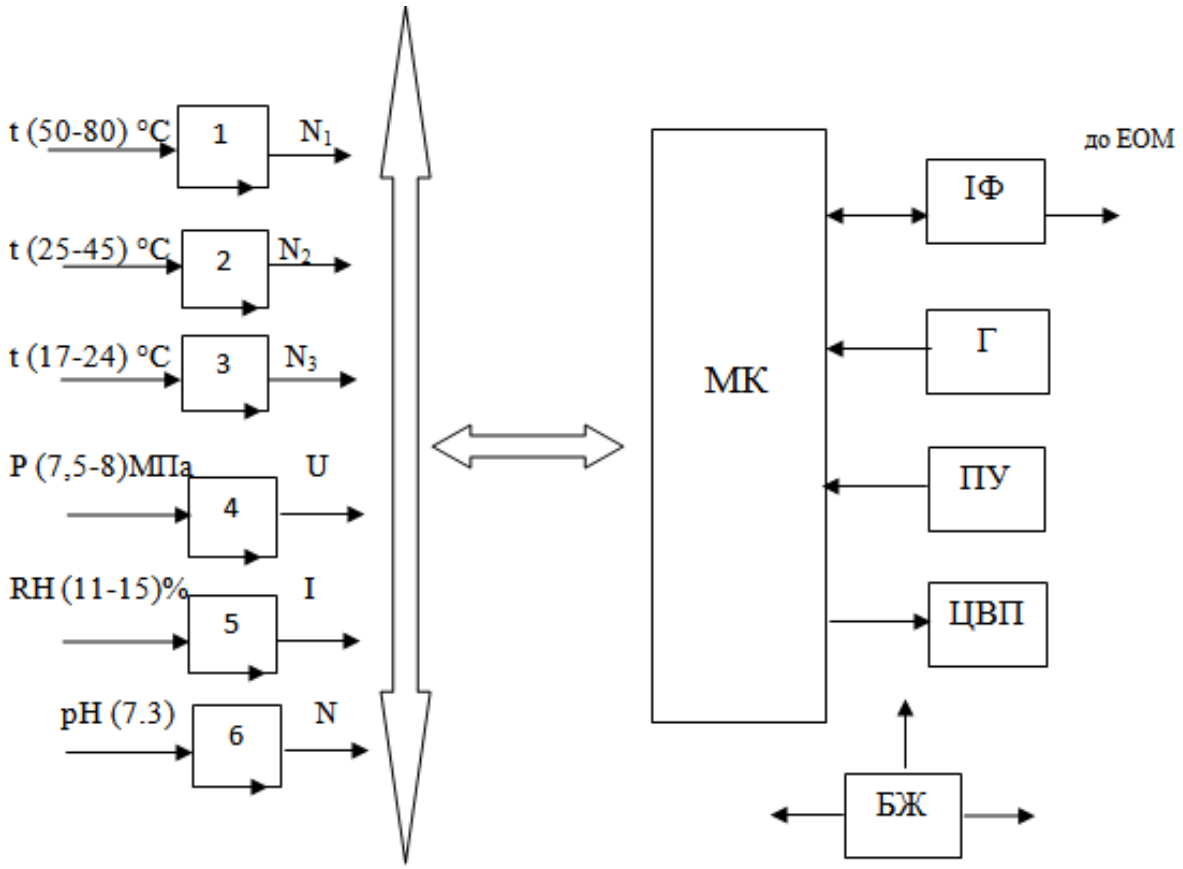


Рисунок 1 – Структурна схема блоку контролю параметрів технологічного процесу виготовлення губної помади

Наведена система має шість каналів вимірювання: три канали вимірювання температури, яка діє на датчики 1, 2 та 3; тиск в зоні «вистрілювання» олівців в пенал – 4; датчик вологості – 5; датчик кислотності готової маси – 6; мікроконтролер (МК); інтерфейс (ІФ); генератор (Г); пульт управління (ПУ); цифровий відліковий пристрій (ЦВП); блок живлення (БЖ).

Необхідність створення мікроконтролерного вимірювача пов’язана з тим, що для забезпечення високої якості губної помади є саме контроль температури на різних стадіях технологічного процесу, а також контроль кислотності та вологості готової маси.

Список літератури

1. Как делают помады и блески для губ – http://www.the-village.ru/village/business/process/227475-pomady

2. Товароведная характеристика губных помад – https://knowledge.allbest.ru/marketing/2c0b65635b3bd78a5d43a89421306c27_0.html.

УДОСКОНАЛЕННЯ ЦИФРОВОГО ЛЮКСМЕТРУ

Бондаренко С. В., Балєв В. М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У попередній роботі [1] були розглянуті проблеми освітленості і вимоги до неї в виробничих приміщеннях, описані методи і засоби її виміру. Ми розглянули переваги і недоліки сучасних люксметрів. Була розроблена структурна схема цифрового люксметру, описаний алгоритм його роботи, зроблено вибір елементної бази, побудована схема з'єднання елементів люксметру, виконаний аналіз похибки вимірювання та проведено макетування. В результаті виконання роботи був розроблений цифровий люксметр на базі Arduino UNO R3 з функцією виміру освітленості в межах 0-65535 лк, можливістю передачі даних через Bluetooth, і індикацією їх на цифровому відліковому пристрої. Прилад працює як в режимі однократного вимірювання, так і в режимі реєстрації багаторазових вимірювань.

Даний вимірювальний прилад можна застосовувати як в побутових, так і у виробничих цілях, тому що він має достатньо високі показники точності.

Окрім рівня освітленості для виробничого освітлення приміщень у джерелі [2] виділяють ряд параметрів, які також треба контролювати, таких як коефіцієнт пульсації освітленості – критерій оцінки відносної глибини коливань освітленості внаслідок зміни в часі світлового потоку газорозрядних ламп при живленні їх змінним струмом; коефіцієнт світлового клімату – коефіцієнт, який враховує особливості світлового клімату; кольорова температура – температура випромінювача Планка (чорного тіла), за якої його випромінювання має ту саму кольоровість, що і випромінювання об'єкта, що розглядається; показник дискомфорту – критерій оцінки дискомфортної блискості, яка викликає неприємні почуття при нерівномірному розподіленні яскравості в полі зору; показник осліпленості – критерій оцінки сліпучої дії освітлювальної установки; коефіцієнт запасу – розрахунковий коефіцієнт, що враховує зниження коефіцієнту природної освітленості та освітленості в процесі експлуатації внаслідок забруднення і старіння світлопрозорих заповнень у світлових прорізах, джерел світла (ламп) і світильників, а також зниження відбиваючих властивостей поверхні приміщення; коефіцієнт природної освітленості (КПО) – відношення природної освітленості, яка створюється в деякій точці заданої площини всередині приміщення світлом неба (безпосереднім або після відбивання), до одночасного значення зовнішньої горизонтальної освітленості, яка створюється світлом повністю відкритого небосхилу; виражається у відсотках; кольоропередача — загальне поняття,

яке характеризує вплив спектрального складу джерела світла на зорове сприйняття кольорових об'єктів, свідомо або несвідомо порівнюване із сприйняттям тих самих об'єктів, освітлених стандартними джерелами світла.

Розроблений раніше люксметр вимірював лише освітленість. У подальшій роботі планується додати йому ще функцію виміру пульсацій джерел виробничого освітлення та можливість виміру кольорової температури. Прилад має межі виміру освітленості 0-65535 лк, розширювати їх не має необхідності, тому що нормована освітленість не виходить за них. У попередній роботі було розроблено прилад з можливістю відображення значень освітленості на цифровому відліковому пристрої та передачі їх за допомогою Bluetooth інтерфейсу. Замінювати Bluetooth контролер зв'язку на Wi-Fi не має необхідності, тому що швидкості передачі даних за допомогою Bluetooth нам на даний момент вистачає. Зараз проводяться роботи по наданню можливості підключення люксметру до комп'ютеру за допомогою середи розробки та платформи для виконання програм LabVIEW для подальшої можливості обробки, реєстрації та архівації даних, отриманих з чутливого елементу приладу. Планується розробити схему електричну принципову, складальне креслення та розвести друковану плану розробленого люксметру за допомогою програми P-CAD.

У попередній роботі було проведено макетування приладу, він виконує всі свої функції але використовувати його не дуже зручно, тому що його окремі модулі тримаються на дотах. У подальшій роботі планується розробити корпус люксметру для підвищення зручності користування. Макетування проводилося на основі модулю Arduino UNO R3, в майбутньому цей модуль буде замінено на окремий мікроконтролер ATmega32, тому що він займає значно більше місця ніж мікроконтролер та коштує дорожче, це зробить прилад компактнішим та знизить його ціну.

В результаті проведених робіт за допомогою розробленого люксметру можна буде виміряти більше параметрів виробничого освітлення та провести ряд операцій обробки даних та їх реєстрацію. Це дасть можливість використовувати для дослідження параметрів освітлення лише розроблений прилад без ряду допоміжних. Люксметр стане більш ергономічним та дешевшим.

Список літератури

1. Бондаренко С.В., Балєв В.М. Розробка цифрового люксметру//Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я: тези доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 332 с.

2. ДБН В.2.5-28-2006. Інженерне обладнання будівель та споруд. Природне і штучне освітлення. – К.: МінбудУкр., 2006. – 80 с.

ВИМІРЮВАЧ ОСНОВНИХ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ КАРАМЕЛІ

Вовк Л. О.[1)], Григоренко І. В.[2)]
[1), 2)] ***НТУ «ХПІ», м. Харків вул. Кирпичова, 2***

Карамель найдоступніший вид солодощів, якщо не брати до уваги цукор в чистому вигляді. Однак від цього вона не стає менш смачною і займає гідне місце серед своїх побратимів. Багато карамель вважають різновидом цукерок, але карамель зовсім окрема група кондитерських виробів [1, 2].

Продукцію високої якості можна випустити тільки при дотриманні всіх технологічних режимів виробництва і оперативному виправленні всіх можливих відхилень. Для такого оперативного виправлення можливих відхилень від оптимального технологічного режиму потрібна постійна оперативна інформація про хід технологічного процесу. Таку інформацію дає служба технохімічного контролю на основі проведених систематичних аналізів і показань контрольно-вимірювальних приладів.

Контролюють все стадії виробництва, починаючи від надходження сировини і закінчуючи виходом готової продукції. Якість сировини і матеріалів контролюють не тільки в момент надходження, а й періодично при тривалому зберіганні на складах. Велике значення має контроль за точністю дозування окремих видів сировини і напівфабрикатів відповідно до рецептурними нормами. Навіть незначні систематичні відхилення в дозуванні можуть значно вплинути на якість продукції, а також на економічні показники роботи підприємства. Наприклад, при систематичному збільшенні норми введення дорогих харчових кислот собівартість продукції значно підвищиться, або при систематичному відхиленні від норми витрати шоколадної глазурі може набагато знизитися якість виробів, або це негативно вплине на економічні показники роботи всього підприємства [3, 4].

Об'єктом розробки є вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення карамелі. Вимірювач, що розробляється, призначений для використання на заводах по виробництву карамелі з митою контролю основних параметрів технологічного процесу для забезпечення випуску якісної продукції. Необхідність розробки такого вимірювача пов’язана з тим, що виготовлення карамелі – трудомісткий процес, що складається з декількох етапів. Своєчасний контроль параметрів технологічного процесу на кожному етапі дозволить підвищити якість карамелі, оскільки ретельне дотримання режимів обробки сировини та напівфабрикатів, можливе лише при використанні високоточних вимірювальних перетворювачів, що працюють у комплексі з сучасними обчислювальними системами [5].

Структурна схема вимірювача представлена на рис. 1.

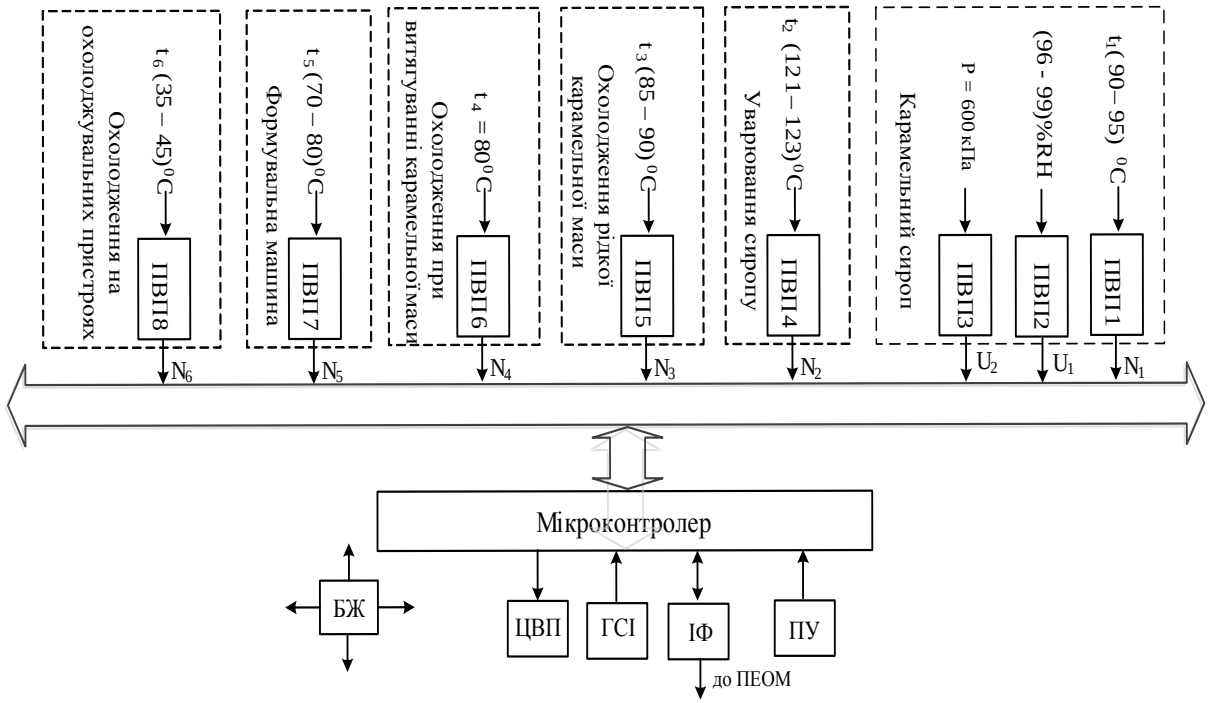


Рисунок 1 – Структурна схема вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення карамелі

Наведена система має вісім каналів вимірювання: шість каналів вимірювання температури, яка діє не первинні вимірювальні перетворювачі (ПВП) ПВП1, ПВП4 – ПВП8; датчик вологості сировини ПВП2; датчик тиску пару ПВП3, мікроконтролер, цифровому відліковому пристрої (ЦВП), інтерфейс (ІФ), генератор синхронізуючих імпульсів (ГСІ), пульт управління (ПУ), що виконує початкове налаштування мікроконтролеру та забезпечує його скидання, блок живлення (БЖ), що забезпечує необхідну напругу для роботи приладу.

Список літератури

1. Бутейкис Н. Г. Технология приготовления мучных кондитерских изделий / Н. Г. Бутейкис, А. А. Жукова. – М. : Академия, 2006. – 302 с.

2. Скобельская З. Г. Технология производства сахарных кондитерских изделий: Учеб. для нач. проф. образования / З. Г. Скобельская, Г. Н Горячева. – М. : ИРПО; ПрофОбрИздат, 2002. – 416 с.

3. Герасимова И. В. Основы кондитерского производства: Учеб. для нач. проф. образования. / И. В. Герасимова, Н. М. Новикова, Н. В. Карушева – М.: «Колос», 1996. – 224 с.

4. Производство карамели http: // ideibiznes.ru / biznes-ideya-proizvodstvo-karameli.

5. Григоренко І. В. Розробка цифрового вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення карамелі / І. В. Григоренко, Л. О. Вовк // XXVI Міжнар. наук. – практ. конф.: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я, том 2. – Харків, 2018 .– С 14.

ОБҐРУНТУВАННЯ ВИБОРУ МЕТОДУ ПОБУДОВИ БАГАТОТОЧЕЧНОЇ ВИМІРЮВАЛЬНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТИСКУ

Говоров А. С.[1)], Тополов І. І.[2)]

[1)] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2

[2)] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 igor.i.topolov@gmail.com

При визначенні технічних характеристик двигуна внутрішнього згоряння (ДВЗ), у процесі тривалих стендових випробувань, потрібно робити вимірювання й контроль великої кількості квазістаціонарних величин тисків газоповітряних середовищ, при цьому значна їхня частина лягає на діапазон не перевищуючий 196.1 кПа (2 ат.)

Для цих вимірювань до теперішнього часу найбільше поширення отримали водяні п’езометры (U-образні манометри). Однак останні незважаючи на досить високу точність та простоту конструкції не можуть задовольняти сучасним вимогам, пред'явленим до вимірювальної апаратури через значні габаритні розміри, складності знімання й перетворення вихідної вимірювальної інформації, та не абияку складність її автоматичної документації [1].

Застосування для цих цілей електричних манометрів багато в чому усуває зазначені недоліки. Очевидно, що при великій кількості вимірюваних тисків доцільне застосування замість відповідного числа окремих вимірників однієї багатоточечної інформаційно-вимірювальної системи (БІВС).

У цьому випадку можливі два варіанти побудови системи. У першому варіанті система повинна містити групу окремих датчиків тисків, встановлюваних на контрольованому об'єкті та електрично пов'язаних із спільним блоком обробки та керування. У другому варіанті система повинна містити один датчик тиску, пов'язаний з контрольованими каналами за допомогою электрично-керованих пневмоклапанів.

Кожна з вищезазначених систем має певні переваги й недоліки. Так у першій системі, що вимагає використання великої кількості досить складних і високостабільних датчиків знижується надійність і порівнянність результатів контролю, а також збільшуються витрати на експлуатацію.

У другому варіанті (з одним датчиком) значно спрощується вимірювальна частина системи, підвищується її надійність, забезпечується порівнянність результатів контролю й знижується вартість, однак підвищуються вимоги до надійності електромагнітних пневмоклапанів, виникає необхідність узгодження часу заспокоєння перехідних процесів при перемиканні пневмоклапанів.

Порівняльний аналіз зазначених варіантів стосовно до умов іспитових стендів ДВЗ дозволив зробити висновок про значну перевагу останнього.

Розрахунки характеристик пневмосистеми вироблялися керуючись методикою заснованою на обчисленні часу, за який обсяг камери датчика наповниться робочим тиском, підведеним до нього через клапан з газоповітряного тракту двигуна внутрішнього згоряння. Обсяг камери складається з обсягу самого датчика й обсягу трубопроводу, що з'єднує датчик із клапаном. Отже, було обчислено час, необхідний для наповнення камери датчика газоповітряною сумішшю при наявних у ньому різних значеннях залишкових тисків. Виходячи з максимального часу заповнення, розраховано тривалість імпульсу затримки на заспокоєння перехідних процесів у каналі контролю тиску[2, 3].

Ґрунтуючись на прийнятому варіанті системи нами розроблена ІВС для автоматизації процесу стендових випробувань ДВЗ, надалі іменована багатоточечна вимірювальна система контролю ДВЗ по параметру тиску (БВСКТ) [4], яка має наступні основні параметри:

1. Число контрольованих каналів 1-16 (на вибір оператора).
2. Опитування каналів – послідовне у часі.
3. Пауза між циклами опитування – задається оператором.
4. Діапазон вимірюваних тисків у кожній точці (0-196,1 кПа), що становить 0-2 ат.
5. похибка виміру тиску ± 0,5%.
6. Подання результату виміру на цифровому відліковому пристрої у вигляді значення тиску в кПа, номера контрольованого клапану, а також поточний час знімання інформації з контрольованого каналу, яке також у свою чергу в регістровому режимі відображає дату, місяць та рік.

Список літератури

1. Хансуваров К.І. Техніка вимірювання тиску, витрат кількості та рівню рідини, газу та пару / Хансуваров К.І., Цейтлін В.Г. – К.: Наукова думка, 1989. – 86 с.

2. Полулях К.С. О рациональном выборе информативного параметра в генераторных измерительных устройствах / Полулях К.С., Тополов И.И. // Вестник Национального Технического Университета «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 1999. – вып. 64. – С. 132-134.

3. Полулях К.С. Бигенераторные микропроцессорные измерительные преобразователи / Полулях К.С., Тополов И.И. // Украинский метрологический журнал. – 2004. – №2. – С. 46-50.

4. Говоров А.С. Мультиканальна вимірювальна система контролю тиску / Говоров А.С., Тополов І.І. // І Міжнар. наук. – техн. конф.: «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» 7-8 грудня 2017, м. Харків, , НТУ «ХПІ», 2017. – С 141-142.

СИСТЕМА РАЗБРАКОВКИ ЦИЛИНДРИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ ПО ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ И ГЕОМЕТРИЧЕСКИМ ПАРАМЕТРАМ

Горкунов Б. М. [1)], Львов С. Г. [1)], Трощук Д. Е.[1)], Лысенко В. Ю.[1)], Салиба Абдел Нур[1)]

[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Информационно-измерительных технологий и систем», ул. Кирпичова, 2, Харьков, Украина,* 61002, *gorkunov@kpi.kharkov.ua***

Широкое распространение электромагнитных преобразователей (ЭМП) в настоящее время обусловлено тем, что такие устройства позволяют получить многопараметровую информацию и, следовательно, провести достаточно полные исследования свойств изделия [1]. В работе [2] описан метод измерения магнитной проницаемости μ_r и удельной электрической проводимости σ цилиндрических изделий. Суть этого метода состоит в том, что для определения значений μ_r и σ введены специальные нормированные параметры преобразователя, построены универсальные функциональные зависимости этих параметров от обобщенных безразмерных характеристик изделия и установлен определенный порядок проведения измерительных и расчетных операций. Однако для определения μ_r и σ требовалось последовательное использование двух универсальных зависимостей (либо двух массивов точек), что усложняло процесс измерения и затрудняло его автоматизацию. Кроме того, устройство, реализующее данный метод, имело довольно узкий диапазон изменения параметров изделий, при котором погрешности определения μ_r и σ малы.

В настоящей работе рассмотрена система с трансформаторным электромагнитным преобразователем, работающим на основе усовершенствованного метода одновременного определения μ_r и σ цилиндрических изделий. Выяснены также пути расширения пределов измерения такого измерителя за счет включения ЭМП в различные схемы.

Если ввести специальные безразмерные параметры K и N_x, характеризующие собой соответственно удельный нормированный поток в изделии и относительный магнитный поток на глубине проникновения поля, а также построить зависимости этих параметров от $\mathrm{tg}\,\varphi$ (где φ – фаза потока в изделии) [3], то можно существенно упростить процедуру определения величин μ_r, σ, и анализ точностных характеристик системы контроля.

Алгоритм работы системы контроля состоит в том, что магнитную проницаемость определяют, воспользовавшись универсальной зависимостью $K = f(\mathrm{tg}\,\varphi)$ и формулой

$$\mu_r = \Phi_н / (K\eta), \qquad (1)$$

где $\Phi_н = \Phi_о/\Phi_п$ – нормированный поток в изделии, $\Phi_о$ и $\Phi_п$ – магнитные потоки в изделии и в проходном ЭМП без образца; η – коэффициент заполнения, $\eta = a^2/a_п^2$, a и $a_п$ – радиусы исследуемого образца и измерительной обмотки ЭМП.

Удельную электрическую проводимость находят, исходя из зависимости $N_x = f(\text{tg}\,\varphi)$ и формулы

$$\sigma = N_x / (\mu_0 \omega \Phi_н a_п^2), \qquad (2)$$

где μ_0 – магнитная постоянная; ω – круговая частота зондирующего поля.

Универсальные функции преобразования $K = f(\text{tg}\,\varphi)$ и $N_x = f(\text{tg}\,\varphi)$ позволяют определять оба параметра изделия независимо друг от друга. При этом для нахождения каждого из параметров необходимо определять амплитуду $\Phi_о$ и фазу φ магнитного потока в изделии.

Фазу магнитного потока в изделии измеряют с помощью фазометра, либо при применении схемы трех вольтметров определяют из выражения

$$\sin\varphi = \frac{E_р}{E_2}\sqrt{1-\left(\frac{E_р}{2E_2}\right)^2}, \qquad (3)$$

где E_2 – ЭДС, обусловленная магнитным потоком в изделии, измеренная на вторичной обмотке рабочего преобразователя с образцом, $E_р$ – амплитуда вектора разностной ЭДС между ЭДС преобразователя с исследуемым образцом и без образца.

Таким образом, использование двух универсальных функций преобразования позволяет построить системы разбраковки по независимому определению электрических и магнитных параметров цилиндрических изделий. Включение ЭМП в различные схемы дает возможность расширить диапазоны изменения контролируемых параметров и диаметров исследуемых изделий.

Список литературы

1. Бида Г.В. Неразрушающий контроль механических свойств стального проката (обзор). Контроль прочностных и пластических свойств / Г.В. Бида // Дефектоскопия. – 2005. – №5. – С.39–53.

2. Бондаренко В.И. Бесконтактное измерение электромагнитных характеристик цилиндрических изделий / В.И. Бондаренко, Б.М. Горкунов, В.П. Себко // Измерительная техника. – 1984. – №6 – С.57–58.

3. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами / Под ред. М. Абрмовица и М. Стиган. – М.: Наука. – 1979. – 830 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ПРИ ДВУХПАРАМЕТРОВОМ КОНТРОЛЕ НЕМАГНИТНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Горкунов Б. М.[1)], Львов С. Г.[1)], Логачова М. А.[1)], Ефимцева О. С.[1)], Аббаси Жаббар[1)]

[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Информационно-измерительных технологий и систем», ул. Кирпичова, 2, Харьков, Украина,* 61002, *gorkunov@kpi.kharkov.ua***

В настоящее время важное значение приобретают методы и средства для одновременного контроля нескольких параметров изделий, позволяющие получить достаточно полную информацию об объекте исследования [1]. В [2] рассмотрен метод определения диаметра цилиндрического немагнитного изделия с полной отстройкой от влияния удельной электрической проводимости на результаты измерений. Представляет практический интерес дальнейшее развитие этого метода в направлении увеличения контролируемых параметров изделия и использовании подхода, основанного на определении экстремумов компонентов сигналов преобразователя, дающего возможность определения нескольких параметров изделий в рациональном по погрешностям режиме работы преобразователя. В настоящей работе на основе такого подхода рассматривается совместный контроль радиуса a и электропроводности σ цилиндрических немагнитных изделий путем использования экстремумов производных параметра N по частоте нормированной вносимой ЭДС трансформаторного электромагнитнтого преобразователя (ТЭМП) и фазового угла этой ЭДС.

При этом для немагнитного изделия

$$N = \frac{E_{вн}}{\eta E_0} = \sqrt{(1 - \mathrm{Re}\,\dot{K})^2 + (\mathrm{Im}\,\dot{K})^2}\ ; \qquad (1)$$

$$\varphi_{вн} = arctg\,\frac{\mathrm{Im}\,\dot{K}}{1 - \mathrm{Re}\,\dot{K}} \qquad (2)$$

где $\eta = a^2 \big/ a_{\text{п}}^2$ – коэффициент заполнения; $E_{\text{вн}}$ – ЭДС, вносимая изделием в ТЭМП; E_0 – ЭДС ТЭМП при отсутствии в нем изделия; $a_{\text{п}}$ – радиус измерительной обмотки ТЭМП; $\dot{K}$ – комплексный параметр, характеризующий собой удельную нормированную ЭДС E_2, наведенную в измерительной обмотке ТЭМП магнитным потоком в изделии

$$\dot{K} = \frac{E_2}{E_0 \eta} = \frac{2}{x\sqrt{i}} \frac{I_1(x\sqrt{i})}{I_0(x\sqrt{i})}, \qquad (3)$$

I_0 и I – модифицированные функции Бесселя первого рода нулевого и первого порядков [3] от обобщенного параметра x

$$x = a\sqrt{\mu_0 \mu_r \sigma 2\pi f}\ . \qquad (4)$$

μ_0 – магнитная постоянная; f – частота изменения зондирующего поля; $i = \sqrt{-1}$.

Определение a и σ в случае контроля амплитудным способом можно осуществить при использовании (1) и (4) по формулам

$$a = 1{,}8307 a_{\text{п}} \sqrt{E_{\text{вн1}}}\ , \qquad (5)$$

$$\sigma = 10{,}4665 / \left(2\pi\mu_0 a^2 f_1\right). \qquad (6)$$

Фазовый способ позволяет получить формулы для определения a и σ в виде

$$a = 1{,}6787 a_{\text{п}} \sqrt{E_{\text{вн2}}}\ , \qquad (7)$$

$$\sigma = 12{,}9989 / \left(2\pi\mu_0 a^2 f_2\right). \qquad (8)$$

Выражения (5)-(8) характеризуют последовательные циклы определения a и σ, т.е. сначала находят a, а затем σ.

На разработанной установке с ТЭМП были получены результаты контроля a и σ описанными способами. Эти результаты хорошо согласуются с данными контрольных методов: механическим (микрометрическим) для измерения a и мостовым, которым измеряют σ. В таком случае отклонения результатов измерений рассмотренными способами от данных, полученных контрольными методами при определении диаметров не превышали 1 % (амплитудный способ) и 0.5 % (фазовый способ), а при измерении σ – 1,5 % и 2 %, соответственно для амплитудного и фазового способов.

Описанные способы использовались для сортировки немагнитных материалов и изделий по их маркам и диаметрам, а также для определения механических напряжений и контроля предельных прочностных параметров по результатам контроля a и σ.

Список литературы

1. Неразрушающий контроль: Справочник: В7 т. / под общ. ред. В.В. Клюева. Т.2 – М.: Машиностроение, 2003. – 688с.

2. Горкунов Б.М. Вихретоковый двухпараметровый контроль немагнитных цилиндрических изделий / Б.М. Горкунов, С.Г. Львов // Вестник НТУ «ХПИ». – 2004. – №7. – С. 35-41.

3. Справочник по специальным функциям с формулами, графиками и математическими таблицами / Под ред. М. Абрмовица и М. Стиган. – М.: Наука. – 1979. – 830 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ С ПРОСТРАНСТВЕННО-ПЕРИОДИЧЕСКИМ ПОЛЕМ

Горкунов Б. М.[1)], Львов С. Г.[1)], Борисенко Е. А.[1)], Гладченко Д. В.[1)], Хроменко А. С.[1)]

[1)] ***Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», кафедра «Информационно-измерительных технологий и систем», ул. Кирпичова, 2, Харьков, Украина, 61002, gorkunov@kpi.kharkov.ua***

Любое повышение безопасности достигается за счет необходимого дополнительного увеличения расходов. Применение систем контроля и диагностики удорожает продукцию при выпуске и эксплуатации, однако их использование на всех стадиях изготовления, поверки и эксплуатации существенно повышает надежность изделий, обеспечивая, в конце концов, громадный в масштабе страны экономический выигрыш. Точность работы таких систем зависит от чувствительности и разрешающей способности входящих в них первичных преобразователей информации. Выбор и использование той или иной выходной величины определяется поставленной задачей и требованиями к измерительной цепи и аппаратуре. В зависимости от количества учитываемых параметров различают однопараметровый, двухпараметровый и многопараметровый контроль [1].

Целью данной работы является проведение сравнительного анализа экспериментально полученных и расчетных значений амплитуд суммарных ЭДС измерительных обмоток преобразователя, расположенных вдоль оси z с угловой координатой φ на окружности радиуса d при помещении в него магнитных, слабомагнитных и немагнитных цилиндрических изделий.

В работе рассматривается квазистатическое электромагнитное поле, длина волны которого больше характерных поперечных размеров проводника и цилиндра. Считаем, что поле в сплошном цилиндрическом изделии с осью z в цилиндрической системе координат создается протекающим по нитевидному возбуждающему проводнику током I в положительном направлении оси z. Магнитное поле такого тока имеет только поперечные составляющие H ($H_\text{г}$, H_φ, 0), где $H_\text{г}$ и H_φ – r-я и φ-я компоненты напряженности магнитного поля.

К примеру, если разместить измерительную обмотку, с числом витков $W_\text{и}$, вдоль координаты z на окружности радиуса d, то для определения r-ой составляющей ЭДС преобразователя с изделием по угловой координате φ используют выражение [2]:

$$E_r = i\omega\mu_0 \frac{IW_\text{н}}{2\pi d} W_\text{и} S\, e^{i\omega t} \sum_n h_r^{(n)}(d, i\omega) \frac{\sin(n\gamma)}{n\gamma} \cos(n\varphi). \qquad (1)$$

Здесь ω – циклическая частота намагничивающего тока; $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ Гн/м – магнитная константа; I – амплитудное значение намагничивающего тока; $W_н$ и $W_и$ – количество витков намагничивающей и измерительной обмоток соответственно; S – площадь сечения рамочной измерительной обмотки; γ – угловая ширина измерительной обмотки; $h_r^{(n)}$ – комплексный параметр, характеризует реакцию изделия на возбуждающее поле (n-я гармоника).

Следует отметить, что выражение для ЭДС преобразователя без изделия имеет вид [2]:

$$E_{r0} = -i\omega\mu_0 \frac{IW_н}{2\pi d} W_и S\, e^{i\omega t} \sum_n \frac{\sin(n\gamma)}{n\gamma} \cos(n\varphi) \qquad (2)$$

Распределение пространственных гармоник чисто теоретическое представление выходного сигнала вихретокового преобразователя. Измеренные же значения ЭДС на выходе измерительных обмоток преобразователя, размещенных в фиксированных точках с угловой координатой φ, при изменении φ в диапазоне от $-180 \le \varphi \le 180$ градусов, в действительности будут иметь значения соответствующие алгебраической суммы всех гармоник.

Для сравнения расчетных значений суммарной ЭДС преобразователя с экспериментально полученными значениями необходимо выполнить расчет поведения суммарной ЭДС для разработанного преобразователя. Выражение для расчета суммарной ЭДС преобразователя в любой точке φ-й координаты определяют из выражения:

$$E_\Sigma = \sum_n E_n \cos(n\varphi), \qquad (3)$$

где E_n – амплитуда n-й гармоники; $n = 2m + 1$ – номер гармоники, $m = 0,1,2,3....$

В работе показано, что применение результатов настоящего исследования дает возможность получить более полную информацию об объекте контроля, которая не могла быть получена при использовании традиционных методов. Поэтому, весьма перспективно применение многопараметровых методов и усовершенствование первичных преобразователей и аппаратуры для их осуществления. Многопараметровый подход найдет применение для решения специальных задач, недоступных традиционными методами.

Список литературы

1. Клюев В. В. Неразрушающий контроль и диагностика / В. В. Клюев, Ф. Р. Соснин. – М. : Машиностроение, 1995. – 488 с.

2. Горкунов Б. М. Многопараметровый электромагнитный контроль токопроводов в пространственно-периодических полях / Б. М. Горкунов, А. А. Тищенко, И. Б. Горкунова // Актуальні проблеми автоматики і приладобудування. – 2014. – С. 39–40.

СИСТЕМА ЖИТТЄЗАБЕЗПЕЧЕННЯ І МОНІТОРИНГУ ПРИМІЩЕНЬ З ПІЧНИМ ОПАЛЕННЯМ

Давидов Е. А., Тополов І. І.
НТУ «ХПІ»,, м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 razor.5830@gmail.com

Найбільш популярним видом опалення в приватних будинках є пічне опалення. В залежності від типу збудованої печі, паливом можуть бути дрова чи вугілля.

Принцип роботи печі всім відомий: дрова, згораючи всередині печі, виділяють теплову енергію, яка, в свою чергу, нагріває пічне обладнання та повітря в приміщенні. За допомогою печі можна опалити приміщення далеко від теплових магістралей, що робить такий спосіб опалення повністю автономним способом обігріву будинку.

Перерахуємо явні переваги використання пічного опалення:

- швидке нагрівання печі при правильній конструкції;
- довговічність і стійкість конструкції
- відсутність необхідності докуповувати додаткове обладнання і прокладати труби
- відносна дешевизна палива (дрова, брикет, вугілля)
- простота в обслуговуванні і відмінна ефективність

Однак не варто забувати і про недоліки, які можуть серйозно ускладнити використання пічного опалення:

- громіздкість конструкції пічного обладнання, особливо при розташуванні в маленьких приміщеннях
- продукти горіння при недостатньому відводі можуть погіршити здоров'я мешканців, особливо стан органів дихальної системи
- потреба в постійному контролі над якістю витяжки, а також перевірки повної працездатності димоходу в будинку

Особливу небезпеку в використанні обраного виду опалення привносить підвищена концентрація чадного газу в приміщенні, зазвичай це приміщення житлове або є робочим місцем.

Чадний газ (окис вуглецю, або моно оксид вуглецю, хімічна формула CO) – газоподібна сполука, що утворюється при горінні будь-якого виду палива. Після потрапляння у дихальні шляхи молекули чадного газу проникають у кров людини, де зв'язуються з молекулами гемоглобіну та утворюють нову речовину – карбоксигемоглобін, який перешкоджає крові нормально транспортувати кисень по тканях тіла. З цієї причини дуже швидко розвивається киснева недостатність.

Найголовніша небезпека – чадний газ невидимий і ніяк не відчутний, він не має ні запаху, ні кольору, тобто причина нездужання не очевидна, її не завжди вдається виявити відразу. Монооксид вуглецю неможливо ніяк відчути, саме тому друга його назва – «тихий вбивця».

Уникнути отруєння чадним газом можна на стадії зростання його концентрації. Хоч і газ неможливо відчути людині, зате з цим завданням можуть впоратися прилади з спеціалізованими датчиками чадного газу, а

автоматизована система може оповістити про необхідність вжити заходів, або у разі крайньої необхідності вжити заходів автоматично.

Зазвичай застосовується устаткування, у вигляді сигналізаторів наявності концентрації небезпечної дози СО не дозволяють в достатній мірі забезпечити функцію управління роботою твердопаливного обігрівача відповідно ДНАОП 0.03-3.15-86 (Санітарні норми мікроклімату виробничих приміщень № 4088-86), та організувати алгоритм контролю та керування системою опалення у двох режимах небезпечної концентрації монооксиду вуглецю. Також лише деякі з розглянутих систем можуть повідомляти про небезпеку пожежі по параметру підвищення температури.

Розроблена система є подальшим розвитком [4], і спрямована на забезпечення життєдіяльності мешканців згідно з алгоритмом, який приймає конкретні заходи, попереджує про можливе отруєнням чадним газом та про перевищення температури.

Система керується мікроконтролерним модулем Arduino, дані отримуються з датчика рівня чадного газу MQ7 та датчиків температури DS18B20, додатково введений канал регулювання тяги, в процесі роботи, та недопущення зворотньої тяги (до моменту розпалювання печі). Повідомлення про стан роботи системи реалізовано на LCD екрані WH1604 (вказується режим роботи пристрою, поточний рівень чадного газу, поточна температура, рівень загрози), та сигнальних звукових та світлових пристроях (п’єзовипромінювачу та світлової індикації), вид сповіщення змінюється завдяки зміни модуляції звуку та кольору індикації. У ролі виконавчих пристроїв виступають сервоприводи (відкриття/закриття камери аналізу повітря в приміщенні), шаговий двигун (регулювання положення пічної задвижки, для керування тягою), кулер (забезпечує видалення отруйного газу з приміщення). Живлення пристрою забезпечується від мережі 220В (передбачена можливість підключення акумуляторів для безперебійності роботи пристрою). Ще одним нововведенням в пристрої є використання GSM модуля, для повідомлення користувача про виявлену небезпеку у опалювальному приміщенні, та у разі необхідності, вживати необхідних заходів. При відсутності зворотнього зв’язку з користувачем, система буде працювати в автоматичному режимі по запланованому алгоритму.

Список літератури

1. Чадний газ. Допустимі концентрації газу [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://chem21.info/info/122030/

2. Пожежна небезпека. Засоби і методи захисту від чадного газу [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.tz.by/uploads/download/tech-bez-1-203-basov-zash-uggas.pdf

3. Arduino MEGA 2560 & Genuino MEGA 2560 [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardMega2560

4. Давидов Е.А. Система забезпечення життєдіяльності в приміщеннях з пічним опаленням/ Давидов Е.А., Тополов І.І. // І Міжнар. наук. – техн. конф.: «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» 7-8 грудня 2017, м. Харків, НТУ «ХПІ», 2017.– С 157-158.

РОЗШИРЕННЯ МОЖЛИВОСТЕЙ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ КЛІМАТИЧНОГО КОНТРОЛЮ

Еннан А. А.[1)], Тополов І. І.[2)]
[1)] НТУ «ХПІ», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 artemennan@gmail.com
[2)] НТУ «ХПІ»,, м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 igor.i.topolov@gmail.com

На ринку кліматичних систем є величезна кількість різних клімат контролерів на будь-який смак і фінансові можливості від бюджетних до «супер-наворочених» з великою кількістю вбудованих опцій. Останнім часом у парку інформаційно-керуючих систем кліматичного контролю (ІКСКК) поряд з системами які забезпечують кліматику різноманітних виробничих процесів набули інтенсивного розвитку системи кліматичного контролю «Розумного будинку». Де левова частка інформаційно-керуючих каналів віддано під апаратуру життєзабезпечення його мешканців.

Розширена концепція керуючої системи розповсюджується також на такі сфери регулювання як: ефективне споживання ресурсів тобто джерела розтрати енергії, організація охорони (відео спостереження, сигналізація, технічна безпека), пристрої підвищення комфорту [1].

Ще в 1893 році американський журнал Answers ділився мріями про будинок майбутнього, в якому плита вмикається після натискання кнопки на спинці ліжка, а двері і вікна працюють за допомогою автоматичних електроприводів. Через півстоліття потрібні технології з'явилися, проте можливість їх використання мільярди домовласників досі не отримали. За даними дослідницької компанії Forrester, яке компанія провела в Великобританії у 2012 році, 72% населення не планувало витрачати гроші на розумні пристрої та технології для будинку в найближчому майбутньому. Зупиняє їх ще й те, що розумна техніка для дому поки занадто дорога.

Проте, найбільші технологічні корпорації по всьому світу, так само як і виробники побутових приладів і техніки, не залишають спроб перемогти байдужість користувачів і завоювати масовий сегмент ринку. Одну з найбільших покупок в галузі здійснила компанія Google: в 2014 році вона придбала за $ 3,2 млрд. стартап Nest, виробника розумного термостата, який автоматично регулює температуру в квартирі і підлаштовується під смаки власника. Ще за $ 550 млн. компанія купила Dropcam, розробника домашніх систем відеоспостереження.

Чим більше в розумному будинку пристроїв, тим гостріше постає проблема їх сумісності. Пристрої для розумного будинку користуються різними протоколами бездротового зв'язку для того, щоб передавати і отримувати інформацію з мережі. І ці протоколи часто не збігаються з тими, які передбачені в смартфонах і планшетах. Розумні речі в будинку підключаються в мережу по протоколах ZigBee, Z-Wave, Bluetooth Low Energy і деяким іншим, призначеним для вузького ряду пристроїв. Всі вони є альтернативою зв'язку по Wi-Fi і Bluetooth (колишні стандарти неефективні в розумному будинку через занадто активне споживання, низьку прохідну здатність та завадостійкість). Один з найбільш відомих протоколів SmartThings запропонований Samsung, дозволяє зв'язати різну побутову техніку, від холодильника до лампочки, через центральний порт управління і контролювати її зі смартфона за допомогою мо-більного додатка. Запатентувавши протокол, Samsung створює на його основі власні пристрої, отримує роялті з кожного пристрою стороннього виробника,

сумісного з протоколом і ввімкненого в мережу SmartThings.

Компанія Apple створила платформу HomeKit. Це програмне забезпечення, яке встановлюється на розумні пристрої сторонніх розробників, а також вбудовується в «Айфони» і «Айпад», перетворюючи їх у контролери.

Восени 2015 року альтернативну операційну платформу Brillo, на стандарті Weave, запропонувала Google, працює вона як і HomeKit, але тільки с Android-смартфонами і планшетами. LG і Asus, вже висловили симпатії новому стандарту і додадуть його у сумісні їх влаштування [2]. Технологія вже прижилася в США, Європі та Азії. Такі гіганти, як Schneider Electric і Xiaomi, давно вийшли на ринок smart home зі своїми рішеннями. Сьогодні в Європі та Північній Америці налічується понад 18 мільйонів розумних будинків (за даними дослідницького центру Berg Insight), а до 2020 року розумним стане кожен п'ятий будинок в Європі і в США [3].

Однак масовий попит формують не тільки міжнародні компанії. В першу чергу відсутність великих проектів пов'язано з відсутністю платоспроможного попиту на дані товари в масовому сегменті.

Набагато більш реальними (для бюджетних проектів, наприклад для країни в якої основна маса споживачів енергетичних ресурсів не мають можливості заради ознаки гарного тону користуватися продукцією світових брендів) малюються ринкові перспективи для компактних і недорогих розумних «гаджетів» розумного будинку. Йдеться про пристрої, пов'язані з автоматизацією щоденних рутинних дій: чайник, який сам кип'ятить воду на певну годину, праска, що подає сигнал тривоги, якщо ви забули її вимкнути. Через відносну дешевизну і простоту подібні пристрої мають більш високі шанси завоювати масовий ринок. У попередній публікації згадувалась реалізація проекту на Arduino [3], який звичайно не в силах змагатися з світовими гігантами, але може знайти своє місце у бюджетному сегменті. Розширення функціональних можливостей відносно попередньої реалізації отримано за рахунок: введення функції електронного обліку споживаної електроенергії, системи обмеження пікової потужності яка дозволить відключати менш пріоритетні навантаження при наближенні енергоспоживання будинку до максимально допустимого, введення контрольного встаткування, захищеного від перепадів електропостачання та відключення електроживлення. При тривалому відключенні електроживлення, коли резервні акумулятори на межі, система подає тривожний сигнал і відключається, щоб після появи живлення повністю відновити свою роботу.

Список літератури

1. Тенденції розвитку розумних будинків [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://sciona.com/stati/tendencii-razvitiya-umnyx-domov.html.

2. Розумний будинок [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://rb.ru/longread/umnyj-dom-v-rossii .

3. Що таке «Розумний будинок»? [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://www.domeletro.ru/

4. Еннан А.А. Розробка інформаційно-керуючої системи кліматичного контролю/ Еннан А.А., Тополов І.І. // І Міжнар. наук. – техн. конф.: «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» 7-8 грудня 2017, м. Харків, , НТУ «ХПІ», 2017.– С. 161-162.

ОЦЕНИВАНИЕ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ ПРИ НЕЛИНЕЙНЫХ МОДЕЛЬНЫХ УРАВНЕНИЯХ

Захаров И. П., Боцюра О. А.
Харьковский национальный университет радиоэлектроники, кафедра метрологии и измерительной техники, тел. (057) 7512584, 61166, Харьков, пр. Ленина, 14, e-mail: newzip@ukr.net

В общем случае модель измеряемой величины Y как функции нескольких входных величин $X_1, X_2, ..., X_N$, можно представить в виде [1]:

$$Y = f(X_1, X_2, ..., X_N). \quad (1)$$

Обычно значение измеряемой величины y и ее стандартную неопределенность $u(y)$ в [1] находят по формулам:

$$y = f(x_1, x_2, ..., x_N), \quad (2)$$

$$u(y) = \sqrt{\sum_{j=1}^{N} c_j^2 u_j^2 + 2\sum_{j=1}^{N-1}\sum_{i=j+1}^{N} c_j c_i \operatorname{cov}(x_j, x_i)}, \quad (3)$$

где u_j^2 – стандартная неопределенность j-й входной величины; $\operatorname{cov}(x_j, x_i)$ – ковариация i-й и j-й входных величин; $c_j = \dfrac{\partial y}{\partial x_j}$ – коэффициент чувствительности для j-й входной величины,

При нелинейном уравнении (1) оценки y и $u(y)$ имеют смещение [2], величина которого зависит от вида модельного уравнения и значений относительных неопределенностей входных величин.

Компенсация смещения в [1] не проводится, а компенсация смещения $u(y)$ возможна путем учета членов второго порядка разложения (1) в ряд Тейлора. При этом необходимо иметь значения частных производных функции (1) второго порядка по входным величинам. Выражение для несмещенной оценки стандартной неопределенности измеряемой величины приведено в [1] для нормального закона распределения входных величин.

Целью данного доклада является получение выражений, обеспечивающих оценку значения и стандартной неопределенности измеряемой величины при нелинейных модельных уравнениях для любых законов распределения входных величин.

Для этого выражение (1) представим в виде разложения в ряд Тейлора:

$$Y = f(x_1, x_2, ..., x_N) + \sum_{j=1}^{N} c_j (X_j - x_j) + \frac{1}{2}\sum_{\substack{j=1 \\ i=1}}^{N} c_{ji} (X_j - x_j)(X_i - x_i) + R_0, \quad (4)$$

в котором c_{ji} – смешанная частная производная (1) по X_j и X_i; R_0 – остаточный член ряда.

Математическое ожидание выражения (4) для R_0=0 будет иметь

следующий вид:

$$E(Y) = E[f(x_1, x_2, ..., x_N)] + \sum_{j=1}^{N} c_j E(X_j - x_j) + \frac{1}{2}\sum_{j,i=1}^{N} c_{ji} E[(X_j - x_j)(X_i - x_i)]. \quad (5)$$

С учетом того, что $E(X_j - x_j) = 0$ для некоррелированных входных величин мы получим следующее выражение:

$$E(Y) = y = f(x_1, x_2, ..., x_N) + \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{N} c_{jj} u_j^2, \quad (6)$$

где u_j – стандартная неопределенность *j*-й входной величины; c_{jj} – частная производная второго порядка измеряемой величины по *j*-й входной величине.

Таким образом, для уменьшения смещения оценки измеряемой величины необходимо при нелинейном модельном уравнении необходимо учитывать неопределенности измерения этих величин.

Запишем выражение для математического ожидания от квадрата смещения измеряемой величины относительно математического ожидания:

$$E[Y - E(Y)]^2 = u^2(Y) = \sum_{j=1}^{N} c_j^2 u_j^2 + \frac{1}{4}\sum_{j=1}^{N} c_{jj}^2 (\mu_j - 1) u_j^4 + \sum_{j=2}^{N}\sum_{i=1}^{j-1} c_{ji}^2 u_j^2 u_i^2 \quad (7)$$

где $\mu_j = E[(X_j - x_j)^4] / u_j^4$ – нормированный центральный момент четвертого порядка *j*-й входной величины.

Таким образом, значение дисперсии измеряемой величины будет зависеть от законов распределения входных величин.

Так, например, для нормальных законов распределения всех входных величин μ_j=3, поэтому выражение (8) принимает известный из литературы [3] вид:

$$u^2(Y) = \sum_{j=1}^{N} c_j^2 u_j^2 + \frac{1}{2}\sum_{j=1}^{N} c_{jj}^2 u_j^4 + \sum_{j=2}^{N}\sum_{i=1}^{j-1} c_{ji}^2 u_j^2 u_i^2 \ . \quad (8)$$

Из выражений (7)-(8) видно, что для получения несмещенной оценки дисперсии измеряемой величины необходимо знать вторые частные производные измеряемой величины по соответствующим входным величинам, т.е. модель измеряемой величины должна быть не только полностью известна, но и дважды дифференцируема.

Список литературы

1. Guide to the Expression of Uncertainty in Measurement. – Geneva: ISO, 1993. – 101 p.

2. JCGM 101:2008. Evaluation of measurement data − Supplement 1 to the «Guide to the expression of uncertainty in measurement» − Propagation of distributions using a Monte Carlo method. − JCGM, 2008. − 88 p.

3. Грановский В.А., Сирая Т.Н. Методы обработки экспериментальных данных при измерениях. Л.: Энергоатомиздат, 1990, 288 с.

ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧА СИСТЕМА ТРАВИЛЬНОГО ПРОЦЕСУ

Іванов А. Л.[1)], Тополов І. І.[2)]
[1)] НТУ «ХПІ», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2
[2)] НТУ «ХПІ», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 igor.i.topolov@gmail.com

Друкована плата (ДП) (англ. Printed circuit board) – пластина, виконана з діелектрика на якій сформований хоча б один провідний малюнок. На друковану плату монтуються електронні компоненти, які з'єднуються своїми виводами з елементами провідного малюнка паянням, у результаті чого збирається електронний модуль. Терміни та визначення основних понять в галузі друкованих плат встановлює ДСТУ 2646-94.

Відомо багато составів для хімічного травлення міді. Всі вони відрізняються швидкістю протікання реакції, складом речовин, які виділяються в результаті реакції, а також доступністю необхідних для приготування розчину хімічних реактивів.

1. Хлорне залізо ($FeCl_3$) – найвідоміший і найпопулярніший реактив. Процес травлення в цьому розчині може зайняти від 10 до 60 хвилин. Час залежить від концентрації розчину, температури і перемішування.

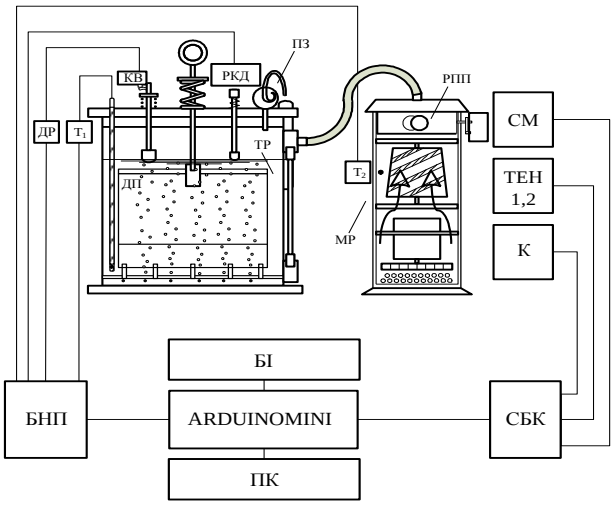
2. Персульфат амонію ($(NH_4)_2S_2O_8$). Світла кристалічна речовина, розчиняється у воді виходячи зі співвідношення 35г речовини на 65г води. Процес травлення в цьому розчині займає близько 10 хвилин і залежить від площі мідного покриття. Для забезпечення оптимальних умов протікання реакції розчин повинен мати температуру близько 40°С і постійно перемішуватися.

3. Розчин соляної кислоти (HCl) і перекису водню (H_2O_2). Для приготування цього розчину необхідно до 770 мл. води додати 200 мл. 35% соляної кислоти і 30 мл. 30% перекису водню. Час травлення сильно залежить від перемішування і температури розчину і становить близько 5-10 хвилин. Не слід нагрівати розчин вище 50°С [1, 2].

Отже зазначимо, що при використанні різних травильних розчинів параметри технологічного процесу також будуть відрізнятися.

Метою проекту була розробка системи керування травильною установкою, яка б забезпечила швидке, кероване та надійне виконання процесу травлення, та могла адаптуватись до зміни травильного розчину [3]. Структурна схеми системи, наведено на рисунку. В системі було використано вертикальну прозору травильну ванну, по дну якої прокладено трубку, яка під дією стисненого повітря створює процес барбарації у ванній, чім сумісно з підігрітим травильним розчином, наприклад (хлорним залізом), прискорює процес травлення. Складові системи: Ванна, в якій закріплюється друкована плата (ДП) та заливається травильний розчин (ТР); термоізольований міні-реактор (МР) для створення, нагрівання та регулювання (РПП) повітряного

потоку; датчик температури травильного розчину (T_1); кулер (К);



сервомеханізм (СМ); теплові електронагрівачі (ТЕН 1, 2); датчик температури ТЕН – (T_2); датчик рівня (ДР) травильного розчину; датчик рівня коливання дзеркала (РКД); повітряний затвор ПЗ; процесор Arduino Pro Mini; блок нормуючих перетворювачів БНП; пульт керування (ПК); блок індикації (БІ); силовий блок керування (СБК). МР та ТР з'єднані між собою термоізольованою трубкою через яку проходить нагріте повітря і створює процес барбарації у ТР. Робота з травильною установкою починається з вводу за допомогою пульта керування температури травильного розчину, температури ТЕН та часу травлення. Ці данні відображаються на БІ. К створює повітряний потік а ТЕН його нагріває. ТЕН працює у двох режимах: швидкого нагріву, (вмикаються обидва ТЕН), підтримання температури ТР (працює тільки ТЕН1). РКД потрібний для оцінки інтенсивності барбарації.

Інтенсивність повітряного потоку регулюється за допомогою РПП (змінення прохідного перетину дренажного отвору за допомогою СМ).

Рівень ТР контролюється датчиком рівня, він складається з поплавка, пружини та кінцевого вимикача (КВ). Поплавок і пружина не жорстко зв'язані між собою для того щоб датчик не реагував на незначні зміни рівня розчину. Повітряний затвор (ПЗ) потрібен для циркуляції повітря у травильній установці, а через його конструктивні особливості краплини ТР не можуть потрапити назовні. У схемі є можливість короткочасного відключення ТЕН і К, для візуальної оцінки ступені протраву ДП.

Інформація з T_1, T_2, ДР, надходить на БНП та обробляється Arduino. Сигнали з Arduino поступають на СБК, який керує ТЕН, К та СМ.

Список літератури

1. Брусницына Л. А. Технология изготовления печатных плат : [учеб. пособие] [науч. ред. В. Ф. Марков]/ Л. А. Брусницына, Е. И. Степановских // М – во образования и науки Рос. Федерации, Урал. федер. ун-т. — Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2015. – 200 с.

2. Галецкий Ф. П. Характеристики современных технологий печатных плат // Технологическое оборудование и материалы. 2000. № 12. С. 16–20.

3. Іванов А.Л. Розробка системи керування травильною установкою / Іванов А.Л., Тополов І.І. // XXVI МНТК MicroCAD-2018, «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: тези доповідей 16-18 травня 2018р.: у 4 ч. Ч. ІІ. / Харків: НТУ «ХПІ». – 25 с.

ПЕРЕТВОРЮВАЧІ ЛІНІЙНИХ ПЕРЕМІЩЕНЬ ШТОКА ПНЕВМОЦИЛІНДРА В ЦИФРОВИЙ КОД

Кошовий М. Д.[1)], Кошова І. І.[1)], Костенко О. М.[2)]
[1)] Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського «ХАІ»
61070, м. Харків, вул. Чкалова 17, kafedraapi@ukr.net
[2)] Полтавська державна аграрна академія
36003, м. Полтава, вул. Сковороди 1/3, kostenko@pdaa.com.ua

В системах автоматичного цифрового управління станками, маніпуляторами, транспортними системами і другими пристроями, де необхідний цифровий, зворотний зв'язок по положенню штока гідро – або пневмоциліндра, виникає задача розробки пристроїв контролю положення механізмів.

Відомий перетворювач лінійних переміщень штока пневмоциліндра в цифровий код, що містить кодову маску, яка виконана на поверхні штока у вигляді світловідбиваючих і світлопоглинаючих ділянок, і освітлювачі та фотоприймачі, що розміщені навпроти маски під рівними кутами.

Недоліком пристрою є можливість виникнення неоднозначності зчитування інформації, так як кодова маска виконана у двійковому коді, тобто можлива суттєва похибка при вимірюванні лінійного переміщення штока пневмоциліндра.

Запропонований перетворювач лінійних переміщень штока пневмоциліндра в цифровий код, в якому значно зменшується неоднозначність зчитування інформації за рахунок виконання кодової маски у V – коді.

На рис. 1 зображено пристрій для контролю положення штока пневмоциліндра; на рис. 2 – схему розміщення датчиків (освітлювачі та фотоприймачі) напроти кодової маски (n=4) і їх підключення до блоку зчитування інформації; на рис. 3 – схему розміщення у датчику фотоприймача і освітлювача.

Перетворювач лінійних переміщень штока пневмоциліндра має у своєму складі циліндр 1, в середині якого змонтовано поршень 2, що закріплений на штоці 3, захисний кожух 4, змонтований на фланці 5, до якого прикріплений торець штоку 3. Шток 3 встановлено в ущільнюючій стінці 6 циліндра 1, на якій змонтовано роз'ємну шайбу 7, що охоплює шток 3 (див. рис. 1).

На зовнішній боковій поверхні штока 3 виконана система світловідбиваючих 8 і світлопоглинаючих 9 ділянок, розміри й розміщення яких відповідають кодовій масці у двійковому коді (див. рис. 2). У шайбі 7 вмонтовані освітлювачі 10 і фотоприймачі 11, лінії подачі і прийому світла яких розміщені під рівними кутами α і β відносно робочих осей 12.

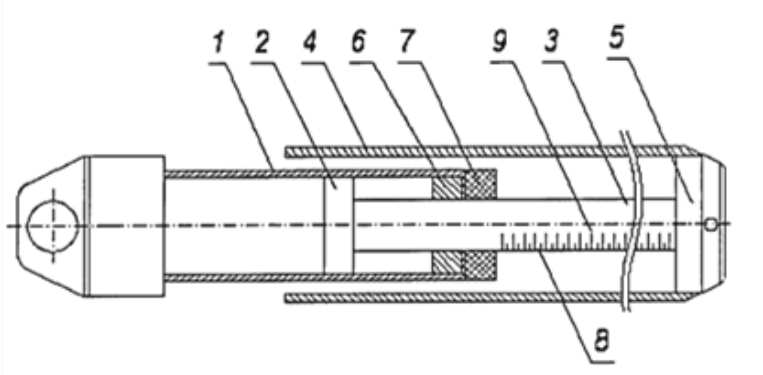


Рисунок 1 – Пристрій для контролю положення штока пневмоциліндра

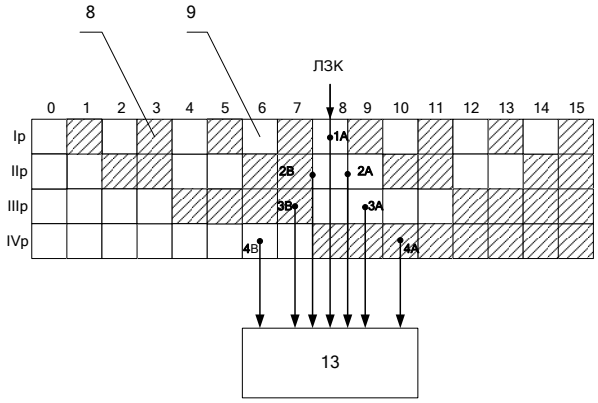


Рисунок 2 – Схема розміщення датчиків напроти кодової маски (n=4)

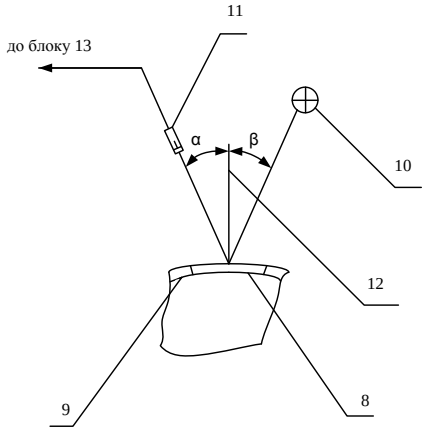


Рисунок 3 – Схема розміщення у датчику фотоприймача і освітлювача

Напроти колонки ділянок першого розряду розміщений по лінії зчитування коду один датчик (освітлювач 10 і фотоприймач 11) (див. рис. 2 і рис.3), 2(n-1) датчиків (освітлювачі 10 і фотоприймачі 11) розміщені по два напроти ділянок маски, що відповідають колонкам старших розрядів, із зміщенням від лінії зчитування коду на відстані $l_k = \pm\frac{q}{2}2^{k-2}$, де k – номер розряду (k = 2,3,4,…); $q = \frac{360^o}{2^n}$; n – кількість розрядів кодової маски. Виходи всіх фотоприймачів 11 підключені до блоку зчитування інформації 13.

Кількість освітлювачів і фотоприймачів у пристрої визначається необхідною точністю контроля і залежить від числа розрядів кодової маски. Кожному положенню штока (в межах точності кодової маски) відповідає двійковий код сигналів, що зчитуються з фотоприймачів 11.

Перетворювач лінійних переміщень працює наступним чином.

При освітленні освітлювачем 10 світловідбиваючого участку 8 відповідний йому фотоприймач 11 видає сигнал засвітки (логічна «1»), рівень якого змінюється на порогову величину (логічний «0») при переході до засвітки світлопоглинаючого участку 9. Зчитування інформації з

кодової маски виконується блоком 13 з датчика першого розряду по наступному алгоритму: якщо в попередньому (молодшому) розряді код «0», то в наступному за ним старшому розряді зчитування ведеться з датчика групи А, якщо код «1», тоді – з датчика групи В. Отже, неоднозначність зчитування інформації може з'явитися тільки в першому розряді.

Таким чином, запропонований перетворювач лінійних переміщень штока пневмоциліндра в цифровий код дозволяє підвищити точність вимірювання переміщення, так як неоднозначність зчитування інформації може виникнути тільки в першому розряді.

З метою спрощення конструкції перетворювача, підвищення її надійності і технологічності кодова маска виконана у коді Грея (рис.4), а виходи фотоприймачів підключені до перетворювача коду Грея у двійковий код (рис.5).

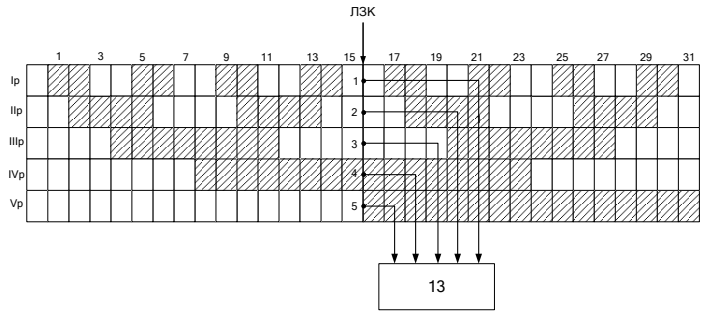


Рисунок 4 – Кодова маска для кількості розрядів n=5 у вигляді коду Грея

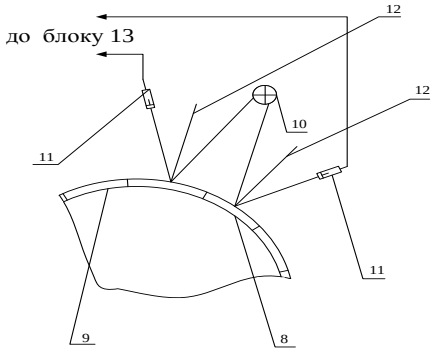


Рисунок 5– Схема розміщення освітлювача і фотоприймача у датчику зчитування інформації

Кожний із освітлювачів 10, розміщений по лінії зчитування коду (ЛЗК) між парою фотоприймачів 11 (див. рис.5). Кожному положенню штока 3 відповідають сигнали у коді Грея, що зчитуються із фотоприймачів 11 і поступають в перетворювач 13 коду Грея у двійковий код.

Перетворювач лінійних переміщень штока пневмоциліндра в цифровий код працює наступним чином.

При освітленні освітлювачем 10 світловідбиваючих ділянок 8 відповідний йому фотоприймач 11 видає сигнал засвічення, рівень якого змінюється на порогову величину при переході до засвітлення світлопоглинаючої ділянки 9. Сигнали з фотоприймачів 11 у вигляді коду Грея поступають на входи перетворювача 13, на виходах якого отримується двійковий код.

Таким чином, запропонований перетворювач лінійних переміщень штока пневмоциліндра в цифровий код дозволив спростити конструкцію пристрою, підвищити його надійність і технологічність при збереженні точності вимірювання, присутній у прототипі.

ОБҐРУНТУВАННЯ НЕОБХІДНОСТІ РОЗРОБКИ ЦИФРОВОГО ВИМІРЮВАЧА ЖИРНОСТІ МОЛОКА

Кривошей О. О., Балєв В. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

У роботі [1] було представлено структурну схему вимірювача жирності молока, який призначений для вимірювання жирності в діапазоні від 0% до 5%, похибки каналів системи не перевищують 2%. В цій роботі представлено вдосконалений варіант того проекту. В новій версії приладу був вдосконалений первинний перетворювач, замінений з скляної пробірки на прямокутний пластиковий контейнер. Була врахована помилка не врахування температури досліджуваного молока під час визначення його жирності. Для цього в структурну схему був доданий первинний перетворювач температури, який вимірює температуру молока й передає дані на мікроконтролер. Також булла вдосконалена сама процедура вимірювання жирності молока, тепер ми беремо середнє значення по 10 вимірюванням й тільки потім ми вираховуємо жирність по формулі. За цей рахунок були мінімізовані розбіжності в значеннях вимірювань. На рис. 1 зображена спрощена структурна схема вимірювача жирності молока, де позначено основні блоки пристрою.

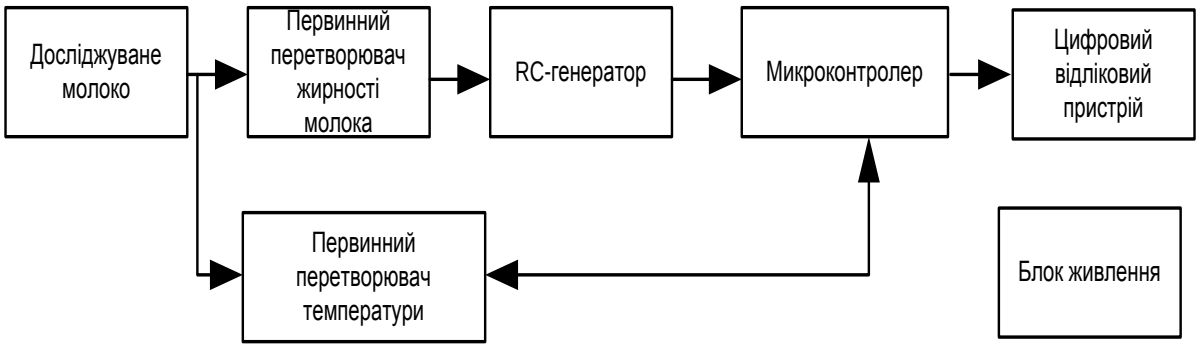


Рисунок 1 – Структурна схема вимірювача жирності молока

Даний прилад складається з 6 частин:

1 Первинний вимірювальний перетворювач жирності молока. Він складається з контейнеру у якого з двох боків приєднані дві ізольовані, мідні пластини. За основу конструювання був взятий принцип побудови плоского конденсатора. Основним параметром електричного конденсатора є його ємність. Найпростіший плоский конденсатор складається з двох провідників (обкладок), розділених між собою діелектриком. На рис. 2 зображено схематичне зображення плоского конденсатору. Принцип роботи цього пристрою полягає в тому що залежно від влитої в контейнер

рідини буде різна ємність, це в свою чергу призводить до зміни вихідної частоти RC-генератора, частиною якого виступає плоский конденсатор.

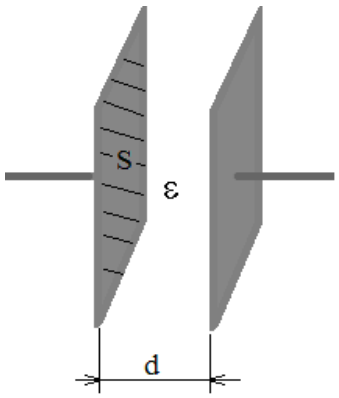


Рисунок 2 – Плоский конденсатор

2 Первинний перетворювач температури. Вимірює температуру молока і передає дані мікроконтролеру в вигляді цифрового коду.

3 RC-генератор. Він формує сигнали змінної частоти які залежать від жирності молока в первинному перетворювачі.

4 Мікроконтролер. В нього поступає вихідний сигнали з RC-генератора та дані про температуру досліджуваного молока, які вимірюються, а результати обчислень використовуються для визначення жирності молока, результат виводиться на цифровий відліковий пристрій.

5 Цифровий відліковий пристрій. Відображує оброблену інформацію від мікроконтролера.

6 Блок живлення забезпечує живленням всі елементи пристрою.

В результаті проведених робіт був спроектований не дорогий, малогабаритній, надійний й безпечний прилад для експрес вимірювання жирності молока. Даний прилад має не великий розмір, живиться від елементу типа «Крона», легкий в експлуатації. Він може застосовуватися як в побуті, так і малими підприємцями, наприклад, при прийомі молока у населення, маленькими домашніми кондитерськими для визначення характеристик сировини, яка використовується для виготовлення їхньої продукції.

Список літератури

1. Кривошей О.О., Балєв В.М Вимірювач жирності молока // XXVI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – С. 32.

ДОСЛІДЖЕННЯ ПАРАМЕТРІВ РОБОТИ КОМП'ЮТЕРИЗОВАННОЇ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ СОНЯЧНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ

Маслаков І. С., Трохін М. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут»,

В роботі розглянуто питання вдосконалення комп'ютеризованої системи керування сонячної електростанції, за рахунок використання SCADA-систем.

Метою роботи є впровадження комплексного рішення у сфері використання альтернативних джерел енергії.

У сучасному світі існують кілька глобальних проблем. Одна з них – виснаження природних ресурсів. З кожною хвилиною в світі використовується величезна кількість нафти і газу для потреб людини. Тому виникає питання: чи на довго нам вистачить цих ресурсів, якщо продовжувати їх використовувати в такому ж величезному обсязі? За розрахунками, запас нафтових ресурсів планети вичерпається до кінця нинішнього століття. Тому, людство зараз все більше замислюється про альтернативні джерела отримання енергії. В цьому і полягає актуальність даної роботи [1].

Сонце – один з найбільших джерел випромінювання в нашому Всесвіті. І тому не випадково енергія зірки все більше використовується людиною для переробки в електрику. Тому в останні роки все активніше розвивається геліоенергетика, в якій використовується сонячна радіація для отримання електрики [2].

Сонячні електростанції включають в себе велику кількість фотоелектричних елементів, які потребують постійного контролю та моніторингу параметрів роботи системи. Здійснювати контроль цих параметрів можливо багатьма способами [3]. Найбільш оптимальним рішенням є використання SCADA-системи, призначеної для розробки або забезпечення роботи в реальному часі систем збору, обробки, відображення та архівування інформації про об'єкт моніторингу або управління. Ці системи мають ряд переваг. По-перше, це віддалене управління обладнанням з різних місць, що не обмежують користувача пристроєм і місцем для доступу до керованого технологічного устаткування. По-друге, робота через інтернет, яка дає можливість легко організувати віддалену роботу або обслуговування через інтернет. По-третє, створення спеціальних інтерфейсів, що дозволить швидко побудувати працюючий інтерфейс для управління обладнанням. До четвертого пункту можна віднести різноманітність комунікаційних інтерфейсів, що включають в себе USB-порт, Ethernet, вбудований WiFi та RS485 [4].

За допомогою цих систем можна вирішувати, як прості завдання «пульт управління» обладнанням, іншими словами - людино-машинного інтерфейсу (HMI – Human Machine Interface), так і створювати системи моніторингу (диспетчеризації) розподілених об'єктів. Пристрої можуть

обмінюватися даними як між собою, так і з центральним диспетчерським сервером, передаючи дані про стан контрольованих систем на верхній рівень. SCADA-системи мають досить хороші засоби забезпечення власної надійності, але орієнтовані, перш за все, на управління невеликими (кілька десятків сигналів) відокремленими або територіально розподіленими системами, а не на вирішення критично важливих завдань управління на відповідальних промислових об'єктах.

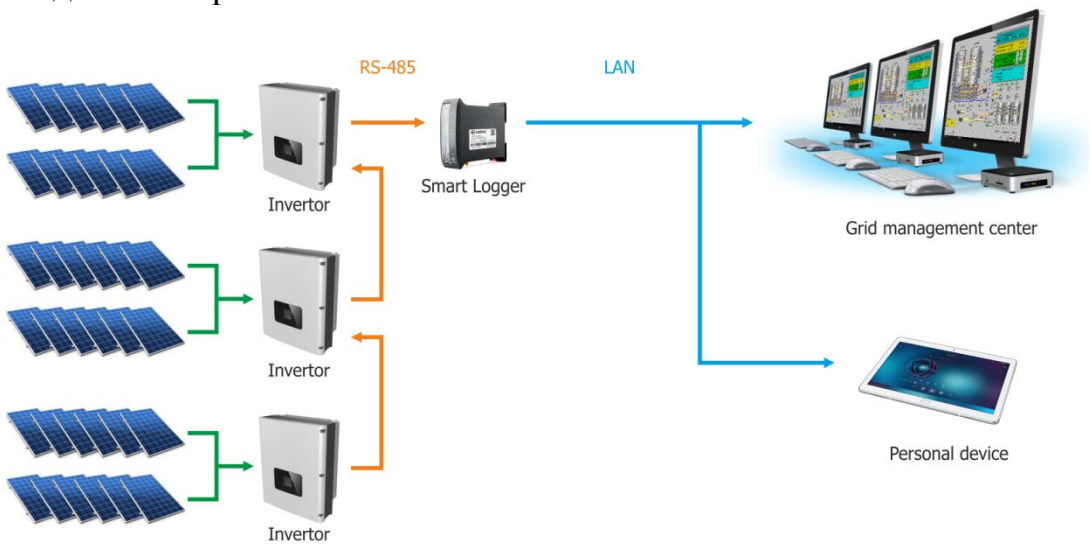


Рисунок 1 – Система моніторингу розподілених об'єктів

Концепція системи максимально проста і прозора. Пристрій поставляється "з коробки", без будь-яких штучних обмежень і додаткових ліцензій, в єдиній конфігурації, що забезпечує всю повноту його функціанальних можливостей. SCADA-системи є готовим рішенням, поєднуючи в собі ультракомпактну апаратну платформу, яка відповідатиме вимогам промислових стандартів, з попередньо встановленим ПЗ, що забезпечує швидке розгортання проектів WEB-моніторингу різних об'єктів, без спеціальних знань в області мережевих технологій і навичок програмування [5].

Таким чином можна зробити висновок, що в даній роботі розглянуто один із варіантів вирішення глобальної проблеми, шляхом використання сонячних електростанцій. Запропонована SCADA-система здатна замінити ряд компонентів звичної системи промислової автоматики, що робить його придатним в системах будь-якого рівня складності і, при цьому, на порядок дешевше.

Список літератури

1. Р. Титко, В.М Калініченко Відновлювані Джерела Енергії (досвід Польщі для України).: Навчальний посібник. – Варшава: OWG, 2010. – 530 с.

2. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії / Під заг. ред. А.К. Шидловського. – К.: «Українські енциклопедичні знання», 2007. – 559 с.

3. Ландау Ю.А. и др. Гидроэнергетика и окружающая среда. – Киев: Либра, 2004.

4. SCADA [Електроний ресурс] / https://ru.wikipedia.org/wiki/SCADA

5. WebHMI [Електроний ресурс] / http://webhmi.com.ua/ru/

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОМП'ЮТЕРИЗОВАНОЇ ІНФОРМАЦІЙНО-КЕРУЮЧОЇ СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТОПКОВОЇ

Маслакова В. В, Трохін М. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків

В роботі розглянуто питання вдосконалення комп'ютеризованої інформаційно-керуючої системи автоматизації топкової, шляхом модернізації внутрішніх компонентів.

Метою роботи є впровадження комплексного рішення у сфері автоматизації побутових опалювальних систем.

Одним з найважливіших завдань сьогодення є вирішення проблем теплопостачання. Системи опалення, які широко використовуються на цей час, знаходяться у стані глибокої кризи, а більша частина теплових мереж потребують реконструкції. Перспективним напрямком у цьому питанні є впровадження систем електричного опалення [1, 2].

Розглянемо на прикладі компанії «SAT Systems» електричний котел торгової марки «Spyder». Електрокотел «Spyder» призначено для опалення приміщень, що обладнані системою розподілення тепла рідким теплоносієм з примусовою циркуляцією. Вбудована система автоматизації призначена для точного керування режимом роботи опалювального котла згідно заданої температури приміщення, температури на вулиці, поточної температури теплоносія, тижневого та добового графіку зміни температури приміщення, а також тарифної зони електропостачання. Функція керування допоміжними джерелами тепла дозволяє узгоджено налаштовувати всі параметри багатопаливної системи з однієї точки, а також робити автоматичний пріоритетний вибір енергоносія. Система автоматизації топкової дозволяє керувати твердопаливним котлом з ручною загрузкою, а також задіяти третій опалювальний котел [3, 4].

Управління ТЕН електричного котла Spyder здійснюється за допомогою твердотільних ключів з модуляцією споживаної потужності. Тепло, що виділяється при роботі твердотільних ключів, рекуперується до системи опалення. Можлива комутація на одно- або трифазну електричну мережу. Завдяки можливості комутації кожного нагріваючого елемента окремо, Spyder розподіляє час роботи рівномірно між усіма ТЕН. Це значно подовжує час їх експлуатації.

Електричний котел має незалежний контур захисту від перегріву, а також контроль наявності теплоносія в теплообміннику. Датчик наявності теплоносія ДТН-1 встановлено в верхній частині теплообмінника електричного котла. Якщо встановлено багатотарифний лічильник електричної енергії, є можливість підключити вихід лічильника, що надає інформацію про зміну тарифної зони, до системи. При цьому робота електричного котла в високій тарифній зоні буде заблокована, або обмежена його потужність (в залежності від налаштувань). В разі відсутності в багатотарифному лічильнику спеціального виходу для

зовнішніх пристроїв, система автоматизації буде виконувати перехід по тарифних зонах по вбудованому годиннику.

До основних функцій можна віднести: симісторне управління, автоматичне регулювання потужності, облік і вирівнювання часу напрацювання ТЕНів, погодозалежне регулювання, багатотарифний режим роботи (у тому числі по RTC), тижневий програматор, підтримка роботи ГВП, незалежний контур захисту від перегріву, антизалипання насосів, контроль наявності теплоносія в теплообміннику.

Та і тут є свої недоліки, а саме наявність лише одного мікроконтролера. Це, по-перше, не дає змогу використовувати програми, що значно полегшили б експлуатацію та роботу електрокотла, бо зникає можливість ефективного діагностування системи, через малий об'єм пам'яті мікроконтролера. Це призводить до нестачі часу на обробку інформації, що призводить до зменшення швидкості роботи системи вцілому. По-друге, саме невеликий об'єм пам'яті, не дозволяє на панелі індикації, де використовується трьохсимвольний семисегментний індикатор, відображувати більш зрозумілу інформацію для споживача, бо не усі символи здатні відображатися на ньому [5].

А також значним мінусом є наявність великої кількості дроту, що поєднує між собою внутрішні компоненти, але займає багато місця.

Вдосконалення ми досягнемо за рахунок того, що додатково вмонтуємо два мікроконтролера. Основний мікроконтролер втратить статус головного. Один додамо до плати індикації, він і стане основним, що дасть змогу встановити рідкокристалічний індикатор і поліпшити та спростити роботу з дисплеєм. Другий приєднаємо до блоку ключів ТЕНів, тоді зникне потреба в проведенні дротів від мікроконтролера до блоку ключів. А МК, що був основним, буде відповідати за ввід-вивід інформації.

З цього можна зробити висновок, що в даній роботі за рахунок запропонованої модернізації електрокотла ми досягнемо здешевлення приладу та уніфікуємо зв'язок системи в цілому

Список літератури

1. Никитин Е. «Энергетический менеджмент – эффективный инструмент энергоресурсосбережения» // «Энергосбережение» №6 (128), 2010. – С. 4–6.

2. Комплексные решения для умного отопления дома [Электронный ресурс] / http://www.satsys.com.ua /.

3. Дубовський С.В. Сучасний стан, техніко-економічні передумови та перспективи розвитку низькотемпературного забезпечення на основі теплових насосів // Відновлювальна енергетика. – 2007. – № 4. – С. 6–32.

4. С.Ф. Ковальов. М.С. Овчаренко, А.А. Папченко. Досвід використання систем опалення на основі тепло генеруючих агрегатів // Восточно-Европейский журнал передовых технологий (59) 2012. – С. 58–60.

5. Чи можна замістити газ електрикою [Электронный ресурс] / http://gazeta.dt.ua/energy_market/chi-mozhna-zamistiti-gaz-elektrikoyu-_.html

СИСТЕМА ВАГОВОГО ДОЗУВАННЯ РІДИНИ

Машезов А. В.[1)], Тополов І. І. [2)]

[1)] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 mashezov.anton@gmail.com

[2)] Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 igor.i.topolov@gmail.com

Який дозатор вибрати залежить від того – що і куди ви будете дозувати, яка кінцева мета дозування. Вагове дозування може бути застосовано практично до будь-яких видів компонентів, тому є найбільш поширеним. Винятками є пасти і рідини, які більш звично вимірювати в літрах.

Об'ємний спосіб дозування, в основному, застосовується для дозування рідин, паст і газів, але може також використовуватися для дозування різних сипучих матеріалів. У об'ємних дозаторів проста конструкція. Дозатори складаються з набору ємностей, заповнюючи які відбувається процес дозування. Такі дозатори гарні в складі фасувальних апаратів з невеликою дозою і незмінною упаковкою типу саше, стік, дойпак. Але використовувати такі дозатори для великих доз, або в складі ліній, в яких потрібна висока точність для відповідності до рецептури і гарантії якості отримуваної продукції, недоцільно.

Ваговий дозатор працює шляхом заповнення продукту у ваговий ковш до досягнення дози, виставленої оператором на блоці управління. Коли необхідна вага досягнута, пристрій зупиняється, а ковш висипає набрану дозу в наступну ємність або змішувач.

Для дозування рідин також використовують як вагові дозатори, так і об'ємні. Ситуація зі сферою застосування аналогічна сипучим компонентів. Вагові дозатори поступово витісняють об'ємні. Так, у хлібопекарській галузі цукрово-сольові розчини, закваски, вода та інші рідкі добавки, відміряні за допомогою вагового дозатора, дають стабільно високий результат кінцевого продукту, відповідність рецептурі та оперативність при зміні дози в разі зміни рецепта [1, 4].

У пропонуємій системі вагового дозування, вага дозуємої рідини визначається непрямим методом, а шляхом вимірювання тиску стовпа дозуємої рідини у кварцовій трубі прецизійного внутрішнього перетину, з якої і витікає рідина. Таким чином, наприклад, при зміні зовнішніх кліматичних умов (температура, тиск, вологість) ми не отримаємо додаткової похибки, як би це було, використай ми об’ємного методу дозування.

У пропонуємій системі застосовано бігенераторного метода функціонального перетворення, який являє собою сукупність двох однакових генераторів, вимірювального і квантуючого. Зміна частоти вимірювального генератора пропорційно залежить від зміни параметру

чутливого елемента первинного перетворювача (переміщенню рухомої мембрани сильфону та жорстко зв’язаною з нею контурної катушки індуктивності вимірювального генератору). Характеристичне рівняння бігенераторного перетворювача це часне від ділення, де в дільнику квадрат приросту періоду вимірювального генератору а в знаменнику квадрат періоду квантуючого генератору. А так як генератори, квантуючий та вимірювальний, знаходяться у одних і тих же умовах, побудовані по одинаковій електричній схемі, то дія на них дестабілізуючих факторів буде визивати однакові відносні похибки. Отже дію дестабілізуючих факторів буде зкомпенсовано (як і у логометричних схемах).

У [2] описувалась система бігенераторного мікропроцесорного дозатора, де для плавного зменшення швидкості наповнення тари в кінці дозування (зменшення похибки дозування), процесс заливу дозуємої рідини проводився в два етапи. Спочатку відбувалося швидке заповнення тари через клапан В1 (швидкого заповнення), поблизу закінчення дозування клапан В1 вимикався і вмикався клапан В2 (повільного заповнення).

У пропонуємій системі, замість клапанів В1 та В2, введено механічного регулятора прохідного перетину каналу дозування – дросельну заслінку, що змінює кількість протікання рідини в каналі. Таким чином спрощується структурна схема системи та алгоритм керування потоком у гідромагістралі [3].

Ще можна додати, що в запропонованій системі, зважаючи на великий запас по чутливості бігенераторних схем (в літературі вони називаються вимірювачі малих переміщень), у якості чутливого елемента тиску застосована більш пружна сильфонна коробка (на більший діапазон тиску). Що в свою чергу виключає появу гістерезису (вихід з області пружних деформацій).

Список літератури

1. Ваговий дозатор або об'ємний? [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://asvik.kiev.ua/ua/articles/21.

2. Полулях К.С. Бигенераторный микропроцессорный дозатор/ Полулях К.С., Тополов И.И., Медведева Л.А. // Вестник Национального Технического Университета «ХПИ». – Харьков: НТУ «ХПИ». – 2004. – вып. 17. – С. 149-152.

3. Машезов А.В. Система дозування рідких речовин / Машезов А.В., Тополов І.І. // І Міжнар. наук. – техн. конф.: «Актуальні проблеми автоматики та приладобудування» 7-8 грудня 2017, м. Харків, НТУ «ХПІ», 2017. – С 176-177.

4. Хансуваров К.І. Техніка вимірювання тиску, витрат кількості та рівню рідини, газу та пару / Хансуваров К.І., Цейтлін В.Г. – К.: Наукова думка, 1989. – 86 с.

КОНТРОЛЬНО-ВІДБРАКУВАЛЬНИЙ СТЕНД ВІДНОВЛЕННЯ ПАЛИВНИХ ФОРСУНОК

Мезенцев Є. М., Тополов І. І.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 ***igor.i.topolov@gmail.com***

Підвищення питомої потужності, моторесурсу, поліпшення паливної економічності та експлуатаційних властивостей дизелів є основним направлінням розвитку вітчизняного та зарубіжного двигунобудування.

До числа найважливіших систем, що визначають техніко-економічні показники дизеля відноситься паливна форсунка. Від її роботи залежить якість сумішоутворення і, як наслідок, показники робочого циклу.

Актуальність проблеми зниження і видалення нагаро-смолистих відкладень з паливної форсунки підтверджується численними дослідженнями, присвяченими вивченню механізму нагаро-смолоутворення і факторів, його визиваючих.

Мета проекту полягала у розробці контрольно-відбракувального стенду паливних форсунок (КВСВПФ), повинного забезпечувати управління роботою форсунок на випробовувальній рампі, по алгоритму перевірки та очищення [1, 2].

Структурна схема контрольно-відбракувального стенду відновлення паливних форсунок, див. рис. містить наступні функціональні блоки:

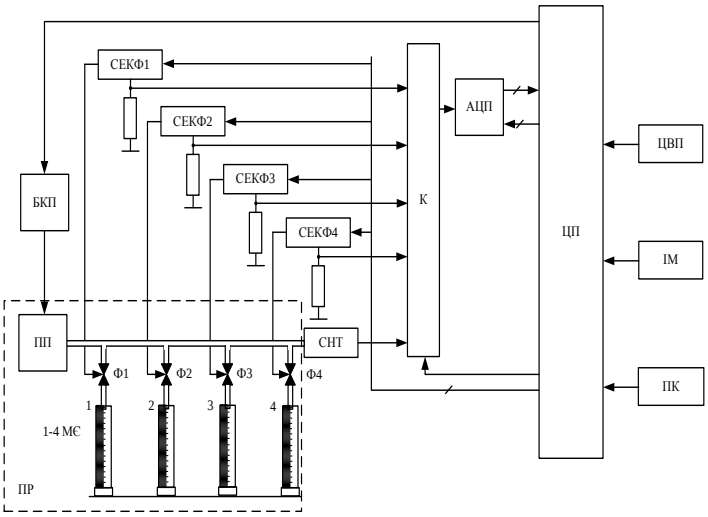


Рисунок – Структурная схема стенду

СНТ – сенсор надлишкового тиску, ПП – паливна помпа, ПР – паливна рампа, БКП – блок керування помпою, Ф1 – Ф4 – форсунки, АЦП – аналого-цифровий перетворювач, МЄ1 – МЄ4 – мірні ємності, ПК – пульт керування, ЦВП – цифровий відліковий пристрій, СЕКФ1 – СЕКФ4 – силові елементи комутації форсунок, ЦП – центральний процесор, К – комутатор, ІМ – індикатор мнемосхеми

КВСВПФ працює за програмою, закладеною в ПЗП ЦП, ЦП здійснює керування всіма блоками стенду та одержує від останніх інформацію про чинний стан контролюємого обладнання. Таким чином по програмі з ПЗП контролер почергово, за допомогою СЕКФ, відкриває необхідну форсунку Ф. СНТ контролює тиск у ПР, який буде пропорційний пропускній здатності Ф. Значення тиску перетворюється в СНТ у аналоговий сигнал та крізь відкритий канал комутатору К потрапить до АЦП, де перетвориться на числовий код, пропорційний тиску у вибраній форсунці Ф. Таким же чином контролюється дійсний опір обмотки вибраної форсунки Ф. По тривалості фронтів зростаючих напруг,

контролюється час відклику Ф. Для створення необхідного тиску у ПР, БПК керує роботою ПП і остання накачує необхідний тиск до ПР. Індикатор мнемосхеми показує яка саме Ф зараз ввімкнена, ЦВП комплексно відображає показання вимірів. З ПК, оператор задає необхідний режим роботи стенду [3].

Принцип роботи КВСВПФ: За термін циклічної роботи апаратура стенду здійснює контроль необхідних параметрів Ф, та відображає виміряне значення на ЦВП. Таким чином формуючи пакет діагностики. Діагностика включає в себе вимір основних параметрів форсунок і порівняння показників із заданими а саме: постійний робочий тиск в порожнині форсунки, продуктивність форсунки, мінімальна напруга надійного спрацьовування форсунки (постійна напруга), мінімальний час циклової подачі палива (мінімальний надійно-керований час тривалості відкритого стану форсунки), внутрішній омічний опір форсунки (опір котушки соленоїда). По отриманим параметрам роблять висновки про продуктивність очищення. Метод перевірки та очищення форсунок на спеціальному стенді, отримав назву демонтажного контролю та вважається значно дорожчим, за рахунок робіт по монтажу-демонтажу. Однак у цьому випадку трудовитрати на демонтаж компенсуються високою ефективністю очищення, можливістю візуального та інструментального контролю стану форсунок. Для оцінки стану перевіряється форма факела розпилення, герметичність клапана і продуктивність. Висока ефективність очищення досягається за рахунок використання явища кавітації в миючій речовині.

Кавітація – то мікровибухи, які виникають в рідині пухирців, які надають вплив у вигляді мікрогідроударів по м'яких (по відношенню до матеріалу забрудненої деталі) відкладів; при цьому вплив відбувається як на поверхні деталі, так і у всіх мікропорах і прихованих порожнинах. Для перевірки форсунок використовується спеціальна тестова рідина, яка за характеристиками щільності й в'язкості відповідає паливу і в той же час не є легкозаймистою, а також має високу миючу здатність. Подібні установки доцільно застосовувати для очищення інжекторів з сильними забрудненнями (при пробігу більше 100 тис. км), та паливних форсунок дизельних двигунів, у випадках коли зняття форсунок не вимагає значних трудовитрат, або коли трудовитрати на демонтаж компенсуються вартістю відновлених інжекторів.

Список літератури

1. Разлейцев И.Ф. и др. Выбор рациональных параметров топливной аппаратуры форсированного транспортного дизеля // Двигатели внутреннего сгорания. Выпуск 41. Харьков, Ив-во университет. 1985. – С. 29–33.

2. Хаширов Ю.М., Фельдман Л.Б. и др. Обоснование параметров, определяющих предельное состояние распылителей форсунок типа ФД // Труды ГОСНИТИ, Т86 М.: 1989. – С. 94 – 101.

3. Мезенцев Є.М. Розробка стенду промивки та діагностування паливних форсунок / Мезенцев Є.М., Тополов І.І. // XXVI МНТК MicroCAD-2018, «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: тези доповідей 16-18 травня 2018р.: у 4 ч. Ч. ІІ. / Харків: НТУ «ХПІ». – С. 37.

БЕЗПРОВІДНА ІНФОРМАЦІЙНА ВЗАЄМОДІЯ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ НИЖНЬОГО РІВНЯ АВТОМАТИЗОВАНИХ СИСТЕМ

Мещанінов С. К., Яценко К. С., Мельник А. С.
Дніпровський державний технічний університет,
вул. Дніпробудівська 2, м. Камянське, 51918, Україна

В автоматизованих системах з територіально – розподіленими різнорідними датчиками, розміщених в межах території малого виробничого підприємства, примінення серійних промислових контроллерів і засобів зв'язку, що переважно орієнтовані на підприємства великого виробництва, за своїми характеристиками надлишкові для даних завдань, і їх застосування недоцільне з економічної точки зору. На фізичному рівні передача інформації чи її обмін може здійснюватися з використанням будь-яких технічних засобів, але часто переважним є безпровідний зв'язок, оскільки відсутні витрати на прокладення сполучних ліній.

Існує безліч розробок, що дозволяють здійснити безпровідний зв'язок, серед яких виділимо мікросхему NRF24L01 [1]. Є ціла серія радіо модулів 2.4 ГГц, які створені на базі чіпа Nordic Semiconductor nRF24L01+. Ця мікросхема (МС) включає 2.4 ГГц RF трансивер, логіку, яка підтримує високошвидкісний SPI інтерфейс для підключення і обміну даними. МС NRF24L01+ знайшла широке використання для безконтактного зняття показників майже з усіх стандартних датчиків.

Робоча відстань NRF24L01 залежить від зовнішніх умов, наприклад, чи є перешкоди на шляху сигналу від радіопередавача. Більшість виробників модулів nRF24L01 з маленькою потужністю передавача вказують відстань його дії близько 100 метрів. Існують додаткові модулі для передавача/приймача, які забезпечують безпровідну радіопередачу на відстань до 1 км. Ці модулі використовують зовнішню антену, яка може встановлюватися безпосередньо на модуль або антена, яка підключається за допомогою додаткових коннекторів [2]. Радіоканал на цих радіомодулях може обмінюватися інформацією в обидва напрями. Радіомережа може складатися з декількох пристроїв на базі nRF24L01+ або NRF24L01.

Основні технічні характеристики модуля nRF24L01+:

- частота передачі/прийому 2.4 ГГц;
- дальність зв'язку без перешкод до 100 м;
- швидкість до 2 Мб;
- інтерфейс взаємодії з мікроконтроллером – SPI;
- кількість каналів : 126.

Приклад організації інформаційної взаємодії технічних засобів, що входять до складу нижнього рівня автоматизованої системи з

використанням радіомодуля nRF24L01, наведено на рисунку, де УЕОМ мікро ЕОМ, що управляє, – підсистема, яка здійснює управління об'єктом; МК – мікроконтроллер ATmega 8; ПК – персональний комп’ютер для обробки і реєстрації даних.

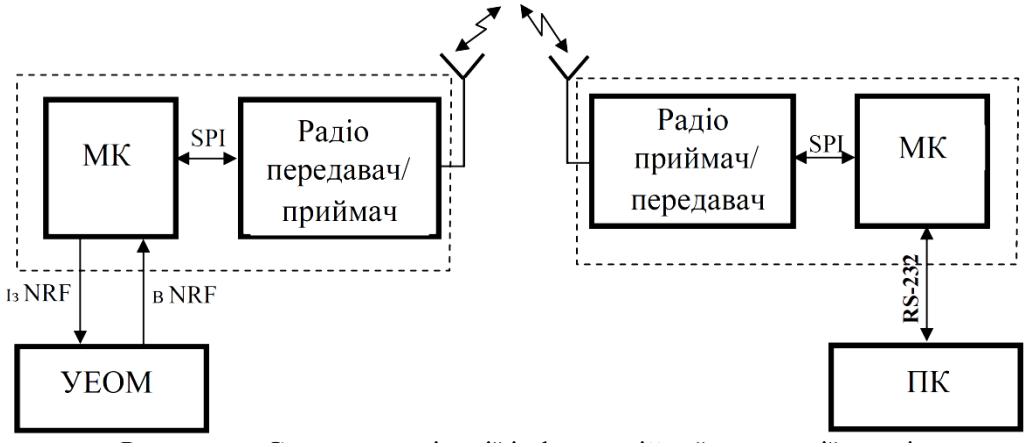


Рисунок – Схема організації інформаційної взаємодії технічних засобів з використанням радіомодуля nRF24L01

Прийом і передача даних з ПК в контроллер, що управляє, реалізується по лініях Tx і Rx інтерфейсу RS – 232. По лінії Rx передається байт 0x23 після завершення передачі з ПК. Факт приходу байта в контроллер, що управляє, можна використовувати як запит на передачу поточного пакету з контроллера в ПК.

Інтервал передачі пакету для цієї реалізації складає не менше 1 секунди. Рівні сигналу при сполученні контроллера і локального вузла зв'язку – ТТЛ сумісні, в неактивному стані мають високий рівень.

Програма зчитування даних та реєстрації, що працює на ПК, дозволяє індивідуально кожен прийнятий параметр пойменувати, задати одиницю вимірювання. Для прискорення розробки програмного забезпечення доцільно використовувати модулі, що випускаються, прикладом яких є Arduino. При програмуванні в середовищі Arduino можна використовувати готові бібліотеки, прикладом яких є бібліотека Mirf [3].

Список літератури

1. Инструкции по работе с пересылаемыми байтами [Электронный ресурс]. – URL: http://we.easyelectronics.ru/ Radio/ radiomodul-nrf24l01-bystryy-start.html.

2. Комаров О.А. Построение низкоскоростной беспроводной связи для малых предприятий. Сб. науч. статей по материалам III Всероссийской научно-практической конференции. Часть 1, 11–13 мая 2016г, Курск.

3. Библиотеки для работы nrf24l01 и Arduino [Электронный ресурс]. – URL: http://playground.arduino.cc/ InterfacingWithHard ware/Nrf24L01.

АНАЛІЗ ТИПОВОГО ПРОМИСЛОВОГО ОБЛАДНАННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ТА ПЕРЕРОБКИ ТЕРМОПЛАСТІВ ТА ІНШИХ ПЛАСТМАС З ТОЧКИ ЗОРУ КОНТРОЛЮ ТА ДІАГНОСТИКИ

Мигущенко Р. П., Коржов І. М.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків

Винайдення пластмаси в 1885 році та розвиток хімічної промисловості у 2-й половині 20-о століття привів до дуже широкого застосування у всіх сферах життя та промисловості виробів з різного роду пластмас та полімерів [1].

Для переробки та виготовлення матеріалів з термопластів (поліолефінів, ПВХ, тощо) у промисловості широко застосовують процес гранулювання зі стренговою порізкою з використанням грануляторів на базі екструдерів [1]. Типова схема гранулятора на базі екструдера наведено на рисунку 1.

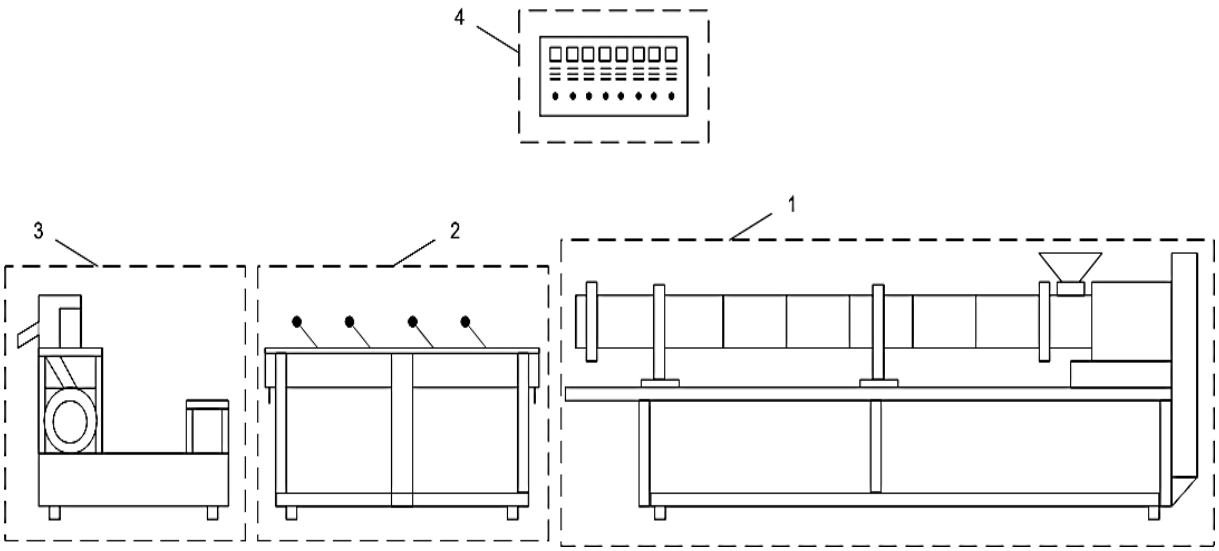


Рисунок 1 – Типова схема гранулятора на базі екструдера (1 – екструдер, 2 – ванна охолодження стренг, 3 – механізм стренгової порізки, 4 – пульт керування)

Зазначений на рисунку 1 гранулятор складається з: 1 – екструдер, 2 – ванна охолодження стренг, 3 – механізм стренгової порізки, 4 – пульт керування.

Вхідна сировина поступає на екструдер (1 рис. 1), в якому під дією фізико-механічних перетворень, а саме, багатоступеневим механічним подрібненням та термічною обробкою, перетворюється на стренги, які з виходу екструдера потрапляють у ванну охолодження стренг (2 рис. 1), у якій стренги охолоджуються під дією проточної води, що призводить до затвердівання стренг, після чого стренги подрібнюються за допомогою

механізму стренгової порізки (3 рис. 1) на виході якого, виходить кінцевий продукт – гранули. Керування та індикація параметрів обладнання для гранулювання зі стренговою порізкою, здійснюється за допомогою пульта керування (4 рис. 1).

Найбільший інтерес у зазначеному обладнанні для гранулювання зі стренговою порізкою, з точки зору контролю та діагностики, представляє екструдер, так як:

- більша частина фізико-механічного перетворення вхідної сировини відбувається у екструдері;
- екструдер найбільш вартісна частина зазначеного обладнання для гранулювання зі стренговою порізкою;
- екструдер найбільш складний технологічний об’єкт та менш надійний у порівнянні з іншими частинами обладнання для гранулювання зі стренговою порізкою;
- вихід зі строю екструдера призводить до тривалого простою технологічної лінії і вартісного ремонту.

Найбільш вразливими вузлами екструдера є зони нагріву (нагрівальні елементи) та підшипники у редукторі-розгалужувачі [2]. Вихід зі строю нагрівального елементу впливає на весь технологічний процес, включаючи якість вихідної продукції та технічний стан всього екструдера [2]. Зменшення нормованої температури в одній із зон нагріву призводить до підвищення навантаження на підшипники редукторів, в першу чергу, редуктора-розгалужувача. Підвищення температури від нормованої призводить до пригорання вхідної сировини до стінок зони і шнеків, що також негативно впливає на технічний стан рухомих вузлів (редукторів) екструдера. Не менше шкоди відбувається при виході зі строю підшипників редуктора-розгалужувача, а саме довготривала зупинка технологічного процесу, складний та вартісний ремонт, підгоряння та застигання вхідної сировини у зонах нагріву, що досить сильно ускладнює повторний запуск технологічного процесу. Також вихід зі строю зазначених підшипників може спричинити негативні наслідки для редуктора і електродвигуна, що ще більше ускладнює та здорожує ремонтні роботи.

Список літератури

1. Тростянская Е. Б., Бабаевский А. Г. Пластические массы // Химическая энциклопедия: в 5 т / Кнунянц И. Л. (гл. ред.). — М.: Большая Российская энциклопедия, 1992. — Т. 3: Мед—Пол. — С. 564—565. — 639 с. — 48 000 экз. — ISBN 5-85270-039-8.

2. Мигущенко Р.П. Методи і пристрої систем багатопараметрової функціональної діагностики вібраційних об’єктів (теоретичні основи та впровадження) [Текст]: автореф. дис. д-ра тех. наук: 05.11.13 / Мигущенко Руслан Павлович; Харків. НТУ «ХПИ». – Х., 2015. – 32 с.

ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ БЕЗДРОТОВОЇ ПЕРЕДАЧІ ДАНИХ ДЛЯ РОЗПОДІЛЕНОЇ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ МІКРОКЛІМАТУ

Надєін Є. В., Борисенко Є. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61102

На сьогоднішній день великий розвиток в області передачі даних отримали бездротові мережі – мережі радіозв'язку. Це пояснюється зручністю їх використання, дешевизною і прийнятною пропускною спроможністю. Виходячи з поточної динаміки розвитку, можна зробити висновок про те, що за кількістю і поширеністю бездротові мережі незабаром обійдуть провідні мережі.

Радіомережі (бездротові мережі) забезпечують обмін даними між локальними комп'ютерними мережами, коли використання традиційних кабельних технологій утруднено або недоцільно (дорого).

Основою будь–якої бездротової мережі служить її протокол. Як правило, протокол регламентує топологію мережі, маршрутизацію, адресацію, порядок доступу вузлів мережі до каналу передачі даних, формат переданих пакетів, набір керуючих команд для вузлів мережі і систему захисту інформації. Нижче наведено класифікацію декількох протоколів по порядку зменшення радіуса.

Бездротові мережі WWAN, WMAN Wireless LAN використовуються в основному у широкополосних системах передачі даних. Їм притаманна велика швидкість, значні об’єми даних, зо передаються та радіус дії до кілометрів. Їх використання у вимірювальних системах зумовлено деякою складністю із конфігурування таких мереж та незначною енергоефективністю.

WPAN застосовуються для зв'язку різних пристроїв, включаючи комп'ютери, побутові прилади та оргтехніку, засоби зв'язку і т. д. Радіус дії WPAN становить від кількох метрів до кількох десятків метрів. WPAN використовується як для об'єднання окремих пристроїв між собою, так і для зв'язку їх з мережами більш високого рівня. Прикладом таких мереж можуть служити протоколи RuBee, X10, Insteon, Bluetooth, Z–Wave, ANT, RFID.

Для розроблюваного приладу контролю клімату та бездротового методу передачі даних були відібрані наступні протоколи. Вони є найбільш розповсюдженими, недорогими, енергоефективними, тому можуть бути використані в даній дипломній роботі.

Bluetooth забезпечує обмін інформацією між такими пристроями, як кишенькові і звичайні персональні комп'ютери, мобільні телефони, ноутбуки, принтери, цифрові фотоапарати, мишки, клавіатури, джойстики,

навушники, гарнітури на надійній, недорогій, повсюдно доступній радіочастоті для ближнього зв'язку. Зв'язок цих пристроїв може здійснюватися в радіусі до 100 метрів один від одного навіть в різних приміщеннях.

Протокол передачі даних ANT був розроблений компанією Dynastream Innovations. Даний протокол насамперед розрахований на компактні пристрої з автономним живленням (трансивери, що використовують цей протокол, відрізняються виключно малим струмом споживання) для передачі відносно невеликих пакетів даних. Протокол передбачає організацію відкритих і приватних бездротових мереж, в тому числі складного типу з динамічною конфігурацією. Він створений на основі технології PAN (Personal Area Network) і підтримує шари 1–4 стека OSI (Open Systems Interconnection network model). Типове застосування такого протоколу – бездротові датчики. Несуча частота по протоколу ANT – 2,4 ГГц, кількість частотних каналів при цьому одно 125 (крок 1 МГц в діапазоні 2400... 2524 МГц). Швидкість передачі даних по радіоканалу (включаючи протокол) може становити до 1 Мбіт / с.

Протокол ZigBee – це стандарт для недорогих, малопотужних бездротових мереж з комірчастою топологією. Низька вартість дозволяє широко застосовувати дану технологію для бездротового контролю і спостереження, а завдяки малій потужності сенсори мережі здатні працювати довгий час, використовуючи автономні джерела живлення.

Для вирішення поставленої задачі – передачі невеликих об’ємів даних на відстані що не перевищують 100 метрів було обрано Bluetooth, оскільки він є простим у конфігуруванні мережі, забезпечує достатню швидкість передачі, має добру енергоефективність та широко підтримується, тобто на ринку можна знайти бездротові модулі із стандартним інтерфейсом підключення.

Список літератури

1. Широкополосные беспроводные сети передачи информации. Вишневский В.М., Ляхов А.И., Портной С.Л., Шахнович И.В. – М.: Техносфера, 2005.

2. В.А. Григорьев, О.И. Лагутенко, Ю.А. Распаев. «Системы и сети радиодоступа», М.:ЭкоТрендз, 2005 г.

3. Беделл, Пол Сети. Беспроводные технологии / Пол Беделл. – М.: НТ Пресс, 2016.

4. Радке, Хорст–Дитер Все о беспроводных сетях / Хорст–Дитер Радке, Йеремиас Радке. – М.: НТ Пресс, 2014.

РОЗРОБКА ВИМІРЮВАЧА ПАРАМЕТРІВ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ХАЛВИ

Носова І. В., Григоренко І. В.
НТУ «ХПІ», м. Харків вул. Кирпичова, 2

Халва – кондитерський виріб, приготовлений з обсмажених здрібнених ядер олійного насіння або горіхів шляхом перемішування з карамельною масою, збитої з піноутворюючою речовиною, що обумовлює шарувато-волокнисту структуру халви. Залежно від виду олійновмісного насіння або ядер, з яких приготовлена халва, вона підрозділяється на соняшникову, арахісову й соєву [1]. Узагальнена схема технологічного процесу виготовлення халви представлено на рис. 1 [2].



Рисунок 1 – Узагальнена схема технологічного процесу виготовлення халви

Об'єктом розробки є вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення халви. Необхідність розробки такого вимірювача пов’язана з тим, що для отримання якісного продукту потрібно ретельно дотримуватися технології та режимів виробництва, своєчасно контролювати основні параметри технологічного процесу, а це можливо лише за допомогою автоматизованої системи контролю, у склад якої входить вимірювач, що розробляється. Мета розробки – створення вимірювача, що призначений для вимірювань в усьому діапазоні вологості 0...100% RH, діапазоні температур від 0 ^{0}C до + 110 ^{0}C. Похибка вимірювань не повинна перевищувати 2%.

До складу вимірювача входять наступні вимірювальні перетворювачі: датчики контролю вологості сиропу, що уварюється та відносної вологості повітря; датчики температури води, карамельної маси, халви при вимішуванні та повітря при витримуванні готової продукції. Структурна схема такого вимірювача представлена на рис. 1 [3].

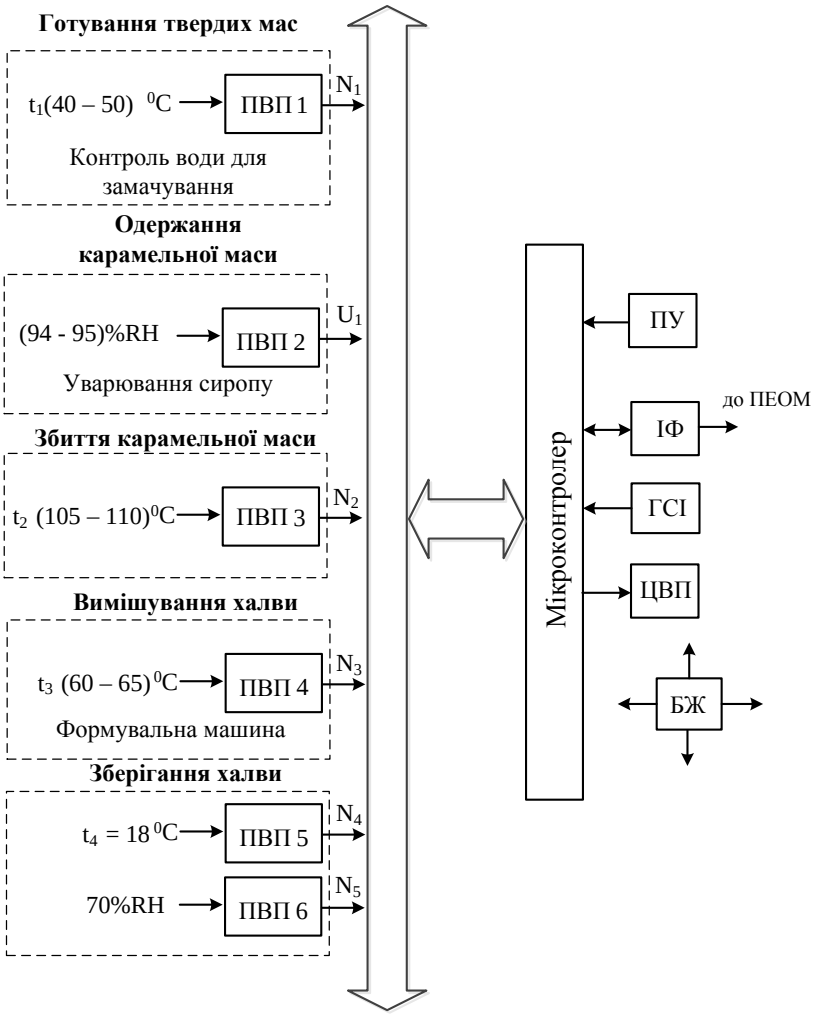


Рисунок 1 – Структурна схема вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення халви

Наведена система має шість каналів вимірювання: чотири канала вимірювання температури, яка діє не первинні вимірювальні перетворювачі ПВП1, ПВП3, ПВП4, ПВП5; датчик вологості сировини ПВП2; датчик вологості повітря ПВП6, мікроконтролер, цифровому відліковому пристрої (ЦВП), інтерфейс (ІФ), генератор синхронізуючих імпульсів (ГСІ), пульт управління (ПУ), блок живлення (БЖ).

Список літератури

1. Халва. Користь і шкода халви. Як вибрати халву. // http: // ann – recipes.ru / sooth_food / 202 – halva – polza – i – vred – halvy – kak – vybrat - halvu.html.

2. Технологія виробництва халви // http: // www.zavprogress.ru / tehnologii_proizvodstva / halvy.

3. Григоренко І. В. Мікроконтролерний вимірювач параметрів технологічного процесу виготовлення халви / І. В. Григоренко, І. В. Носова // XXVI Міжнар. наук. – практ. конф.: Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я, том 2. – Харків, 2018 .– С 39.

ВДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ КОНТРОЛЮ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВИГОТОВЛЕННЯ ХАРЧОВОЇ ПЛАСТМАСИ

Павлюк Ю. М., Григоренко І. В., Григоренко С. М.
НТУ «ХПІ», м. Харків вул. Кирпичова, 2

Необхідність вдосконалення системи контролю технологічного процесу виготовлення харчової пластмаси [1] пов'язана з тим, що на цей час виникає необхідність, по можливості, уникати використання дротових інтерфейсів, у наслідок неможливості, інколи, прокласти лінії зв'язку через наявність вже встановленого устаткування. Пропонується передавати данні від первинних вимірювальних перетворювачів на відстань по радіоканалу. Системи, що пропонується, здатна передавати дані на відстань до 50 м по радіоканалу, працюючому на частоті 2,4 ГГц, з підключенням до мікроконтролера по SPI-інтерфейсу. Таку передачу дає можливість здійснити радіо-модуль nRF24L01. Система контролю призначена для використання як у ротаційних так і «лінійної» машинах. У процесі експлуатації встаткування розладжується, тому необхідно постійно здійснювати контроль за основними параметрами технологічного процесу, а саме за температурою й тиском, щоб параметри нагрівання й видуву автоматично приводилися в нормальний режим. Система контролю постійно повинна стежити за роботою машини, сигналізуючи операторові про будь-які збої.

Структурна схема вдосконаленої системи контролю представлено на рис. 1. Вона складається з системи збору інформацію з передавачем та з системи прийняття та обробки інформації. До складу системи збору інформацію входять: первинні вимірювальні перетворювачі: ПВП 1 – первинний вимірювальний перетворювач тиску для контролю тиску повітря, що подається у преформу, розтягуючи у вертикальній площині пляшку. Пляшка на цій стадії видувається до 80 – 90% свого повного розміру. Оскільки дуже важливо не ушкодити горлечко, машини постачені спеціальними насадками, через які подається повітря. Вони виконані у формі дзвона й охороняють горлечко й прилягаючу до нього частина від ушкоджень. Потім подається високий (40 бар) тиск, і на цій стадії пляшка здобуває свою остаточну форму; ПВП 2 – первинний вимірювальний перетворювач температури для контролю видувки пляшки, яке здійснюється при температурі 110°С. Оскільки вбудований у мікроконтролер АЦП не може перетворювати напругу (0 ÷ 10) В, яку має на виході датчик абсолютного тиску ЗОНД–10–АД–В–1200 потрібен додатковий аналого-цифровий перетворювач (АЦП). АЦП призначений для перетворення вхідної безперервної величини (напруги), що містить вимірювальну інформацію у цифровий код і передачі її на мікроконтролер.

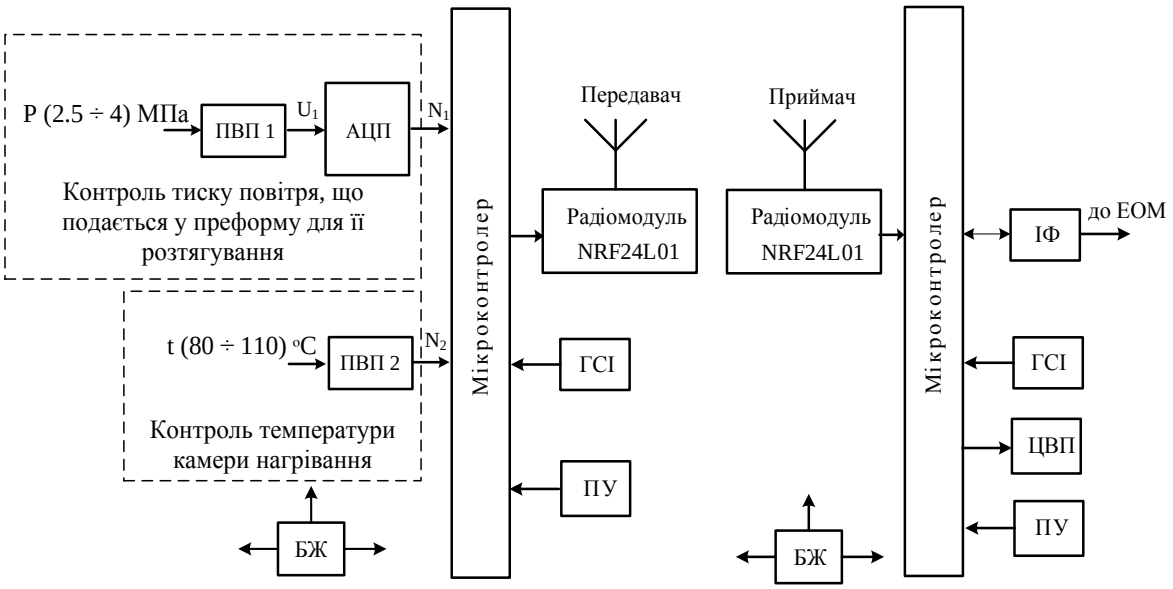


Рисунок 1 – Структурна схема вдосконаленої системи контролю технологічного процесу виготовлення харчової пластмаси

Мікроконтролер здійснює обробку вимірювальної інформації, керує даною інформацією, забезпечує обмін даними між окремими частинами схеми та зовнішніми пристроями, Генератор синхронізуючих імпульсів (ГСІ) виробляє синхроімпульси, необхідні для роботи мікроконтролера. Пульт управління (ПУ), надає можливість програмувати контролер на виконання конкретних алгоритмічних функцій. Радіомодуль NRF24L01 (передавач), призначений для передачі даних о параметрах, що контролюються на відстань (до 50 м), де другий радіомодуль (приймач) здійснює приймання даних та передачу їх для подальшої обробки на мікроконтролер приймача. Блок живлення (БЖ), що забезпечує необхідну напругу для роботи приладу. Схема підключення радіомодуля передавача практично ідентична зі схемою приймача. Входи / Виходи модуля толерантні до 5-и вольтовим рівням, тому схему узгодження з контролером робити не обов'язково. До складу системи прийняття та обробки інформації входять: радіомодуль (приймач); мікроконтролер, що здійснює обробку вимірювальної інформації, обмін даними між окремими частинами схеми та зовнішніми пристроями, відображає інформацію на ЦВП – цифровому відліковому пристрої та передає до персонального комп’ютера (ПЕОМ) по інтерфейсу (ІФ); пульт управління (ПУ); генератор синхронізуючих імпульсів (ГСІ); блок живлення та цифровий відліковий пристрій. Цифровий відліковий пристрій (ЦВП) необхідний для цифрового відображення інформації про параметри, що контролюються, на екрані.

Список літератури

1. Особенности процесса производства пластмассы, описание технологии и оборудования // http : // greenologia.ru / othody / sinteticheskie /nefteprodukty / proizvodstvo-plastmass.html.

УДОСКОНАЛЕННЯ ЦИФРОВОГО ОСЦИЛОГРАФУ

Пащук Я. Ю., Балєв В. М.
Національний технічний університет
«Харківський політехнічній інститут»,
м. Харків

У попередній роботі [1] були розглянуті основні типи існуючих осцилографів, їх переваги і недоліки, а також класифікації і основні характеристики. Описана структурна схема цифрового осцилографу, його алгоритм роботи, був здійснений вибір елементної бази і побудована схема з'єднання елементів цифрового осцилографу.

У результаті ми отримали двоканальний цифровий осцилограф на базі Arduino Nano з межами виміру ±20 В, діапазоном частоти до 1 кГц, з передачею даних через Bluetooth і з можливістю перемикання каналів цифрового осцилографу. Даний вимірювальний прилад можна застосувати в побутових і промислових цілях для вимірювань, в яких не потрібна висока точність.

На сьогоднішній день в світі дуже багато компаній, які пропонують широкий спектр осцилографів, призначених для проведення всіляких досліджень і наукової діяльності. На ринку відомими компаніями є AGILENT, CHAUVIN ARNOUX, FLUKE, GW INSTEK, LECROY, TEKTRONIX, АКИП, АКТАКОМ та інші [2].

Дані виробники пропонують різноманітні осцилографи с такими основними характеристиками:

1. Діапазон частоти вхідного сигналу – 1 МГц, 50 МГц, 70 МГц, 100 МГц, 300 МГц.
2. Максимальна вхідна напруга – 80 В, 300 В, 400 В, 800 В.
3. Кількість каналів – 2, 4.
4. Обсяг пам'яті – 1 МБ, 2 МБ, 140 МБ.
5. Частота дискретизації – 1 Мвиб/с, 1 Гвиб/с, 2 Гвиб/с, 500 Мвиб./с [2].

Головними недоліками таких осцилографів безпосередньо є велика ціна, маленький екран, також функції обмежені програмним забезпеченням цих осцилографів.

У подальшій роботі ми плануємо розширити діапазон частоти вхідного сигналу розробленого осцилографу до 100 кГц для можливості дослідження різноманітних сигналів. Також розширити максимальну напругу до ±200 В.

Для того, щоб збільшити швидкість передачі даних буде використаний Wi-Fi-інтерфейс.

В майбутньому буде надана можливість, щодо підключення осцилографу до комп'ютеру за допомогою середи розробки та платформи для виконання програм LabVIEW, це дасть можливість використовувати

монітор комп'ютеру в якості екрану для спостереження сигналів та розширювати функціонал осцилографу при виникненні у оператора потреби на виконання приладом тієї чи іншої функції.

За допомогою середи розробки та платформи для виконання програм LabVIEW розроблений осцилограф зможе виконувати операції з обробки даних, що надходять з виходу каналів, а саме, визначення періоду і частоти сигналу, мінімального і максимального, амплітудного, верхнього і нижнього значення сигналу, скважності сигналу, часу наростання, часу спаду, позитивного коефіцієнту заповнення, негативного коефіцієнту заповнення також осцилограф буде виконувати функцію реєстрації та архівації інформації [3].

Планується розробити схему електричну принципову розробленого осцилографу, складальне креслення та розвести друковану плату за допомогою програми P – CAD.

Для підвищення компактності і зручного використання осцилографу буде розроблений корпус.

У результаті ми отримаємо пристрій з розширеним діапазоном частоти та амплітуди вхідного сигналу, завдяки цьому за допомогою розробленого осцилографу можна буде досліджувати більш різноманітні електричні сигнали.

Прилад буде не тільки відображати форму вхідних сигналів, а також робити ряд операцій з їх обробки, також осцилограф буде виконувати функцію реєстрації та архівації інформації. Це дасть можливість використовувати для дослідження сигналів лише розроблений осцилограф без ряду допоміжних приладів.

Розроблений осцилограф можна буде використовувати як макет для проведення лабораторних робіт із застосуванням середи розробки та платформи для виконання програм LabVIEW. В ході проведення лабораторної роботи, студенти зможуть додавати осцилографу функції в залежності від поставленого завдання.

Даний осцилограф стане більш зручним у використанні, прилад можна буде застосувати в побутових і промислових цілях.

Список літератури

1. Пащук Я.Ю., Балєв В.М. Розробка цифрового осцилографу // Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров’я: тези доповідей XXVI міжнародної науково-практичної конференції MicroCAD-2018, 16-18 травня 2018р.: у 4 ч. Ч. II. / за ред. проф. Сокола Є.І. – Харків: НТУ «ХПІ». – 332 с.

2. Космодром – электронные компоненты для разработки и производства: //http://www.kosmodrom.com.ua.

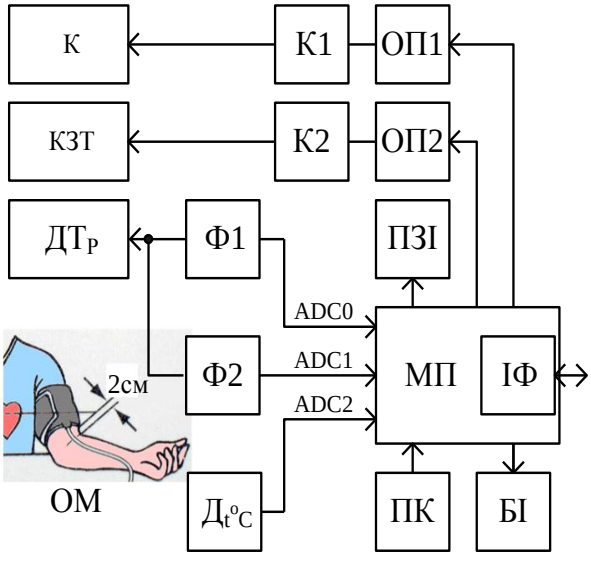
3. MASTERAM – магазин электронных инструментов: https://masteram.com.ua

РОЗРОБКА АВТОМАТИЧНОГО ТОНОМЕТРУ

Почуєва А. І., Тополов І. І.
НТУ «ХПІ», м. Харків, вулиця Кірпічова, 2 igor.i.topolov@gmail.com

Тонометр – пристрій, який стоїть на службі у людства вже кілька сотень років. Часи змінюються, але серцеві недуги залишаються. Виявлення та попередження можливих захворювань, пов'язаних з серцем і судинами – першочергове завдання такого ефективного приладу, як тонометр [1]. На сьогоднішній день розроблено безліч тонометрів. Однак домашні електронні прилади нерідко показують результати вимірювань, відрізняються від вимірювань інвазивним методом. Питання про точність електронних тонометрів сьогодні дуже актуальне. Для отримання максимально точних вимірювань застосовуються складні математичні формули обробки результатів, але, як правило, кожен виробник розробляє свої алгоритми і тримає їх у секреті. Проте кожен з них прагне зменшити вплив на точність вимірювання артеріального тиску наступних завад: вплив випадкових рухів; вплив аритмії; вплив низького кровонаповнення у пацієнтів; достовірність вимірювання при дуже високому систолічному і дуже низькому діастолічному тиску у пацієнтів [2].

Авторами зроблена спроба розробки автоматичного тонометру, структурна схема (див. рисунок), приладу діагностики артеріального тиску, складається з наступних функціональних блоків:



Дt^{0}С – Датчик температури тіла ,
К – компресор,
КЗТ – клапан зтравлення тиску,
ДТ$_Р$ – датчик тиску,
Ф1 – (ФНЧ) фільтр низьких частот,
Ф2 – (ФВЧ) фільтр вищих частот,
К1, К2 – потужні перемикачі,
ОР1, ОР2 – оптичні розв’язки,
БІ – блок індикації,
ПЗІ — пристрій звукової індикації,
МП – модуль мікропроцесору,
ОМ – оклюзивна манжета,
ІФ – інтерфейс зв’язку з ПК [3].

Прилад працює наступним чином:

На ліве передпліччя пацієнта накладається оклюзивна манжета ОМ, таким чином, що нижній її край відступає від ліктьового згину приблизно на 2 сантиметри, (зараз ми не будемо вдаватися до апріорних процедур підготовки пацієнта, а розглянемо тільки роботу приладу по структурній схемі).

По сигналу з ПК розпочинається робота приладу. Компресор К вмикається та починає нагнітати повітря в ОМ, тиск в ОМ збільшується і вона почина перетискати лучову (ліктьову) артерію, в той же час МП за допомогою $ДТ_Р$ починає контрольувати тиск у ОМ, при переході порогу тиску вище рівня 260 мм.рт.ст., компресор К вимикається. Тепер КЗТ повільно почина зтравлювати тиск з ОМ. $ДТ_Р$, контролює тиск у ОМ та видає пропорційно-змінюєму (відносно зміни тиску у ОМ) напругу відповідно через ФНЧ постійного тиск у ОМ, та через ФВЧ пульсуючого тиску відповідно через порти ADC0 та ADC 1 на ADC МП, в той же час на порт ADC2, подається напруга пропорційна температурі тіла пацієнта від $Дt^0С$. Зтравлення тиску відбувається до нульового тиску у ОМ. За цей час $ДТ_Р$ відмічає рівень сістоличного тиску (як тиску з'явившихся найбільших пульсових коливань на ADC1), та діастоличного тиску, відповідно найменших згасаючих пульсових коливань на ADC1. За час виміру сістоли та діастоли лічаться пульсові коливання на ADC0, та підраховуються за хвилину, це буде ЧСС (частота серцевих скорочень). Таким чином За термін вимірювання у МП накопичуються данні про стан сістоличного діастоличного кров'яного тиску пацієнта, ЧСС та температури тіла пацієнта, які видаються на блок індікації пристрою. Керування К та КЗТ здійснюється сигналами з МП крізь блоки ОР1 та ОР2 (для усунення шумових впливів) та К1 та К2. ПК потрібен для задавання режиму роботи пристрою. ПЗІ звуковими сигналами відмічає старт приладу, прохід сістоли та діастоли, кінець роботи та, в разі завищених показників, видає тривожний сигнал. ІФ потрібен для зв'язку з ПК, у разі необхідності більш докладнішого режиму контролю параметрів [3]. Додатково у пристрій закладено рівні артеріальної гіпертензії (АГ) по категоріям (представлені у таблиці).

Категорії	САТ, мм.рт.ст.	ДАТ, мм.рт.ст.
Оптимальний АТ	Меньш 120	Меньше 80
Нормальний АТ	120 – 129	85 – 89
Високий АТ	130 – 139	85 – 89
І ступінь АГ	140 – 159	90 – 99
ІІ ступень АГ	160 – 179	100 – 109
ІІІ ступень АГ	180 і вище	110 і вище
Ізольована САГ	140 і вище	Меньше 90

Список літератури

1. [Електронний ресурс]: http://medprosvita.com.ua/krovyanoe-davlenie-propedevtika (дата звернення 10.10.2018).

2. Ананьєва О. В. Гіпертонія – 2008 г. [Электронный ресурс].: URL: http: //www.ereading.club/bookreader.php/87410/Anan%27eva-Gipertoniya.html (дата звернення: 29.09.2018).

3. Почуєва А.І./ Розробка апарату діагностування гіпертонічних хворих / Почуєва А.І., Тополов І.І. // XXVI МНТК MicroCAD-2018, «Інформаційні технології: наука, техніка, технологія, освіта, здоров'я»: тези доповідей 16-18 травня 2018р.: у 4 ч. Ч. ІІ. / Харків: НТУ «ХПІ». – С. 45.

СПОСОБИ УРАХУВАННЯ ВПЛИВУ НЕВИЗНАЧЕНОСТІ НА РЕЗУЛЬТАТИ «М'ЯКИХ» ВИМІРЮВАНЬ

Ступак С. С. , Яремчук Н. А., Семенюк Р. С.
Національний Технічний Університет України
«Київський Політехнічний Інститут ім. І. Сікорського»
sergej.stupak.03@gmail.com, yaremchukna@i.ua, SemeniukRoman@i.ua

При опрацюванні числових даних в інтелектуальних вимірювальних системах використовують перехід від числових даних до категоризованих даних, або перехід від застосованої метричної шкали до шкали квазіпорядку (що характеризується порядком на класах еквівалентності). Це обумовлено або необхідністю використання числових даних при нечітких обчисленнях (м'яких обчисленнях), або великою невизначеністю, що супроводжує результат вимірювання, або необхідністю отримання узагальненої характеристики процесу, явища за неоднорідними результатами вимірювань (наприклад, при визначенні рівня комфортності мікроклімату за дотриманням вимог за температурою, вологістю, швидкістю та якістю повітря).

Першим етапом встановлення процедури вимірювання є формування шкали квазіпорядку, де на числовій вісі, що відповідає області значень вимірюваної величини, визначають границі окремих термів терм-множин, які відповідають впорядкованим класам еквівалентності шкали квазіпорядку. Границі можуть бути чіткими за встановленими нормами (наприклад, нормами мікроклімату робочих приміщень для конкретних видів діяльності) і нечіткими, якщо їх визначають або за оцінками групи експертів або з урахуванням даних різних джерел. Якщо розглядати цю процедуру за схемою «вхід-вихід», то на вході використовують числові дані, а на виході отримують дані про клас еквівалентності або терм лінгвістичної змінної, до якого віднесено числовий результат вимірювання (чіткі дані) або розмах за класами еквівалентності (нечіткі дані). Кількість класів еквівалентності шкали квазіпорядку може бути визначена за критеріями розрізнення окремих класів еквівалентності або за інформаційним критерієм з застосуванням ентропійного значення похибки [1].

Другим етапом є урахування невизначеності отриманих числових даних, що може бути виконано двома способами: або при формуванні функцій належності тер-множини (лінгвістичної змінної) шкали квазіпорядку або при формуванні функції належності результату вимірювання, як нечіткого числа. В обох випадках треба враховувати рекомендації [2] щодо переваги більш простих функцій належності. При необхідності ускладнювати функції належності можна на етапах удосконалення вже відпрацьованої моделі.

Якщо вимірювальна система застосовуються для одноразових вимірювань і границі термів чіткі, функції належності лінгвістичної змінної формуються з урахуванням розподілу інструментальної невизначеності. Тоді клас еквівалентності (або декілька класів еквівалентності), до якого (яких) віднесено числовий результат, визначається за перерізом ординати, що відповідає результату на числовій вісі з функціями належності терм-множини. Якщо шкалу встановлено за нечіткою змінною, інструментальну невизначеність використовують для формування функції належності нечіткого числа.

При опрацюванні результатів багаторазових вимірювань функція належності результатів вимірювання формується за гістограмою числових даних, а інструментальна невизначеність використовується при визначенні функцій належності терм-множини шкали квазіпорядку. Якщо раніше встановлені границі термів чіткі, то нечіткість визначається за характеристикою інструментальної невизначеності. Якщо для терм-множини використовується нечітка лінгвістична змінна, то нечіткість розглядається як дефініційна складова невизначеності, що поєднується з інструментальною складовою невизначеності. При невеликій кількості вимірювань (n=3-5) за центр нечіткого числа приймають медіану вибірки, з трикутною формою нечіткого числа, що має носій – розмах вибірки.

В усіх способах кінцевий результат отримують за перерізом функції належності нечіткого числа з функціями належності терм-множини класів еквівалентності.

Представлені в роботі способи урахування інструментальної невизначеності при формуванні результатів м’яких вимірювань дозволяють отримати клас еквівалентності або сукупність класів еквівалентності, що їм відповідають результати одноразових та багаторазових вимірювань. Розглянуті способи пройшли апробацію при проектуванні інтелектуальних засобів вимірювальної техніки.

Список літератури

1. XV Міжнародний науково-технічний семінар. Невизначеність вимірювань: UM-2018. Тези доповідей. Способи визначення терм-множини лінгвістичної змінної за невизначеністю вимірювання / Р. Семенюк.

2. Нечітке моделювання та керування/ А. Пегат; переклад з англійської – М. БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009 – 798 с.

ДОСЛІДЖЕННЯ ВИКОНАВЧИХ ПРИВОДІВ ЛАЗЕРНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ РОЗКРОЮ МАТЕРІАЛІВ

Ткачук А. А., Заблоцький В. Ю., Кононенко А. С.
Луцький національний технічний університет,
м. Луцьк, вул. Львівська 75, 43018
http://lutsk-ntu.com.ua/uk

Виконавчі приводи лазерних установок для розкрою матеріалів є складовою частиною керуючих інформаційно-вимірювальних систем, тому від їх технічних характеристик багато в чому залежить продуктивність установки. В якості виконавчих приводів переважно використовуються крокові електроприводи (ЕП), які підключаються за схемою з підпорядкованим регулюванням параметрів. Функціональна схема реалізації такого ЕП представлена на рис. 1.

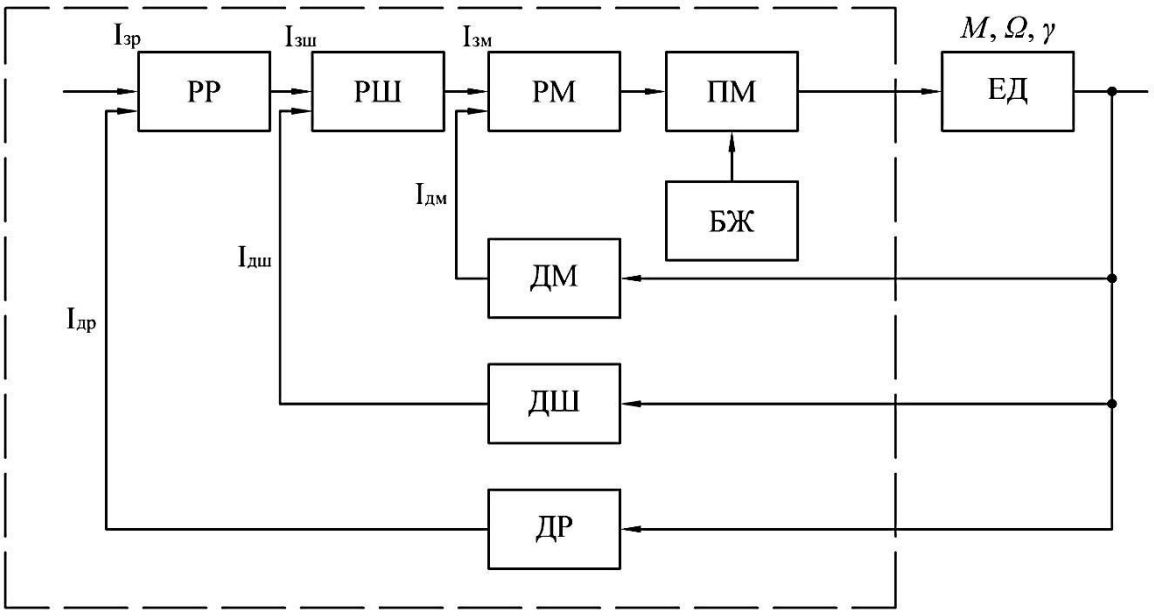


Рисунок 1 – Функціональна схема виконавчого приводу інформаційно-вимірювальної системи у складі лазерної установки для розкрою матеріалів

На схемі використано наступні позначення: $I_{зр}$, $I_{зш}$, $I_{зм}$ – сигнали позиціювання, швидкості та моменту відповідно; $I_{др}$, $I_{дш}$, $I_{дм}$ – сигнали з давачів розташування, швидкості та моменту відповідно; M, Ω, γ – відповідно момент швидкість та розташування виконавчого органу електродвигуна (ЕД); РР, РШ, РМ – регулятори розташування швидкості та моменту відповідно; ДР, ДШ, ДМ – давачі розташування швидкості та моменту відповідно; ПМ – підсилювач моменту; БЖ – блок живлення.

Для дослідження виконавчих приводів інформаційно-вимірювальної системи лазерної установки для розкрою матеріалів, використаємо

наступні формули з подальшим уточненням отриманих результатів.

Відомо, що практично будь-які траєкторії руху можна створити, задаючи в якості вхідних сигналів або лінійно наростаючий – $I_{зп}(t) = V \cdot t$, або синусоїдальний – $I_{зп}(t) = C\sin(\omega p \cdot t)$ сигнали. Для транспортного переміщення лазерної головки необхідні сигнали типу – $I_{зп}(t) = A \times 1(t)$.

Похибка виконавчого приводу δ_1 під час подачі на його вхід лінійно зростаючого сигналу визначається за формулою:

$$\delta_1 = \frac{V}{Kp},$$

де *Kp* – добротність контура розташування.

Похибка виконавчого приводу δ_2 під час подачі на його вхід синусоїдального сигналу визначається за формулою:

$$\delta_2 = \frac{C}{K(\omega p)},$$

де $K(\omega p)$ – коефіцієнт передачі контура розташування на робочій частоті.

Похибку виконавчого приводу δ_3 під час подачі на його вхід ступінчатого сигналу можна звести до мінімуму, у випадку забезпечення в ньому астатизму.

Необхідно відзначити наступне, кожен з контурів ЕД налаштовують на один з двох видів стандартного налаштування – на технічний (модульний оптимум) або симетричний оптимум.

В контурі, налаштованому на модульний оптимум (МО), досягається компроміс між швидкодією і переналаштуванням. У випадку високої швидкодії ($t_{ПП} = 8{,}4T_{\mu}$) переналаштування становить менше 5% (σ=4,3%). За динамічними показниками цей перехідний процес можна вважати прийнятним.

Таким чином, завданням синтезу контуру при налаштуванні на МО є вибір регулятора – послідовної коригуючої ланки з відповідною функцією передачі.

Список літератури

1. Analysis of opportunities aimed formation of quality indicators for details machining operations / A. Tkachuk, O. Dahnyuk // Perspective technologies and devices. – Lutsk: Lutsk National Technical University, 2016. – №9 (2). – P. 138-143.

2. Приступа С.О. Характеристика оброблюваності металів різанням в контексті оптимізації енерговитрат в процесі механічного оброблення / Приступа С.О. // Технологічні комплекси. Науковий журнал. – Луцьк: Видавництво ЛНТУ, 2013. – №2(8), – С. 160-163.

ARDUINO-БАЗОВАНА СИСТЕМА ДЛЯ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ БЕЗПЕКИ БУДІВЛІ

Халімов Т. Р., Борисенко Є. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова 2, м. Харків, 61102

Віддалений контроль параметрів житлового приміщення є досить актуальною задачею, оскільки він може запобігти виникненню небезпечних ситуацій та своєчасно інформувати власника житлової будівлі про небажану активність, що має місце всередині. У світі існує маса способів і приладів для спостереження за станом приміщення, будь то житлове або промислове, тому вибір засобів і методів роблять виходячи із середовища спостереження, виділеного бюджету ат обраних параметрів контролю.

Задача розподіленої системи, що розгорлається полягала в моніторингу критичних параметрів житлового будинку, виходячи з розрахунку на подальше, тривале її застосування у приватному будинку. Аналіз літератури показав, що критичним для житлового будинку є вимірювання кількості чадного газу, вологості, температури, контроль наявності людей, визначення аварійних ситуацій (витік води та природного газу), виявлення відкриття вікон або дверей.

Для забезпечення гнучкості розроблюваної системи та поліпшення здатності до масштабування було прийнято рішення розділити всю структуру на підсистеми, спираючись на топологію «зірка». Кожна кімната будинку має мати певний набір сенсорів, інформаційні сигнали з яких надходять до уніфікованої мікроконтролерної плати типу Arduino, яка працює незалежно від інших. Із цього локального модулю інформація має відправлятися на головну плату Arduino, яка виконує роль концентратора інформації з усіх кімнат та сполучної ланки із Інтернет ресурсом господаря помешкання.

Інтернет ресурс (сайт) спроектований таким чином, щоб розрізняти звернення системи безпеки та людини. У разі зв'язку із системою, сайт отримує результати нових вимірювань, сортує їх по кімнатах, далі по джерелу (датчикам) вимірювань і в базі даних замінює старі дані на нові. У разі звернення до сайту користувача, йому буде представлена таблиця із результатами вимірювань за певний відтинок часу.

Вибір мікрокнтролерного модулю типу Arduino зумовлений його невисокою вартістю, наявністю широкої номенклатури підтримуваних периферійних модулів, легкістю створення програмного коду, широкою підтримкою в плані розповсюдження готових програмних рішень деяких загальних функцій, програмний супровід периферійних модулів, що передбачені для підключення до Arduino.

Серед широкої номенклатури модулів був обраний модуль Arduino nano, оскільки він є мініатюрним і не потребує значного місця для розташування та в той же час має достатню кількість вводів-виводів для підключення периферійних блоків. У якості периферійних модулів були обрані: інфрачервоний датчик руху HC-SR501, датчик температури і вологості DHT11, датчик чадного газу MQ-5. Такий вибір обґрунтований наступними причинами:

- легкість програмування мікроконтролера Atmega328, який встановлений на платі Arduino nano, причому код програми може створюватися у спеціалізованому програмному середовищі Arduino studio на мові високого рівня із застосуванням драйверів відповідних периферійних модулів;
- обрані датчики є широко застосовуваними бюджетними рішеннями із цілком задовільними метрологічними характеристиками;
- завдяки невисокій ціні та простоті підключення в систему можна додавати досить багато каналів вимірювання відповідних величин.

Запропонована система безпеки забезпечує інформування користувача про значення параметрів, обраних для контролю. За відповідним налаштуванням та оснащенням системи відповідними клерувальними пристроями система здатна автоматично здійснювати певні дії у аварійних ситуаціях. Наприклад, у разі виявлення за показаннями відповідних сенсорів витоку води або природного газу може бути прийнято рішення про негайне відключення від живлячої магістралі. У такому випадку, користувачу буде надіслане повідомлення про прийняті міри та стан контрольованого параметру після ліквідації «аварії».

Використання мікроконтролерного модулю Arduino та уніфікованих за схемою підключення периферійних модулів дозволяє зробити запропоновану систему гнучкою та легко масштабованою, що є її безперечним плбсом.

Список літератури

1. Джерими Блум. Изучаем Arduino: инструметы и методы технического волшебства. Пер. с англ. – СПб.: БХВ-Петербург, 2015. – 336 с.

2. Офіційний сайт Ардуино, [Електронний ресурс]. – Режим доступу до ресурсу: https://www.arduino.cc/en/Guide/Introduction.

3. Monk S. Programming Arduino Getting Started with Sketches / Simon Monk. – Chicago: McGraw-Hill Educatio, 2012. – 176 с.

4. Орлюк Є. А. Розробка системи «Розумний будинок» на базі «Arduino» [Електронний ресурс] / Є. А. Орлюк – Режим доступу до ресурсу: https://conferences.vntu.edu.ua/index.php/all-fksa/all-fksa-2018/paper/download/4541/4612.

ВИКОРИСТАННЯ МОДЕЛІ ПРОЦЕСУ ЗМІНИ ВОЛОГОСТІ ПОРИСТОГО МАТЕРІАЛУ ДЛЯ ВИЗНАЧЕННЯ МІСЦЬ РОЗТАШУВАННЯ ВОЛОГОМІРІВ

Харламова Ю. М., Корсун В. І.
Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», 49005, м. Дніпро, проспект Дмитра Яворницького,19
e-mail: harlamyshka@yandex.ua, KorsunV@nmu.org.ua

Вступ. Часто під час використання пористого матеріалу у практичній діяльності виникає необхідність оцінки рівня вологості в різних його частинах. Для цього використовуються різні підходи.

Ці підходи орієнтуються в основному на ідеологію довільного місця розташування сенсорів для вимірювання рівня вологості пористого матеріалу.

Проте, наприклад, у прокатному виробництві досить давно запропоновано ідею і здійснено практичну реалізацію розташування сенсорів для вимірювання нестабільної температури на поверхні прокату на основі рекомендацій теорії спостереження за станом об'єкта з розподіленими параметрами.

Метою даної роботи є демонстрація того, як використовуючи ідеологію теорії спостережуваності, досить раціонально розташовувати сенсори для вимірювання рівня вологості пористого матеріалу в нестабільних умовах.

Виклад основного матеріалу.

Найбільш загальний тип процесів тепло- і масопереносу описується рівняннями с частинними похідними другого порядку. Досить широке розповсюдження зазначених вище рівнянь і визначає практичне значення відповідних методів оцінки стану об'єктів з розподіленими параметрами.

Далі будемо розглядати клас математичних моделей цих об'єктів, які мають вигляд:

$$u_t = a^2\left(u_{xx} + u_{yy}\right) + f(x, y; t) \qquad (1)$$

початковою

$$u(x, y, t) = 0 \qquad (2)$$

та граничними

$$u(0, y; t) = u(p, y; t) = u(x, 0; t) = u(x, s; t) = 0 \qquad (3)$$

умовами, параметр a^2 визначається властивостями конкретного пористого матеріалу. У свою чергу, функція $f(x, y; t)$ описує інтенсивність впливу зовнішньої вологи на пористу прямокутну пластинку розмірів $p \times s$.

Якщо шукати розв'язок задачі (1) – (3) у вигляді подвійного ряду

$$u(x, y; t) = \sum_{k=1}^{\infty} \sum_{n=1}^{\infty} X_k(x) Y_n(y) T_{kn}(t), \qquad (4)$$

то, підставивши цей ряд і ряд

$$f(x,y;t)=\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}X_k(x)Y_n(y)f_{kn}(t) \qquad (5)$$

в рівняння (1), отримаємо, що воно виконується, якщо будуть однаковими члени рядів з однаковими номерами у правій і лівій його частинах:

$$X_k(x)Y_n(y)T'_{kn}(t)=X_k(x)Y_n(y)f_{kn}(t)+ \\ +a^2\left(X''_k(x)Y_n(y)+X_k(x)Y''_n(y)\right)T_{kn}(t). \qquad (6)$$

Виконавши прості перетворення виразу (6) з урахуванням умов (3), отримаємо дві задачі Штурма-Ліувілля:

$$\begin{cases} X''_k(x)+\mu_k X_k(x)=0, \\ X_k(0)=X_k(p)=0; \end{cases} \quad \begin{cases} Y''_n(y)+\nu_n Y_n(y)=0, \\ Y_n(0)=Y_n(s)=0 \end{cases}$$

і задачу Коші:

$$\begin{cases} T'_{kn}(t)+a^2\lambda_{kn}T_{kn}(t)=f_{rn}(t), \\ T_{kn}(0)=0. \end{cases}$$

Власними значеннями перелічених вище диференціальних рівнянь є

$$\mu_k=\pi k^2/p^2, \quad \nu_n=\pi n^2/s^2, \quad \lambda_{kn}=\mu_k+\nu_n. \qquad (7)$$

Їм відповідають власні функції:

$$X_k(x)=\sin(\mu_k x), \quad Y_n(y)=\sin(\nu_n y); \quad k,n=1,2,3,\dots \qquad (8)$$

та рішення диференціального рівняння (1)-(3):

$$T_{kn}(t)=\int_0^t f_{kn}(\tau)e^{-a^2\lambda_{kn}(t-\tau)}d\tau. \qquad (9)$$

Підставивши (7) – (9) у (4), отримаємо

$$u(x,y;t)=\sum_{k=1}^{\infty}\sum_{n=1}^{\infty}\sin(\mu_k x)\sin(\nu_n y)\int_0^t f_{kn}(\tau)e^{-a^2\lambda_{kn}(t-\tau)}d\tau, \qquad (10)$$

де

$$f_{kn}(t)=\frac{4}{ps}\int_0^p\int_0^s f(x,y;t)\sin(\mu_k x)\sin(\nu_n y)dxdy.$$

Висновки. З (10) видно, що сенсори вологості слід розташовувати у точках з координатами (x,y), де власні функції $X_k(x)$, та $Y_k(y)$, котрі описуються виразами (8), приймають значення відмінні від 0. Оскільки кількість сенсорів обмежена, то більш точну інформацію про їх розташування дає теорія спостережуваності лінійних динамічних систем.

РОЗРОБКА СИСТЕМИ ЕКОЛОГІЧНОГО УПРАВЛІННЯ НА ПІДПРИЄМСТВІ ІЗ ПЕРЕРОБКИ ГАЗОВОГО КОНДЕНСАТУ ТА НАФТИ

Ходак Є. О. [1)], **Тверитникова О. Є.** [2)]
[1)] ***НТУ «ХПІ», rvr1996@gmail.com***
[2)] ***НТУ «ХПІ», tveekhpi@ukr.net***

Експлуатація нафтопереробних підприємств веде до значного забруднення атмосфери, тому вирішення природоохоронних питань з врахуванням існуючого передового світового досвіту є важливим завданням. На сучасному етапі розгортання євроінтеграційних процесів необхідним для забезпечення рентабельності промислового комплексу, створення конкурентоспроможної продукції має бути модернізація виробництва та пошук оптимальної взаємодії між навколишнім природним середовищем і задоволенням базових потреб суспільства.

Шебелинське відділення з переробки газового конденсату та нафти займається переробкою газового конденсату та нафти, виробляє бензин 76, 92, 95, дизтопливо, пропан, бутан, мазут, бітум, електроенергію на власні потреби. Цикл водопостачання замкнутий і має свій комплекс очисних споруд. Зараз потужність переробки максимальна 1,2 млн тон на рік. Сировиною для виробництва продукції Шебелинського відділення з переробки газового конденсату та нафти є стабільний конденсат. Стабільний конденсат перед переробкою необхідно очистити від хлористих солей та механічних домішок, оскільки наявність їх негативно впливає на його подальшу переробку та екологічний стан.

В результаті діяльності Шебелинського відділення з переробки газового конденсату і нафти (с. Андріївка Балаклійського району) у 1984 р. була виявлена наявність нафтопродуктів в індивідуальних криницях для питної води мешканців с. Андріївка, яке знаходиться на відстані 800 м від заводу. У подальші роки проведено ряд основних заходів для вилучення нафтопродуктів з ґрунтових вод зони забруднення: встановлено 24 токових фільтрувальних свердловини, звідки відкачується нафтопродукт; встановлений спеціальний фільтр; пробурені та обладнані спостережні свердловини для контролю за станом Андріївської зони забруднення. На підприємстві замінена практично вся каналізаційна система, всі технологічні трубопроводи винесені із землі на естакаду. В результаті проведених заходів площа зони забруднення стабілізувалася та подальшого розширення її не відмічається. За 20 років експлуатації фільтрувальних свердловини з Андріївської зони забруднення вилучено 17450,546 т. нафтопродуктів. В результаті проведених заходів на теперішній час площа забруднення складає 52 га.

У зв’язку з модернізацією Шебелинського відділення з переробки газового конденсату і нафти та переходом до випуску бензинів екологічного класу Євро-4 відбувається й модернізація і системи екологічного управління. На підприємстві розпочато впровадження «7 золотих правил охорони праці», які розроблені Міжнародною організацією праці та ефективно діють на багатьох підприємствах Європейського Союзу. Для підприємства запропоновано впровадити розроблену систему екологічного управління відповідно до вимог міжнародного стандарту ISO 14001.

Для налагодження ефективної системи екологічного управління на різних рівнях необхідно здійснити [1–3]: адміністративну реформу, включаючи реформування законодавчої та нормативної бази; трансформацію інвестиційної діяльності з урахуванням екологічного фактора; удосконалення організаційно-економічного механізму становлення системи екологічного управління.

Наявність сертифікованої системи екологічного управління, може стати невід'ємною частиною вимог стратегічних партнерів під час висновку контрактів, підніме імідж концерну перед споживачами. Впровадження системи екологічного управління дозволить організації вийти на практично новий рівень регулювання екологічних проблем.

Список літератури

1. Кожушко Л.Ф., Скрипчук П.М. Екологічний менеджмент: підручник. Київ: ВЦ «Академія», 2007. 432 с.

2. Про екологічний аудит : Закон України від 24.06.2004 № 1862-IV. ВВР України. 2004. № 45. 500 с. [Електронний ресурс]. Режим доступу: http://zakon4.rada.gov.ua/laws/show/1862-15.

3. Сизоненко О.А. Управління еколого-економічними процесами промислових підприємств. [Електроний ресурс]. Режим доступу: http://www.experts.in.ua/baza/ analitic/ index.php?ELEMENT_ID=26064.

4. Системи екологічного управління. Вимоги та настанови щодо застосовування ДСТУ ISO 14001:2006 (ISO 14001:2004, IDT). Введ. 2006-05-15. К.: Держспоживстандарт УКРАЇНИ, 2006. 17 с.

СУЧАСНИЙ СТАН ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ ДОВГОТРИВАЛОЇ РОБОТИ ТЕП НА ОБ'ЄКТІ

Чуніхіна Т. В., Марданов Д. С., Ксьондзов В. Ю., Дивнич І. А.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Україна, м. Харків, вул. Кірпічова, 2, tetianactv@ukr.net

Високий рівень розповсюдження температурних вимірювань у промисловості обумовлює знаходження в експлуатації широкої номенклатури засобів вимірювання температури. Найбільш поширені для вимірювання температури контактні методи, які реалізуються за допомогою термоелектричних перетворювачів (ТЕП) і термоперетворювачів опору.

Вимоги до метрологічних характеристик (МХ) вимірювальних каналів (ВК) температури безперервно зростають. Можливість підвищення точності вимірювання температури обмежена, в основному, власною похибкою ТЕП, вплив якої на результат вимірювання у значній мірі визначає результуючу похибку ВК [1]. Основним чинником, який знижує точність вимірювання температури термоелектричними перетворювачами, є зміна (дрейф) їх функцій перетворення (ФП) у процесі експлуатації. Дрейф ФП термопар зумовлений фізико-хімічними змінами в їх термоелектродах.

Застосування для термоелектричних перетворювачів конструктивно-технологічних методів, які базуються, зокрема, у використанні матеріалів, що мають відносно стабільні фізико – хімічні характеристики, не гарантує забезпечення вимірювання температури із заданою точністю.

Вимоги експлуатації автоматизованих інформаційних систем контролю і керування (АІСКК), до складу яких входять ТЕП (необхідність безперервної довготривалої дії), а також особливості монтажу ТЕП вимагають застосування методів, які б дозволили безпосередньо у процесі роботи перетворювачів на об’єкті визначати їх реальні метрологічні характеристики.

Історично першими серед бездемонтажних методів контролю МХ ТЕП були методи калібраторів [2], суть яких полягає в тому, що в конструкцію ТЕП вбудовується пристрій для його калібрування – калібратор, що містить шари реперних матеріалів, температури фазових переходів яких відомі з високою точністю. І хоча, перший патент на цей метод був отриманий у США ще в 60-тих роках минулого сторіччя, сучасні виробники засобів вимірювання температури використовують калібратори для підвищення точності вимірювань за допомогою ТЕП. Так, фірма «Electrotherm» (Німеччина) пропонує використовувати «термопари із вбудованими реперними точками» [3]. Для виходу на температуру фазового переходу реперного матеріалу у конструкції передбачений

мініатюрний нагрівач. У [3] наведені рекомендації щодо вибору реперного матеріалу в залежності від робочої температури.

Недоліком методів калібраторів є те, що вони дозволяють провести корекцію похибок ФП в одній, або у двох робочих точках шкали ТЕП.

Відомі тестові структурно-алгоритмічні методи, які базуються на використанні ефектів Джоуля та Пельт'є [4].

Із останніх робіт, присвячених проблемі бездемонтажної повірки ТЕП, слід відзначити роботу [5]. У [5] пропонується математична модель дрейфу функції перетворення ТЕП. Оскільки дрейф ФП ТЕП залежить від багатьох чинників, то прогнозування дрейфу для конкретних термопар, які працюють в реальних умовах, не є ефективним.

Метод контролю вірогідності показів термоелектричного перетворювача представлений у [6]. Фахівці фірми «Тесей» розробили конструкцію термоелектричного перетворювача з додатковим каналом, призначеним для розташування контрольної термопари ніхросил-нісил. І хоча, термопари ніхросил-нісил мають більш стабільні характеристики, ніж термопари хромель-алюмель, їх функції перетворення теж зазнають змін у часі. Тому, використання термопар ніхросил-нісил у якості еталонних не забезпечує вірогідний результат бездемонтажної повірки ТЕП.

Ці обставини роблять надзвичайно важливою задачу розробки нових методів, які б дозволили підвищити точність і вірогідність вимірювальної інформації у робочих умовах експлуатації ТЕП у складі АІСКК.

Список літератури

1. Васильків Н.М. Дослідження впливу нерівномірності дрейфу термопар на похибку корекції їх неоднорідності [Текст] / Н.М. Васильків, В.В. Кочан, О.В. Кочан, М.І. Чирка // Вісник Хмельницького національного університету. – 2012. – №4. – С. 142–149.

2. А.с. 1796919 А1 СССР, МКИ^3 G 01 K 7/02. Способ определения температуры / Ю.В. Поздняков, В.Н. Учанин, Ю.М. Мирош, В.Р. Фесенко (СССР). – № 4866630/10; заявл. 21.06.90; опубл. 23.02.93, Бюл. № 7.

3. Термопара со встроенной реперной точкой [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http: // www.electrotherm.de

4. Головко Д.Б. Структурно-алгоритмічні методи підвищення точності вимірювання температури [Текст] / Д.Б. Головко, Ю.О Скрипник, Г.І. Хімічева – К.: ФАДА ЛТД, 1999. –206 с.

5. Єрьоменко В.О. Проблеми використання методу найменших квадратів при дослідженні дрейфу термопар [Текст] / В.О. Єрьоменко, О.В. Кочан // Метрология та прилади. – 2013. – №2 II (40). – С. 98–104.

6. Контроль достоверности показаний термоэлектрического преобразователя без его демонтажа с объекта [Електронний ресурс]. – Режим доступу: http: //www.tesey.com.

АНАЛИЗ НЕОПРЕДЕЛЕННОСТИ ИЗМЕРЕНИЯ ПРИ КОНТРОЛЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ПОДСОЛНЕЧНОГО МАСЛА

Чунихина Т. В., Папченко В. Ю., Дивнич И. А.
Национальний технический университет «Харковский политехнический институт», Украина, г. Харьков, ул. Кирпичова, 2,
Украинский научно-исследовательский институт масел и жиров НААН Украины, Украина г. Харьков, пр. Дзюбы, 2а
vikucya@gmail.com, tetianactv@ukr.net

В настоящее время Украина является лидером среди мировых стран-экспортеров подсолнечного масла. За период 1999–2017 г.г. производство подсолнечного масла в Украине выросло более чем в 13 раз, а объемы экспорта почти в 28 раз.

Основные требования, предъявляемые к маслу – это требования к показателям безопасности. К ним относятся, в первую очередь, показатели гидролитической и окислительной порчи – кислотное число, перекисное число, анизидиновое число, а также содержание бенз(а)пирена, минерального масла, тяжелых металлов, пестицидов и микотоксинов.

На масло подсолнечное в Украине распространяется действие [1].

Руководствуясь [2-6], для данного вида продукции были определены следующие 5 физико-химических показателей качества и безопасности: массовая доля влаги и летучих веществ, %; массовая доля фосфорсодержащих веществ, % (в пересчете на стеароолеолецитин); кислотное число (КЧ), мг КОН/г; доля остаточных количеств хлорорганических пестицидов в жировых продуктах методом газожидкостной хроматографии, мг/кг; перекисное число, 1/2О ммоль/кг (по каждому показателю было проведено 5 параллельных опытов).

Анализ неопределенности измерения кислотного числа проводился следующим образом. За основу была взята рекомендуемая [4] формула

$$КЧ = \frac{C_{ЛТ} \cdot V_{ЛТ1}}{m_{ол}} \cdot 56{,}1 \qquad (1)$$

где C – точное значение молярной концентрации щелочного титранта, $моль/дм^3$; V – объем щелочного титранта, $см^3$; 56,1 – мольная масса гидроксида калия, $г/моль$; m – навеска масла, $г$.

Точное значение концентрации раствора щелочи определяют как

$$C = \frac{m}{\mu \cdot V}, \qquad (2)$$

где m – навеска стандартной кислоты, $мг$; V – определенный объем

раствора щелочи, $см^3$; μ – мольная масса стандартной кислоты, $г/моль$; $\mu = 122 г/моль$ для бензольной кислоты.

Суммарная стандартная неопределенность измерения среднего-арифметического значения $\overline{C}_{ЛТ}$ составила $u_C(\overline{C}_{ЛТ}) = 0{,}0003151$ $моль/дм^3$.

Суммарная стандартная неопределенность измерения КЧ рассчитывалась по формуле

$$u_C(К\overline{Ч}) = \sqrt{u_A^2(К\overline{Ч}) + C_{\overline{C}_{ЛТ}}^2 \cdot u_C^2(\overline{C}_{ЛТ}) + u_{VЛТ1}^2 \sum_{i=1}^{5} C_{VЛТ1i}^2 + u_{тол}^2 \sum_{i=1}^{5} C_{толі}^2}, \quad (3)$$

где $u_A(К\overline{Ч})$ – стандартная неопределенность типа А измерения КЧ; $C_{\overline{C}_{ЛТ}}$, $C_{VЛТ1i}$, $C_{толі}$ – коэффициенты чувствительности неопределенности измерения кислотного числа к неопределенности измерения точного значения концентрации раствора щелочи, объема щелочного титранта и массы масла.

Запись результата измерения кислотного числа будет выглядеть следующим образом

$$КЧ = (1{,}804 \pm 0{,}021) мг\,KOH/г,\ P = 0{,}95.$$

Аналогично представленным расчетам для каждого из рассмотренных показателей качества масла была рассчитана расширенная неопределенность измерения.

Список литературы

1. ДСТУ 4492:2005 «Масло подсолнечное. Технические условия», Київ, Держпоживстандарт України, чинний від 01.01.2007.

2. ДСТУ 4603:2006 «Олії. Методи визначення масової частки вологи та летких речовин», Київ, Держпоживстандарт України, чинний від 01.01.2008.

3. ДСТУ 7082:2009 «Олії. Методи визначання масової частки фосфоровмісних речовин», Київ, Держпоживстандарт України, чинний від 01.01.2011.

4. ДСТУ 4350:2004 «Олії. Методи визначання кислотного числа» (ISO 660:1996, NEQ), Київ, Держпоживстандарт України, чинний від 01.10.2005.

5. МВВ 081/12-0243-05 «Методика виконання вимірювання масової частки залишкових кількостей хлорорганічних пестицидів у жирових продуктах методом газорідинної хроматографії».

6 ДСТУ 4570:2006 «Жири рослинні та олії. Метод визначання пероксидного числа», Київ, Держпоживстандарт України, чинний від 01.01.2008.

7 Захаров И.П. Неопределенность измерений для чайников и… начальников: учеб. Пособие [Текст] / И.П. Захаров. – Харьков, 2013. – 36 с.

ТЕРМОКОНДУКТОМЕТРІЯ ЯК МЕТОД ОЦІНКИ ЯКОСТІ ПРИРОДНОГО ГАЗУ

Шинкарук Х. М., Чеховський С. А., Піндус Н. М.
Івано-Франківський національний технічний університет нафти і газу, м. Івано-Франківськ

У світовій практиці вимірювання впродовж останніх декількох років спостерігається тенденція все більш широкого застосування опосередкованих (модельних) підходів. Це зумовлено тим, що розробляння нових або вдосконалення існуючих методів та засобів прямих вимірювань часто стає економічно не ефективним на фоні швидкого динамічного розвитку комп'ютеризованих методів та широкого застосування промислових засобів обчислення. У значній мірі це стосується визначення якісних показників природного газу, зокрема, його теплоти згоряння.

Сьогодні найбільшою сферою використання природного газу як енергоносія є промислове та комунально-побутове господарство. В умовах неперервного зростання об'ємів споживання газу та підвищення світових цін на нього щораз актуальнішими стають вимоги до якості газу. Однак, незважаючи на високу енергетичну та хімічну цінність газу, в Україні не вироблений систематизований підхід до оцінювання його якості.

Тому дослідження нових методів визначення складу газового середовища, в тому числі і методів експрес-контролю безпосередньо у споживачів, є актуальною науково-прикладною задачею. Вирішення цієї задачі дозволить підвищити ефективність використання природного газу та забезпечити коректність розрахунків між його постачальниками та споживачами. Актуальність цього питання підтверджується розгорнутою в останній час полемікою стосовно якості природного газу, який подається і використовується в Україні.

Нами здійснена оцінка [1, 2, 3] принципової можливості використання теплових методів для розв'язання вищезазначеної задачі, зокрема, термокондуктометрії, а також проведені аналітичні та експериментальні дослідження на предмет встановлення залежностей для створення відповідних вимірювальних приладів.

З цією метою виготовлений лабораторний стенд, фото якого подано на рис. 1, в складі якого використано термокодуктометричний перетворювач (2) українського виробництва («Укрсенсор», м. Дніпро) з вимірюванням його опору з допомогою неврівноваженої мостової схеми (3), а для створення відповідного газового середовища використані

сертифіковані газові суміші у балонах (1), надані для досліджень ПАТ »Івано-Франківськгаз» та УМГ «Прикарпаттрансгаз».

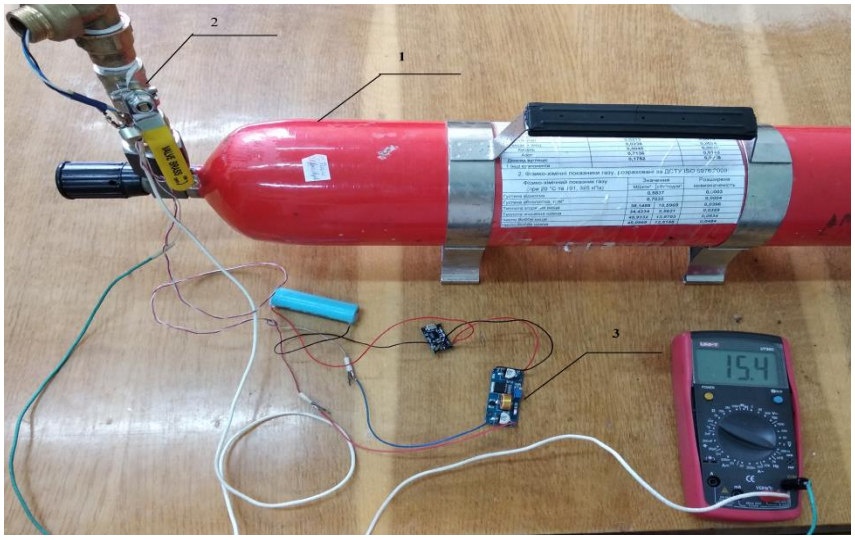


Рисунок 1 – Лабораторний стенд

На даному етапі експериментальних досліджень нами ставилась задача оцінки принципової можливості застосування вказаного методу та перевірка повторюваності результатів.

Результати дозволяють зробити попередній висновок про принципову можливість використання методів термокондуктометрії для оцінки теплотворної здатності природного газу, а значить і створення для цього відповідного вимірювального засобу.

Список літератури

1. Шинкарук, Х. М. Оцінка можливості контролю теплотворної здатності природного газу з використанням методу кондуктометрії / Інформаційні технології – 2016 [Текст] : зб. тез III Укр. конф. молодих науковців. – Київ : Київ ун-т ім. Б. Грінченка, 2016. – 231 с. – 41.78 р

2. Шинкарук Х.М., Чеховський С.А. Експериментальні дослідження термокондуктометричного методу для оцінки теплоти згоряння природного газу / Тези доповідей XI Міжнародної н.-т. конф. «Метрологія та вимірювальна техніка». – Харків, ННЦ «Інститут метрології», 9-11. 10.2018р., с215-216.

3. Шинкарук Х.М., Піндус Н.М., Чеховський С.А. Математична модель термокондуктометричного аналізатора для дослідження якісних характеристик газу / Тези доповідей III Міжн. н.-пр. конф. «Управління якістю в освіті та промисловості». – Львів, НУ «Львівська політехніка», 11-12.05. 2017р., С. 230-231.

СЕКЦІЯ 5.
ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПРОЦЕСИ У ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДАХ

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА ПІДВИЩЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЯКОСТІ ЕЛЕКТРОМАГНІТНИХ ПРОЦЕСІВ ДИЗЕЛЬ-ЕЛЕКТРИЧНОГО АГРЕГАТУ В ПЕРЕХІДНИХ РЕЖИМАХ РОБОТИ

Борисенко А. М., Кубрик Б. І., Лавріненко О. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова 2, 61002

Дизель-генератор (ДГ), який розглядається у даній роботі, містить дизельний двигун (Д) та генератор (Г) змінного струму. У сталому номінальному режимі роботи Г при кутовій швидкості ω=104,66 рад/с (або 1000 об/хв) частота генерованої електроенергії складає 50 Гц, але при різних змінах навантаження може суттєво зменшуватись до неприпустимих значень.

Мета роботи полягає в отриманні відповідних керуючих сигналів для ДГ, які б дозволили стабілізувати згадувану частоту з застосуванням математичної моделі Д.

Побудовано математичну модель Д як об'єкта регулювання швидкості з урахуванням зміни фаз подачі палива й повітропостачання агрегату. При цьому первинна модель записана в такий спосіб:

$$\begin{cases} J_к \dfrac{d\omega_k}{dt} = M_T - M_k \\ J\dfrac{d(\omega+\xi)}{dt} = M_i - M_П - M_H, \end{cases} \quad (1)$$

де J – момент інерції частин дизеля, що обертаються; J_k – момент інерції частин турбокомпресора, що обертаються; $M_T = M_T\left(\omega, \omega_k, B_ч\right)$ – крутильний момент турбіни; $M_к = M_к\left(Q, \omega_к\right)$ – момент опору компресора; ω_k – кутова швидкість ротора турбокомпресора; $M_{\text{Н}}$ – момент навантаження на валу дизеля; $M_i, M_П$ – відповідно індикаторний момент і момент втрат двигуна; Q – витрати повітря через компресор;

Індикаторний момент Д записується відповідно до формули:

$$M_i = M\left(\omega, h_p, \theta, Q_д\right), \quad (2)$$

де h_p – координата паливодозуючого органу; θ – фаза подачі палива; $Q_д$ – витрати додаткового повітря.

Задача оптимізації управління ДГ полягає в пошуку таких законів зміни $h_p(t)$, $\theta(t)$, $Q_Д$(t), при яких M_i (2) змінюється так, щоб забезпечити мінімальне

значення критерію-функціонала з урахуванням обмежень на керуючі сигнали

$$I = \int_{t_0}^{t_k} \left\{ \left[\left(\omega_н - \omega(t) \right) \right]^2 + \lambda_1 h_p^2(t) + \lambda_2 \nu^2(t) \right\} dt \qquad (3)$$

де t_0 – момент початку перехідного процесу; t_k – момент закінчення перехідного процесу; $\omega_н$ – номінальна кутова швидкість вала; $\omega(t)$ – миттєва кутова швидкість в перехідному режимі Д; ν – кількість токсичних складових у випускних газах Д; λ_1 и λ_2 – вагові коефіцієнти. Після використання принципу максимуму одержані квазиоптимальні управління показані у вигляді графіків на рис.1 і рис.2.

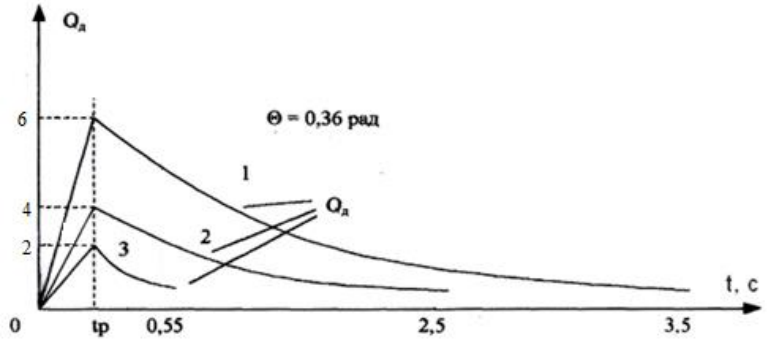


Рисунок 1 – Квазіоптимальні закони зміни додаткового повітропостачання в функції часу при різних моментах навантаження

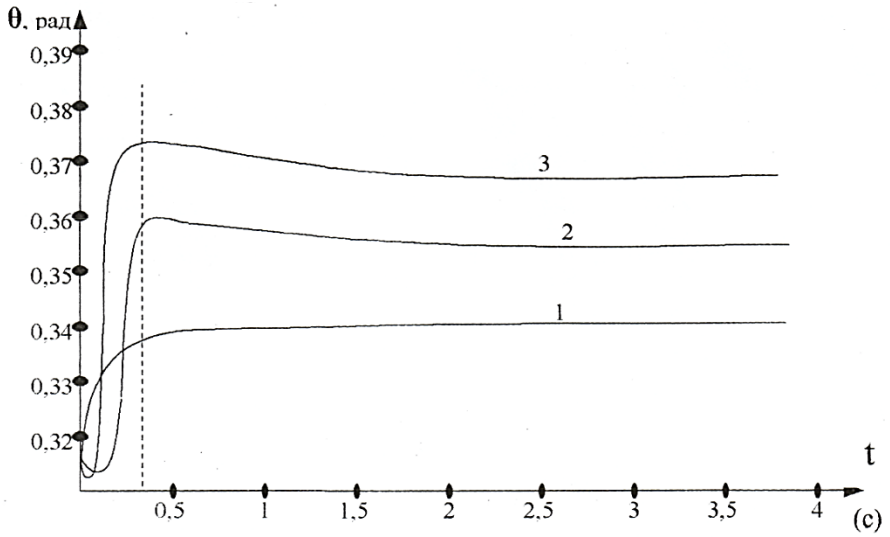


Рисунок 2 – Квазиоптимальні залежності фази подачі палива в функції часу при різних моментах навантаження.

Експериментальні дослідження керуючого пристрою, який реалізував запропонований закон управління ДГ потужністю 2200КВт, показали, що тривалість перехідного процесу та провал частоти струму при різкому підвищенні навантаження на 100 % зменшились відповідно в 3 та 2,5 рази, завдяки чому підвищились показники якості електромагнітного процесу в системі енергопостачання.

ВИКОРИСТАННЯ ПРОГРАМНОГО КОМПЛЕКСУ FEMM ДЛЯ СТВОРЕННЯ ІМІТАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ВЕНТИЛЬНО-ІНДУКТОРНОГО ДВИГУНА

Буряковський С. Г. [1)], Маслій А. С. [2)], Помазан Д. П. [2)]

[1)] ***Науково-дослідницький та проектно-конструкторський інститут «Молнія», Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002, sergbyr@i.ua***

[2)] ***Український державний університет залізничного транспорту, кафедра «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка» пл. Фейєрбаха, 7, м. Харків, Україна, 61050, a.masliy@ukr.net***

З розвитком напівпровідникової електроніки все більш широкого застосування знаходять вентильно-індукторні двигуни (ВІД), які в порівнянні з двигунами постійного струму мають низку переваг. ВІД відноситься до класу синхронних реактивних машин з вентильним керуванням [1] та представляє собою сукупність електромеханічного перетворювача енергії – індукторної машини і електронного блоку керування [2]. Принцип дії ВІД заснований на реактивній взаємодії зубців статора й ротора. Зубці ротора, під дією струму, що протікає в котушках фази, намагаються зайняти положення, що відповідає найбільшому значенню енергії магнітного поля, що відповідає режиму двигуна. Потокозчеплення котушок залежать від взаємного кутового положення зубців статора й ротора і струму котушок [3].

Для ідентифікації параметрів математичної моделі такого електромеханічного перетворювача необхідно встановити залежності між потокозчепленням фаз $\Psi_A, \Psi_B, \Psi_C, \Psi_D$, а також їх похідними $\frac{\partial\Psi(i,\theta)}{\partial i}$, $\frac{\partial\Psi(i,\theta)}{\partial\theta}$, з одного боку і узагальненими координатами – з іншого. Для визначення значення потокозчеплення здійснюється розрахунок магнітного поля з використанням методу кінцевих елементів для плоскопаралельного завдання. За результатами аналізу магнітного поля визначається значення потокозчеплення фаз ВІД і значення електромагнітного моменту. Для стаціонарного магнітного поля метод кінцевих елементів в двомірній розрахунковій моделі і прямокутній системі координат полягає в мінімізації нелінійного енергетичного функціонала [4]. Для вирішення поставленого завдання найзручнішим є використання програмного комплексу FEMM, що дозволяє розрахувати стаціонарні плоскопаралельні магнітні поля.

У постпроцесорі FEMM для розрахункової моделі ВІД задаємося збуджуючим впливом шляхом завдання величини струму котушки, намотаної на зубець статора. Також приймаємо, що котушка має один

виток. У кожній замкнутій області машини задаємо матеріал і провідність даної ділянки машини. Криві намагнічування матеріалу зубців статора і ротора взяті з довідкової літератури. При розрахунках прийнято, що використовується електротехнічна сталь 2411.

Розподіл магнітних ліній в розрахунковій схемі ВІД під час узгодженого і неузгодженого положень при включеній фазі А представлені на рисунку 1.

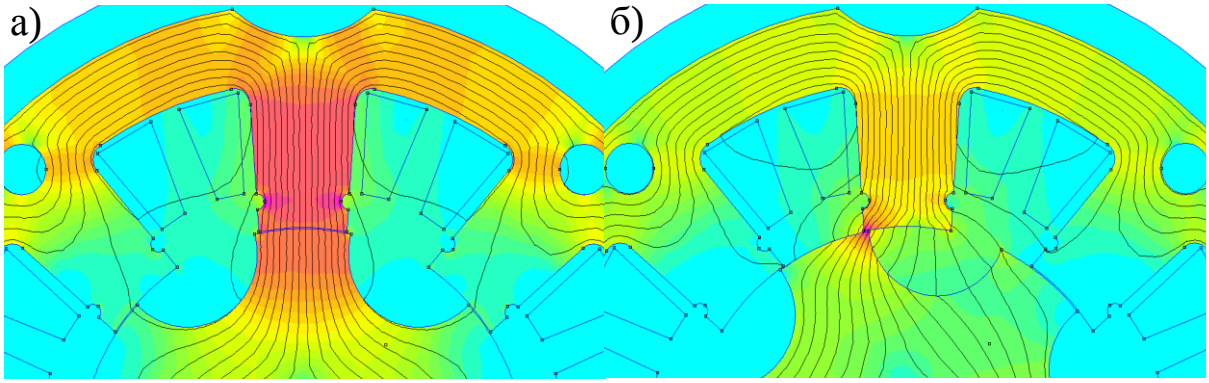


Рисунок 1 – Розподіл магнітного поля у зубцях ВІД: а) при узгодженому положенні; б) при розузгодженому положенні

За допомогою підпрограми, написаної в текстовому файлі на мові Lua автоматизуємо процес розрахунку. Граничними областями при цьому є положення зубців статора і ротора – від неузгодженого до узгодженого положень, що складає 22,5°, а також допустимих значень МРС на рівні 40000А.

Результатом розрахунку є тривимірні поверхні, що показують залежність потокозчеплення фази та електромагнітного моменту від МРС та кута повороту ротора.

Список літератури

1 Rasmussen Peter Omand Design and Advanced Control of Switched Reluctance Motors / Rasmussen Peter. – Denmark : Aalborg University, 2002. – 256 p.

2 Krishnan R. Switched reluctance motor drives. Modeling. Simulation, Analysis, Design and Applications / Krishnan R. – CRC Press, 2001. – 398 p.

3 Маслий А. С. Микропроцессорный вентильно-индукторный электропривод стрелочного перевода моношпального типа : дис. канд. техн. наук : 05.09.03 «Электротехнические системы и комплексы» / Артём Сергеевич Маслий. – Харьков, 2014. – 192 с.

4 Рымша В. В. Усовершенствованная цепно-полевая модель вентильно-реактивного двигателя / В. В. Рымша, И. Н. Радимов, М. В. Гулый, П. А. Кравченко // Електротехніка і електромеханіка. – 2010. – № 5. – С. 24-26.

ОГЛЯД ПРОБЛЕМИ СТВОРЕННЯ ТЕХНІЧНИХ ОБ'ЄКТІВ ІЗ ЗАДАНОЮ ПРОСТОРОВОЮ СТРУКТУРОЮ МАГНІТНОГО ПОЛЯ

Гетьман А. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», вул. Кирпичова, 2, м. Харків, Україна, 61002

Однією з сучасних тенденцій розвитку науки і техніки є створення технічних об'єктів, які мають необхідну просторову структуру постійного магнітного поля. До характеристик просторової структури магнітного поля технічних об'єктів пред'являються вимоги при забезпеченні електромагнітної сумісності, при вирішенні задач суднового магнетизму, при забезпеченні магнітної чистоти космічних апаратів, при створенні елементів транспортування і формуванні пучка частинок в прискорювачах, при розробці вимірювально-діагностичної апаратури та при вирішенні інших проблем. Для кожної із зазначених проблем розроблені наукові основи їх вирішення у вигляді методів аналізу і синтезу необхідної просторової структури магнітного поля, а також методик і рекомендацій з проектування та створення відповідних технічних об'єктів (ТО).

Загальний підхід при вирішенні зазначених проблем складається з аналізу просторової структури ТО, розробки методів практичного дослідження просторового розподілу його магнітного поля та синтезу способів та засобів цілеспрямованої зміни характеристик структури поля.

Наприклад, для вирішення проблеми електромагнітної сумісності по постійному магнітному полю розглядають негативний вплив поля, що створює силове електрообладнання, на слабкострумові елементи керування [1]. Для зменшення негативного впливу магнітного поля (МП) силового електрообладнання використовують методи, засновані на зміненні його конструкції, а також магнітне екранування. Застосування розроблених для цього методів і засобів дозволяє знизити рівень шкідливого магнітного поля приблизно в 100 разів. Більш якісний, з ефективністю 10^3 і вище, захист магніточутливих елементів керування отримують завдяки використанню систем активної компенсації магнітного поля електроустаткування [2]. В якості параметрів просторової структури МП електрообладнання при цьому використовують величини магнітних моментів його магнітоактивних частин, а також величини мультипольних магнітних моментів [3] або, що приблизно еквівалентно, амплітудні коефіцієнті просторових гармонік. У відповідності до типу електрообладнання, виходячи з особливостей структури його МП, зазвичай обмежують до 2-3 кількість використовуваних мультипольних магнітних моментів в мультипольної моделі, або кількість відповідних гармонік в моделі просторових гармонік [4].

Запропонована в 19 столітті К. Гаусом [5] модель на основі сферичних гармонік для опису магнітного поля Землі була використана для навігації кораблів. За допомогою складених карт магнітного нахилення вдалося вирішити завдання знаходження географічних координат корабля практично в будь-якій точці світового океану за винятком невеликих областей поблизу магнітних полюсів. Однак широке застосування магнітних матеріалів при виготовленні корпусів кораблів, що відбувалося в той саме час, призвело до необхідності врахування збурень природного магнітного поля Землі феромагнітними матеріалами корабля за допомогою моделей його індуктивної та залишкової намагніченості.

Іншою проблемою суднового магнетизму є захист військового і цивільного флоту від магнітних мін, що набули широкого поширення в другій світовій війні. Для її вирішення в 40-х роках були розроблені спеціальні методи та обмотки розмагнічування, що встановлюються по периметру корпусу корабля. Найбільші труднощі забезпечення ефективного захисту від магнітних мін виникли при створенні тральщиків [6] і підводних човнів. Використання при виготовленні їх корпусів немагнітних матеріалів виявилося недостатньою умовою надійності протимінного захисту, оскільки електротехнічне обладнання корабля розроблялося без додаткових вимог за рівнем створюваного магнітного поля. Для створення суднового електрообладнання в мало магнітному виконанні в 60-і роки були розроблені потрібні методичне та метрологічне забезпечення.

Список літератури

1. Клименко Б.В., Лупиков В.С. Структура внешнего магнитного поля вблизи поверхности распределительного устройства // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Сб. науч. тр. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 1999. – №65. – С. 47-53.

2. Аполлонский С.М. Компенсация внешнего постоянного магнитного поля электрооборудования // Теоретическая электротехника. – 1983. – №35. – С. 154-157.

3. Лупиков В.С. Спектр мультипольных составляющих напряженности внешнего магнитного поля электрооборудования // Вестник Харьковского государственного политехнического университета. Сб. науч. тр. – Харьков: НТУ “ХПИ”. – 2000. – №77. – С. 69-71.

4. Добродеев П.Н. Измерение параметров дипольно-квадрупольной модели источника магнитного поля точечными датчиками // Праці міжнародної науково-технічної конференції “Метрологічне забезпечення в галузі електричних, магнітних та радіовимірювань” (Метрологія в електроніці-97). – Том 1. – Харків: ДНВО «Метрологія». – 1997. – С. 182-184.

5. Гаусс К.Ф. Избранные труды по земному магнетизму. Пер. акад. А.Н. Крылова. – М.: Изд-во АН СССР, 1972. – 342 с.

6. Скороход Ю.В., Хохлов П.М. Корабли противоминной обороны.

ОЦІНКА ВІДПОВІДНОСТІ ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИМОГАМ СТАНДАРТІВ НАТО З ЕЛЕКТРОМАГНІТНОЇ СУМІСНОСТІ

Князєв В. В., Лісной І. П.
Науково-дослідний та проектно-конструкторський інститут «Молнія» Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут», вул. Шевченко, 47, м. Харків, 61013

Принципово важливе значення для реалізації Концепції Державної цільової програми реформування та розвитку оборонно-промислового комплексу України на період до 2020 року, яку схвалено Розпорядженням КМУ №19-р від 20.01.2016 р., має впровадження в Україні стандартів НАТО, зокрема з електромагнітної сумісності (ЕМС). Ці стандарти регламентують вимоги за параметрами ЕМС до об'єктів військової техніки (ОВТ) та їх складових частин з урахуванням родів військ та призначення ОВТ. Забезпечення необхідного рівня несприйнятливості зразків ОВТ до дії потужних електромагнітних завад обумовлює підвищення обороноздатності України та сприятиме просуванню продукції національних виробників на міжнародні ринки.

Наказом Національного органу стандартизації від 26.12.2017 року №471 «Про прийняття національних нормативних документів, гармонізованих з нормативними документами НАТО» встановлено таке: Прийняти національні нормативні документи, гармонізовані з нормативними документами НАТО, методом підтвердження як пробні з наданням чинності з 01 лютого 2018 року до 01 лютого 2021 року. У тому числі два стандарти в галузі ЕМС:

1. ДСТУ-П STANAG 4370 AECTP-250 Ed. C:2017.
2. ДСТУ-П STANAG 4370 AECTP-500 Ed. E:2017.

Слід відзначити, що вимоги вказаних стандартів НАТО значною мірою співпадають з вимогами аналогічних військових стандартів США [1, 2]. Таким чином, реалізація випробувань за стандартами НАТО, фактично забезпечить можливість оцінки відповідності ОВТ вимогам стандартів США, які є найбіль поширені у світі.

Стандарт AECTP 500:2016 узагальнює вимоги до обладнання ОВТ для таких родів військ: наземних, військово-морських, військово-повітряних, субмарин та космічних систем. Цей стандарт визначає 25 видів випробувань обладнання, яке встановлюється в ОВТ. Частина випробувань (у кількості від 5 до 10 видів, залежно від типу ОВТ) можуть бути проведені виробником обладнання, а інші (від 20 до 15 видів) повинні проводитись у незалежній акредитованій випробувальній лабораторії. Стандарт AECTP 500:2016 має таки чотири пакети видів випробувань: NCE (емісія власних кондуктивних радіозавад від обладнання у мережу електроживлення та комунікацій); NRE (емісія власних радіозавад у

«ефір»), NCS (несприйнятливість до електромагнітних впливів кондуктивних завад) та NRS (несприйнятливість до електромагнітних полів). Кількість випробувань у кожному пакеті залежить від виду ОВТ і складає взагалі для бортового обладнання літаків та субмарин 15 видів, для обладнання наземних та морських ОВТ – 13 видів, а для космічних систем – 7 видів.

Аналіз випробувальних можливостей НДПКІ «Молнія» НТУ «ХПІ» свідчить про те, що зараз є спроможність виконувати у повному обсязі 14 видів випробувань, які регламентуються стандартом АЕСТР 500:2016. Реалізація інших 9 видів випробувань потребує створення нового випробувального обладнання, частина з якого вже знаходиться у стадії розробки. У тому числі, завершується розробка імітатора електромагнітного імпульсу високотного ядерного вибуху з такими амплітудно-часовими параметрами: напруженість електричного поля 50 кВ·м$^{-1}$, форма хвилі 2/23 нс, які у повної мірі відповідають вимогам виду випробувань NRS03.

В якості прикладу на рисунку представлено загальній вигляд експериментального зразка випробувального генератора, які розроблено у рамках виконання науково-дослідного проекту «Забезпечення відповідності озброєння та військової техніки України сучасним вимогам стандартів НАТО з електромагнітної сумісності», що фінансується Міністерством освіти і науки України на протязі 2017-2018 років.

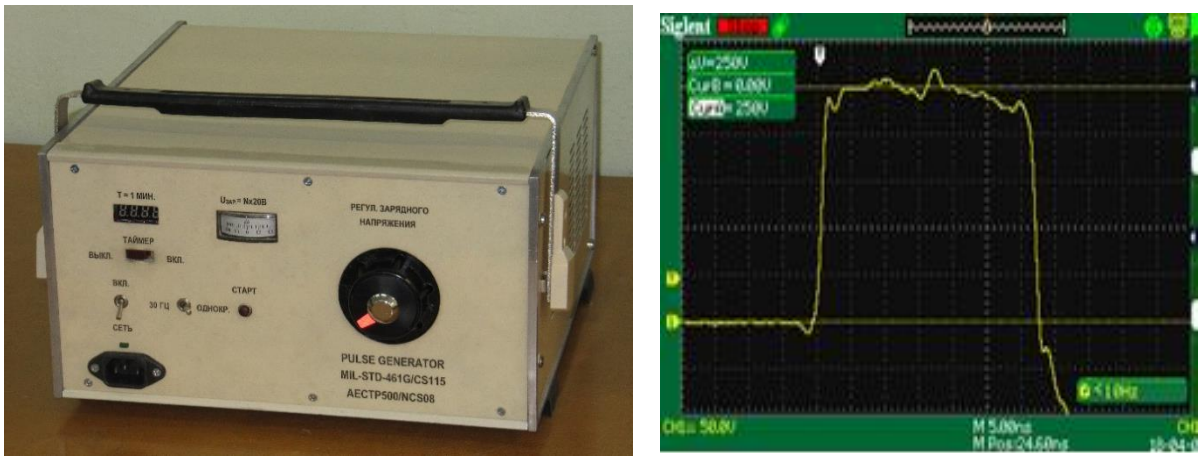


Рисунок 1 – Експериментальний зразок генератора TI- NCS08 та вихідний імпульс (час наростання та спадання 2 нс)

Список літератури

1. MIL STD 464C:2010 Department of Defense Interface Standard – Electromagnetic Environmental Effects Requirements for Systems. – 165 p.

2. MIL-STD-461G:2011 Department of defense interface standard. Requirements for the control of electromagnetic interference. Characteristics of subsystems and equipment. – 269 p.

ВНЕСОК О. П. СУКАЧОВА У ФОРМУВАННЯ ТЕРМІНОЛОГІЧНОГО АПАРАТУ ТЕОРЕТИЧНОЇ ЕЛЕКТРОТЕХНІКИ

Лавріненко О. В.
Національний технічний університет «Харківський політехнічний інститут», Харків, вул. Кирпичова 2, 61002, lavrinol2004@gmail.com

На початку 20-го століття в Радянському Союзі з розвитком електрифікації та електропромисловості, який супроводжувався розширенням електротехнічної освіти, ростом чисельності наукових працівників, інженерів-електротехніків та збільшенням відповідної науково-технічної літератури, поставало питання встановлення відповідної термінології, уніфікації символічних позначень електричних та магнітних величин, а також координації термінологічного апарату в міжнародному науковому просторі.

Необхідність розробки загальної системи понять та їх визначень були обумовлені такими основоположними ідеями:

– встановлення найбільш коротких та ясних але, разом з тим, повних та чітких визначень понять в галузі теоретичної електротехніки;

– встановлення єдності в визначенні цих понять, тому що відсутність такої єдності та застосування будь-якого терміну з різним значенням, вкладання в одне й те саме поняття різних змістів призводило до непорозумінь і помилок в викладанні різних електротехнічних дисциплін.

Після випуску у 1935 році першого видання Міжнародного електротехнічного словника в СРСР була здійснена робота по критичному обговоренню цього проекту в наукових інститутах та установах. А вже у 1939 році Комітетом технічної термінології Академії наук СРСР була розпочато систематична робота по впорядкуванню термінології теоретичної електротехніки. Наукову комісію комітету з цього питання очолив видатний вчений-електротехнік К.А. Круг. Перервана війною робота комісії була відновлена лише у 1947 році.[1]

Аналогічна робота в післявоєнний період була розгорнута комісією з одиниць виміру, визначень та термінів в галузі електротехніки Ради електромеханічного факультету Ленінградського політехнічного інституту (ЛПІ) під керівництвом П.Л. Калантарова. По матеріалам опублікованого у 1949 році в журналі «Електрика» [2] провідними науковцями ЛПІ Л.Р. Нейманом та П.Л. Калантаровим проекту системи визначень, які відносяться до галузі електромагнітних явищ почалася широка дискусія на сторінках журналу, у наукових інститутах та кафедрах електротехнічного профілю.

Одним з перших в УРСР, у рамках цього широкого обговорення, представив свій проект визначень завідувач кафедри теоретичних основ

електротехніки (ТОЕ) Харківського політехнічного інституту (ХПІ) Олександр Павлович Сукачов [3]. За основу він обрав проект ЛПІ, але багато визначень понять були перестроєні або розширені, зокрема визначення, які базуються на застарілих фізичних уявленнях. Крім того вони були також доповненні визначеннями, які відносяться до галузі електричних та магнітних кіл.

Проект О.А. Сукачова зазнав широке обговорення на кафедрі ТОЕ у 1949-1950 навчальному році. В 1950 році був запропонований для обговорення та критики усім кафедрам електротехнічного та радіотехнічного факультетів ХПІ. А вже наприкінці жовтня 1951 року проект О.П. Сукачова було обговорено нарадою викладачів усіх кафедр електротехнічного профілю ХПІ, на якій було висловлено ряд істотних міркувань та зауважень автору.

Слід зазначити, що О.П. Сукачов, приступаючи до розробки наукової системи «Визначень понять», прислухався до усіх зауважень й побажань колег та сформував основні принципові моменти побудови своєї системи:

1) Класифікація понять:

– поняття, які виражають фізичні явища;

– поняття які виражають фізичні величини, що характеризують фізичні явища;

2) Послідовність викладення понять;

3) Однозначність та повнота в визначенні понять;

4) Простота та єдність термінологічного апарату.

Остаточний проект О.П. Сукачова, який охоплював всю систему термінів з теоретичної електротехніки, складався з 233 визначень понять. Його було надіслано до Комітету технічної термінології Академії наук СРСР у 1953 році в рамках широкого наукового обговорення. Саме він послужив основою для збірника рекомендованих термінів «Термінологія теоретичної електротехніки», який вийшов в кінцевій редакції у 1958 році.

Список літератури

1. Терминология теоретической электротехники. Сборники рекомендуемых терминов. Выпуск 46. Комитет технической терминологии АН СССР. – 1958.

2. Нейман Л. Р. Определение понятий, относящихся к области электромагнитных явлений / Л. Р.Нейман, П. Л. Калантаров // Электричество. – 1949. №2.

3. Сукачев А. П.Определение понятий, относящихся к области электромагнитных явлений и электрических и магнитных цепей / А. П. Сукачев // Труды Харьковского политехнического института. – 1954. Т. 3. – С. 79–140.

РАЗРАБОТКА ГЕНЕРАТОРА ЗАПУСКАЮЩИХ ИМПУЛЬСОВ ДЛЯ КОММУТАТОРА СО СКОЛЬЗЯЩИМ РАЗРЯДОМ ПО ПОВЕРХНОСТИ

Ревуцкий В. И.
Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»

Работа посвящена разработке генератора наносекундных импульсов для запуска разрядника с многоканальным пробоем. Многоканальный пробой позволяет значительно снизить индуктивность разрядного контура, тем самым уменьшив длительность фронта и увеличив частоту следования импульсов. Для получения многоканального пробоя необходимо создать управляющий импульс с коротким фронтом и высокой скоростью нарастания напряжения ($dU/dt \geq 10^{12}$ В/с).

Применение низкоомной формирующей линии предполагает использование малоиндуктивного разрядника в разрядной цепи. Время коммутации в такой системе [3] тогда будет определяться в основном индуктивной фазой пробоя $t \approx {}^{L}/_{Z}$, где Z – волновое сопротивление разрядного канала, L –полная индуктивность разрядного промежутка в нГн. При многоканальном режиме работы коммутатора Z в формуле заменяют на NZ.

В случае, когда количество токоведущих каналов (N) достаточно для того, чтобы суммарная индуктивность стала минимальной, резистивная фаза превалирует над индуктивной, и является определяющей при оценке полного времени коммутации.

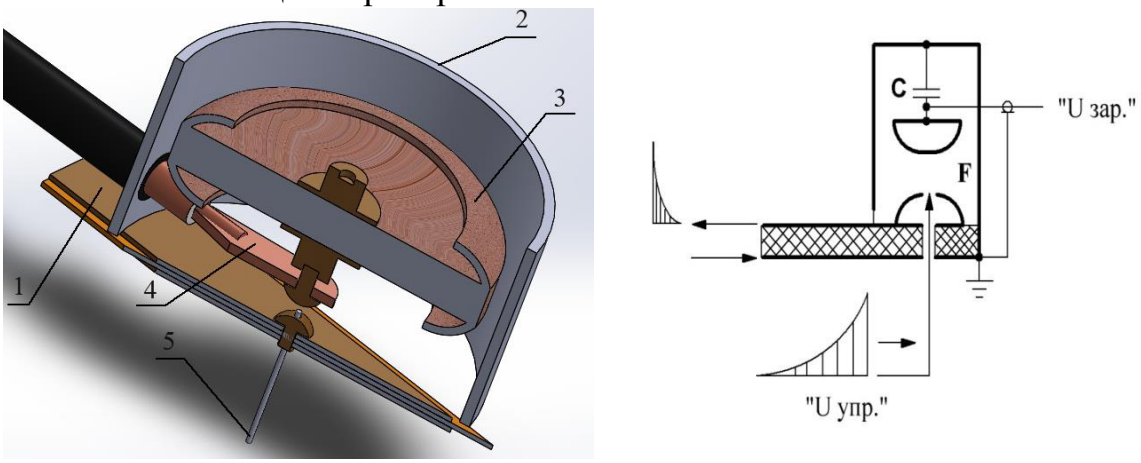
Разрядник со скользящим разрядом [1] содержит два основных плоских электрода, расположенных на противоположных сторонах диэлектрической пластины, и управляющий полосковый электрод, который установлен внутри диэлектрической пластины. Введение управляющего электрода в диэлектрическую пластину под один из основных электродов позволяет создать емкостную развязку от запускающего генератора. При использовании полосковой геометрии линии ток протекает по наиболее короткому пути – по электроду, расположенному на поверхности диэлектрика. Толщина применяемого в линии диэлектрика ограничена его электрической прочностью.

Запуск такого разрядника происходит за счет искажения распределения напряженности поля в области основных электродов. Короткий импульс напряжения вырабатывается малогабаритным однокаскадным генератором [2]. Объединение в одном корпусе накопительной емкости и разрядника позволяет уменьшить суммарную индуктивность разрядного контура.

На рис. 1 а, б изображена конструкция и схема разрабатываемого генератора, имеющего коаксиальную компоновку: 1 – полосковый

токопровод, который является управляющим электродом разрядника; 2 – коаксиальный корпус генератора, соединенный с одним из выводов конденсатора (соединение не показано); 3 – высоковольтный импульсный керамический конденсатор (С); 4 –электрод подачи зарядного напряжения (Uзар.); 5 – электрод подачи запускающего импульса.

Рабочий цикл генератора начинается с заряда конденсатора через выводы 4 и 2 (корпус). После подачи импульса запуска на вывод 5 происходит перекрытие разрядного промежутка (F), и на электроде 1 появляется импульс заданной полярности, который и запускает разрядник. Выходное напряжение генератора может варьироваться от 10кВ (с одним конденсатором) до 30кВ (два конденсатора последовательно). Импульс запуска генератора сформирован при помощи небольшого слаботочного DC-DC повышающего преобразователя.



а б

Рисунок 1 – Конструкция генератора

Актуальность работы обусловлена необходимостью создания компактных и надежных высоковольтных источников с короткими временами нарастания фронта импульса, пригодных для целого спектра импульсных приложений. Предложенная конструкция пускового генератора после испытаний и доработок может быть использована в малогабаритных генераторах высоковольтных импульсов с малым временем нарастания для проведения испытаний на электромагнитную совместимость объектов инфраструктуры, содержащих цепи с малыми собственными сопротивлениями, по которым существует вероятность протекания индукционных токов наносекундной длительности.

Список литературы

1. Разрядник со скользящим разрядом // Патент СССР № 1461290. 1995. / Коренев С.А.

2. Ищенко В.Н., Лисицын В.Н., Старинский В.Н. Генераторы импульсных напряжений для поперечного разряда // Приборы и техника эксперимента. – 1974. – № 3. – С. 108–110.

3. H.M. von Bergmann, “Triggered Multichannel Surface Spark Gaps”, J. Phys. E: Sci. Instrum., vol. 15, p. 243, 1982.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАПРЯЖЕННОСТЕЙ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ В УСЛОВИЯХ ГРОЗОВОЙ ОБСТАНОВКИ

Резинкина М. М.[1)], Резинкин О. Л.[1)], Литвиненко С. А.[1)], Gupta H.[2)]
[1)] Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт»
[2)] PETROGARDIAN, USA

В связи с широким распространением чувствительных к перенапряжениям электронных приборов, систем измерительной техники и автоматики задача предотвращения последствий от атмосферных разрядов становится все более актуальной. Молния является самым мощным источником электромагнитных помех естественного происхождения. При распространении нисходящего лидера молнии в направлении от грозового облака к земле, в промежутке «головка лидера – земля» напряженность электрического поля (ЭП) увеличивается и могут возникнуть условия, при которых от заземленных объектов формируются и развиваются восходящие лидеры. В 90% случаев молнии в средних широтах имеют отрицательную полярность. Известно, что напряженность ЭП, требуемая для продвижения восходящих лидеров положительной полярности (около 5 кВ/см), примерно в 2 раза меньше, чем для распространения лидеров отрицательной полярности [1]. В условиях урбанизации и роста высотности городской застройки вероятность возникновения восходящих лидеров с вершин небоскребов и башен увеличивается.

Для определения условий возникновения восходящих лидеров при грозовой обстановке необходима информация о распределении электрических полей в неоднородных системах со сложной пространственной конфигурацией, в частности, в окрестности объектов стержневого типа, у которых отношение длины к диаметру составляет более $10^3 – 10^6$. Такие параметры имеют молниеотводы, неполные каналы разрядов, лидерные каналы молнии. Применение аналитических методов расчета ЭП возможно лишь для одиночных объектов, в остальных случаях необходимо использование численных методов. При аналитическом расчете стержень представляется заряженной нитью или проводящим вытянутым сфероидом [1].

Для численного расчёта трехмерных ЭП в окрестности проводящих стержней, расположенных на заземленной проводящей полуплоскости, моделирующей поверхность земли, может быть использован метод конечных объемов. Для этого исследуемая область разбивается на ячейки-параллелепипеды так, что узлы расчетной сетки, в которых определяются потенциалы ЭП, располагаются на осях проводящих стержней и на границах раздела сред. При таком расположении элементов расчетной

сетки условия на границах раздела сред выполняются автоматически, а свойства среды внутри ячеек можно считать однородными. Процессы распространения нисходящего лидерного канала молнии и образования встречных (восходящих) лидеров от наземных объектов протекают за время порядка долей секунды [1], поэтому расчет может быть выполнен в квазистационарном приближении.

При записи разностных уравнений ячеек вокруг осей стержней учитывается нелинейный характер спадания потенциала и напряженности ЭП в направлениях, перпендикулярных стержню.

Применив к уравнению Максвелла $div\vec{D} = \rho$ операцию интегрирования по V – объемам элементарных ячеек, на которые разбита расчетная область, получим решаемое уравнение. Для случая отсутствия объемного заряда с помощью теоремы Остроградского – Гаусса выполним переход к интегрированию по S – поверхностям, охватывающим объемы V, можно записать:

$$\oint \varepsilon_{i,j,k}\left(-\frac{\partial \varphi}{\partial n}\right)dS = 0, \qquad (1)$$

где n – нормаль к поверхности S; $\varepsilon_{i,j,k}$– относительная диэлектрическая проницаемость (i,j,k)-й ячейки.

Записав для каждого узла расчетной области уравнения вида (1) получим решаемую систему.

Учет логарифмического закона спадания потенциала в направлении, перпендикулярном оси стержня, в численных расчетах распределения ЭП в окрестности длинных и тонких разрядных стержней типа лидерных каналов молнии и стержневых молниеотводов позволил использовать шаг расчетной сетки, пропорциональный длине стержня, а не его радиусу. Применение обычных разностных методов к расчету ЭП в окрестности таких стержней связано с использованием весьма мелкой пространственной сетки, шаг которой должен быть пропорциональным радиусу стержня, что делает задачу плохо сходящейся и требующей чрезвычайно больших объемов оперативной памяти вычислительных средств и времени расчетов.

Список литературы

1. Базелян Э.М., Райзер Ю.П. Физика молнии и молниезащиты. М.: Физматлит, 2001. 319 с.

2. Щерба А.А., Резинкина М.М. Электромагнитные поля и их воздействие на объекты. – Киев: «Наукова думка», 2009, 191 с.

3. Cooray V. Lightning Protection. London: The Institution of Engineering and Technology, 2010. 1036 p.

ЗМІСТ

ПЛЕНАРНЕ ЗАСІДАННЯ

1. *Павленко Ю. Ф., Кондрашов С. І., Дроздова Т. В.*
Реформа SI: причини, суть, очікувані наслідки 3
2. *Семенов С.Г., Волошин Д.Г.*
Перспективи розвитку системи управління безпілотними літальними апаратами 6

СЕКЦІЯ 1. АВТОМАТИКА ТА УПРАВЛІННЯ В ТЕХНІЧНИХ СИСТЕМАХ

1. *Аніщенко М. В., Залеський В. Д.*
Розробка лабораторного стенду з використанням портативного пристрою збору інформації NI my DAQ..... 8
2. *Бобух А. О. , Переверзєва А. М.*
Аналіз комп'ютерно-інформаційних екологічно-орієнтованих технологій..... 10
3. *Болотинська О. О., Бобух А. О.*
Використання мікропроцесорного контролера у комп'ютерно-інтегрованій технології отримання вологого гідрокарбонату натрію у виробництві кальцинованої соди 12
4. *Васильченков О. Г., Сальников Д. В.*
Исследование нейросетевых детекторов импульсного шума 14
5. *Величко В. О., Ткаченко А. О.*
Дослідження способів зниження динамічних навантажень в електроприводі скребкового конвеєра СР72 16
6. *Волков О. Є., Комар М. М., Волошенюк Д. О., Господарчук О. Ю.*
Інтелектуальна інформаційна технологія автономної навігації безпілотного літального апарату 18
7. *Гапон А. И., Крылова В. А., Кубрик Б. И., Мамцев Е.А.*
Оптимизация информационных потоков в системах контроля и управления доступом 20
8. *Гапон А. И., Гунбин М. В , Евсина Н. А., Рымарь С. И.*
Регулирование скорости вращения барабана весов непрарывного взвешивания 22
9. *Гапон А. И., Козлов С. С., Светличная Е. Е.*
Оптимизация параметров энергоустановок радиополигона института ионосферы НАН Украины..... 24
10. *Денисенко Н. А.*
Оптимизация процессов сушки с использованием прогнозирующих моделей 26
11. *Дудник А. В., Безрук В. И., Бульдяк Я. А., Белоткач А. А.*
Алгоритм предварительного отбора похожих документов с учетом дубликатов и неестественных текстов 28

12. *Дяков В. О., Обруч І. В.*
Математична модель одномасового електроприводу з двигуном послідовного збудження 30
13. *Євсеєнко О. М., Шарапова Т. О.*
Розробка системи диспетчерського керування технологічним процесом модульної котельні 32
14. *Евсина Н. А., Либерг И. Г., Гапон А. И.*
Определение чувствительности системы к входным факторам в результате использования сети Байеса 34
15. *Ивашко А. В., Лунин Д. А.*
Об одном классе теоретико-числовых преобразований 36
16. *Караман Д. Г., Зуев А. А.*
Практическое применение графического сопроцессора для зашифрования данных на бортовом компьютере БПЛА 38
17. *Кравченко Я. О., Бабіченко А. К., Подустов М. О.*
Технологічні аспекти оптимального управління процесом дренування флегми у випарниках блоку вторинної конденсації у виробництві аміаку 40
18. *Кутовой Ю. Н., Кириленко Я. А., Бондаренко В. А.*
К вопросу разработки устройства защиты от буксования рельсовых транспортных средств 42
19. *Либерг И.Г., Евсина Н.А.*
О применении автоматных моделей для анализа неисправностей оперативной памяти 44
20. *Лищук В. В., Селепина Й. Р., Заблоцький В. Ю.*
Математична модель системи з виконавчими асинхронними двигунами 46
21. *Лобода К. Ю., Асмолова Л. В.*
Дослідження датчиків для мехатронних систем на платі QNET MECHKIT компанії National Instruments 48
22. *Малюк С. В., Обруч І. В.*
Математична модель двомасового електроприводу з двигуном послідовного збудження 50
23. *Новаш И. В., Романюк Ф. А., Румянцев В. Ю.*
Испытания релейных защит с помощью аппаратно-программных испытательных комплексов 52
24. *Шолохов А. В., Панкратова Н. Д.*
Разработка робастного алгоритма гарантированного эллипсоидального оценивания и его применения для ориентации искусственного спутника земли 54

СЕКЦІЯ 2.
МЕДИЧНІ ТА БІОЛОГІЧНІ ПРИЛАДИ І СИСТЕМИ

1. *Абрамова А. А., Аврунин О. Г.*
Возможности методов для распознавания МР изображений при множественной миеломе 56

2. *Аврунин О. Г., Носова Я. В., Шушляпина Н. О., Юнус И.*
Оценка ширины пограничного слоя в носовой полости при различных режимах дыхания 58
3. *Бернадская Т. В., Колесник К. В., Томашевский Р. С., Бархоткина Т. М.*
Методика получения интерференционного голографического изображения микрообъектов 60
4. *Бондаренко И. С., Аврунин О. Г., Бондаренко С. И., Кревсун А. В.*
Акустомагнитное возбуждение электрического поля в водном растворе NaCl..... 62
5. *Вайтишин В. І., Порєва А. С.*
Ідентефікація бронхолегеневих захворювань за допомогою нейронних мереж з використанням спектрограм 64
6. *Голдобин С. Н., Шишкин М. А.*
Клиент-северное решение програмно-аппаратного телемедицинского комплекса 66
7. *Дорош А. М., Авер'янова Л. О.*
Портативний прилад для вимірювання концетрації ацетону у повітрі, що видихається людиною 68
8. *Жила В. І., Лисиченко М. Л.*
Лазерна установка для подовження терміну зберігання молока 70
9. *Іванушкіна Н. Г., Іванько К. О., Лазун В. Д., Іванушкіна М. О.*
Моделювання потенціалу дії у кардіоміоцитах 72
10. *Караченцева К. О.*
Фотометр для дослідження біологічних рідин 74
11. *Кипенский А. В., Король Е. И., Продченко Н. С.*
Принципы формирования модулирующего сигнала для универсального низкочастотного генератора 76
12. *Колесник К. В., Шишкін М. А., Коваль С. М.*
Експериментальний стенд телемедичного діагностичного комплексу..... 79
13. *Лапта С. С.*
Модельно-компьютерный метод ранней диагностики латентного сахарного диабета 2-го типа 81
14. *Лосєв М. В., Томашевський Р. С.*
Прилад для вимірювання біоімпедансу людини 83
15. *Махонін М. В.*
Питання безпеки при експлуатації медичного генератора озону 85
16. *Мещанінов С. К.*
Швидкодіючий термометр в системі моніторінга психофізіологічного стану людини 87
17. *Мещанінов С. К., Сай О. В., Кривенцов Д. С.*
Визначення магніточутливості організму людини, як показника виконання магнітотерапії..... 89
18. *Міленін Д. М., Лисиченко М. Л.*
Лазерна установка для знезаражування поверхні шкаралупи інкубаціного яйця..... 91

19. *Поворознюк А. І., Антоненко Г. І., Брагін Д. В.*
Розрахунок фрактальної розмірності напівтонових цифрових зображень в медичних системах підтримки прийняття рішень..... 93
20. *Семенов О. О., Лисиченко М. Л.*
Енергоефективна рухома ультрафіолетова установка в свинарнику 95
21. *Сльозко М. П., Порєва Г. С.*
Аналіз фонокардіограм за допомогою вейвлет-перетворення..... 97
22. *Сухін В. В., Лисиченко М. Л.*
Лазерна установка для активізації розвитку кореневої системи рослин в гідропонних установках 99
23. *Філатова Г. Є., Надірян Г. О., Чаленко А. О.*
Проектування біомедичної систем підтримки прийняття рішень на основі морфологічного аналізу біомедичних сигналів та зображень 101
24. *Цапенко В. В., Терещенко М. Ф.*
Особливості розподілення підошовного тиску при плоско-вальгусній деформації стопи..... 103
25. *Цибух А. В., Лисиченко М. Л.*
Установка для сортування овецьза кольором шерсті 105
26. *Цокота М. В.*
Низькоінтенсивне лазерне ІЧ випромінювання для фотобіомодуляція життєвих параметрів ракових клітин 107
27. *Штефа Є. О., Іванушкіна Н. Г., Іванько К. О.*
Аналіз електрокардіосигналів у разі вірусних захворювань серця 109
28. *Шуляк А. П., Кулахметов Д. Р., Гапоненко Р. К.*
Алгоритм ранжування групи осіб за показниками активності регуляторних систем організму..... 111
29. *Шуляк А. П., Лагутін В. В.*
Комбіноване навчання алгоритма розпізнавання медико-біологічних сигналів на прикладі визначення типів QRS-комплексів електрокардіограми 113
30. *Ясак В. В., Лисиченко М. Л.*
Кольорова світлотехнічна установка в пташнику..... 115

СЕКЦІЯ 3.
ПРИЛАДИ І МЕТОДИ КОНТРОЛЯ ТА ВИЗНАЧЕННЯ СКЛАДУ РЕЧОВИН

1. *Безымянный Ю. Г., Григорьев О. Н., Комаров К. А., Нешпор И. П.*
Оценка динамических характеристик упругости керамических материалов на основе ZnB_2 117
2. *Безымянный Ю. Г.,Козирацкий Е. А., Назаренко В. А., Талько О.В.*
Оценка характеристик упругости пористого титана по результатам акустических измерений 119

3. *Бондаренко О. Ю.,Ключник І. І., Бембель О. Д.*
Перехідні характеристики піроелектричних перетворювачів 121
4. *Галущак И. В.Дульфан А. Я., Фатьянова Н. Б.*
Исследования фазового состава твердых тел методом дилатометри 123
5. *Голубова С. П., Гончарова Л. П.,Судік О. С.*
Особливості розробки алгоритму розрахунку техніко-економічних показників для теплових блоків 125
6. *Голубова С. П.,Гончарова Л. П., Судік О. С.*
Розрахунок ТЕП для блоків 1-6 Зміївської ГРЄС..... 127
7. *Купчік В. Є., Сучков Г. М.*
Неруйнівний контроль енергетичного обладнання..... 129
8. *Панасенко Д. П.,Смолін Ю. О.,Крикун В. Р*
Аналіз методів попередньої обробки мало контрастних зображень, отриманих за допомогою електронно-оптичних засобів дефектоскопії..... 131
9. *Плєснецов С. Ю., Нина В. О.*
Оснащення для ультразвукового контролю серійних партій виробу «Кришка» 133
10. *Плєснецов С. Ю., Паламаренко Ю. І.*
Програмний засіб для візуалізації спеціальніх металевих зразків 135
11. *Плєснецов С. Ю.,Сучков Г. М.,Осадчий В. О.*
Метод ультразвукового контролю пружних характеристик металу тонкостінних виробів імпульсами хвиль Лемба або Релея 137
12. *Плєснецов С. Ю., Шпагін Д. С.*
Програмний засіб для здійснення вимірів у площині та статистичної обробки для аналітичної та науково–дослідної роботи..... 139
13. *Светличный В. А., Ивлев А. А.,Чумаченко М.*
Актуальные вопросы построения вихретоковой аппаратуры неразрушающего контроля 141
14. *Светличный В. А., Ежак Р. А., Ищенко В. Е.*
Влияние нестабильности рабочего зазора вихреткового прибора на его метрологические характеристики 143
15. *Сіренко М. М., Протопоп А. В.*
Мас-спектрометрія..... 145
16. *Смолин Ю. А., Харитонов Т. В., Бабич М. Н., Китаёв Е. С.*
Алгоритм расчетов тепловых режимов печатных плат 147
17. *Смолин Ю. А., Панасенко Д. П., Тохташ В. Д., Варченко А. С.*
Усовершенствование класических методов при разработке алгоритма расчетов вибропрочности печатных плат..... 149
18. *Хомяк Ю. В., Сучков Г. М., Горпинич О. С.*
Прилади для акустичного контролю трубопроводу 151
19. *Хорошайло Ю. Е., Ефименко С. А.,Сова А.В., Ткачев Н. Н.*
Электронный колориметр для определения цветаотраженных поверхностей 153
20. *Хорошайло Ю. Е., Ефименко С. А., Меняйло А. Д., Шевченко И. Н.*
Оптоэлектронный измерительный преобразователь..... 155

СЕКЦІЯ 4.
ІНФОРМАЦІЙНО-ВИМІРЮВАЛЬНІ ТЕХНОЛОГІЇ І СИСТЕМИ

1. *Банзак Г. В.*
Разработка модели безотказности сложного невосстанавливаемого технического объекта 157
2. *Банзак О. В.*
Разработка детектора ионизирующего излучения для дозиметрии ... 159
3. *Боженко М. М., Григоренко І. В.*
Цифровий вимірювач основних параметрів технологічного процесу виготовлення губної помади 161
4. *Бондаренко С. В., Балєв В. М.*
Удосконалення цифрового люксметру 163
5. *Вовк Л. О., Григоренко І. В.*
Вимірювач основних параметрів технологічного процесу виготовлення карамелі 165
6. *Говоров А. С., Тополов І. І.*
Обґрунтування вибору методу побудови багатоточечної вимірювальної системи контролю тиску 167
7. *Горкунов Б. М., Львов С. Г., Трощук Д. Е., Лысенко В. Ю., Салиба Абдел Нур*
Система разбраковки цилиндрических изделий по электромагнитным и геометрическим параметрам 169
8. *Горкунов Б. М., Львов С. Г., Логачова М. А., Ефимцева О. С., Аббаси Жаббар*
Исследование электромагнитного преобразователя при двухпараметровом контроле немагнитных изделий 171
9. *Горкунов Б. М., Львов С. Г., Борисенко Е. А., Гладченко Д. В., Хроменко А. С.*
Исследования характеристик преобразователя с пространственно-периодическим полем 173
10. *Давидов Е. А., Тополов І. І.*
Система життєзабезпечення і моніторингу приміщень з пічним опаленням 175
11. *Еннан А. А., Тополов І. І.*
Розширення можливостей інформаційно-керуючої системи кліматичного контролю 177
12. *Захаров И. П., Боцюра О. А.*
Оценивание неопределенности измерений при нелинейных модельных уравнениях 179
13. *Іванов А. Л., Тополов І. І.*
Інформаційно-керуюча система травильного процесу 181
14. *Кошовий М. Д., Кошова І. І., Костенко О. М.*
Перетворювачі лінійних переміщень штока пневмоциліндра в цифровий код 183

15. *Кривошей О. О., Балєв В. М.*
Обгрунтування необхідності розробки цифрового вимірювача жирності молока 186
16. *Маслаков І. С, Трохін М. В.*
Дослідження параметрів роботи комп'ютеризованної системи керування сонячної електростанції..... 188
17. *Маслакова В. В, Трохін М. В.*
Вдосконалення комп'ютеризованої інформаційно-керуючої системи автоматизації топкової..... 190
18. *Машезов А. В., Тополов І. І.*
Система вагового дозування рідини 192
19. *Мезенцев Є. М., Тополов І. І.*
Контрольно-відбракувальний стенд відновлення паливних форсунок..... 194
20. *Мещанінов С. К., Яценко К. С., Мельник А. С.*
Безпровідна інформаційна взаємодія технічних засобів нижнього рівня автоматизованих систем 196
21. *Мигущенко Р. П., Коржов І. М.*
Аналіз типового промислового обладнання виготовлення та переробки термопластів та інших пластмас з точки зору контролю та діагностики..... 198
22. *Надєін Є. В., Борисенко Є. А.*
Обґрунтування технології бездротової передачі даних для розподіленої системи контролю мікроклімату..... 200
23. *Носова І. В., Григоренко І. В.*
Розробка вимірювача параметрів технологічного процесу виготовлення халви 202
24. *Павлюк Ю. М., Григоренко І. В., Григоренко С. М.*
Вдосконалення системи контролю технологічного процесу виготовлення харчової пластмаси..... 204
25. *Пащук Я. Ю., Балєв В. М.*
Удосконалення цифрового осцилографу 206
26. *Почуєва А. І., Тополов І. І.*
Розробка автоматичного тонометру..... 208
27. *Ступак С. С. , Яремчук Н. А., Семенюк Р. С.*
Способи урахування впливу невизначеності на результати «м'яких» вимірювань..... 210
28. *Ткачук А. А., Заблоцький В. Ю., Кононенко А. С.*
Дослідження виконавчих приводів лазерної установки для розкрою матеріалів..... 212
29. *Халімов Т. Р., Борисенко Є. А.*
Arduino-базована система для забезпечення безпеки будівлі 214
30. *Харламова Ю. М., Корсун В. І.*
Використання моделі процесу зміни вологості пористого матеріалу для визначення місць розташування вологомірів 216

31. *Ходак Є. О., Тверитникова О. Є.*
Розробка системи екологічного управління на підприємстві із переробки газового конденсату та нафти..... 218
32. *Чуніхіна Т. В., Марданов Д. С., Ксьондзов В. Ю., Дивнич І. А.*
Сучасний стан вирішення задачі довготривалої роботи ТЕП на об'єкті..... 220
33. *Чунихина Т. В., Папченко В. Ю., Дивнич И. А.*
Анализ неопределенности измерения при контроле показателей качества и безопасности подсолнечного масла..... 222
34. *Шинкарук Х. М., Чеховський С. А., Піндус Н. М.*
Термокондуктометрія як метод оцінки якості природного газу..... 225

СЕКЦІЯ 5.
ЕЛЕКТРОМАГНІТНІ ПРОЦЕСИ У ЕЛЕКТРИЧНИХ ТА ЕЛЕКТРОННИХ ПРИЛАДАХ

1. *Борисенко А. М., Кубрик Б. І., Лавріненко О. В.*
Дослідження та підвищення показників якості електромагнітних процесів дизель-електричного агрегату в перехідних режимах роботи 226
2. *Буряковський С. Г., Маслій А. С., Помазан Д. П.*
Використання програмного комплексу FEMM для створення імітаційної моделі вентильно-індукторного двигуна 228
3. *Гетьман А. В.*
Огляд проблеми створення технічних об’єктів із заданою просторовою структурою магнітного поля..... 230
4. *Князєв В. В., Лісной І. П.*
Оцінка відповідності технічних засобів вимогам стандартів НАТО з електромагнітної сумісності 232
5. *Лавріненко О. В.*
Внесок О. П. Сукачова у формування термінологічного апарату теоретичної електротехніки..... 234
6. *Ревуцкий В. И.*
Разработка генератора запускающих импульсов для коммутатора со скользящим разрядом по поверхности 236
7. *Резинкина М. М., Резинкин О. Л., Литвиненко С. А., Gupta H.*
Определение напряженностей электрических полей в условиях грозовой обстановки 238

Наукове видання

АКТУАЛЬНІ ПРОБЛЕМИ АВТОМАТИКИ ТА ПРИЛАДОБУДУВАННЯ

Матеріали
ІІ Міжнародної науково-технічної конференції

06-07 грудня 2018

Українською та російською мовами

Відповідальний за випуск доц. *Т. В. Чуніхіна*
Художник І.І. *Тополов*
Комп'ютерна верстка і дизайн *О. В. Хіхло, Т. В. Ругаленко*

На обкладинках:
Електротехнічний корпус НТУ «ХПІ»
Ян Матейко. Винахід телеграфу

Підписано до друку 30.11.2018 р. Формат 60×84 1/16.
Папір офсетний. Гарнітура Таймс. Друк цифровий
Наклад 200 прим. Зам. № 08/05.

Видавець: ФОП Панов А.М.
Свідоцтво серії ДК № 4847 від 06.02.2015 р.
м. Харків, вул. Жон Мироносиць, 10, оф. 6,
тел. +38(057)714-06-74, +38(050)976-32-87
copy@vlavke.com

Віддруковано у друкарні ТОВ «Тім Пабліш Груп»
Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до державного реєстру видавців, виготівників і розповсюджувачів видавничої продукції
ДК № 4252 від 29.12.11 р.
61035, Україна, м. Харків, вул. Зернова, 51а
Тел.: (057) 755-38-01, (057) 755-38-10
e-mail: tpgtim@gmail.com www.tpg.in.ua